



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère De L'enseignement Supérieur et De La Recherche Scientifique

UNIVERSITE 08 MAI 1945 DE GUELMA  
FACULTE DES SCIENCES ET DE L'INGENIERIE  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

Mémoire de Master

Domène : Science de Nature et de Vie  
Option : Qualité de Produits et Sécurité Alimentaire

Thème :

*Contribution à l'étude de l'effet de certains barèmes d'appertisation  
sur la qualité des concentrés de tomate industrielle*

Présenté par :

Djamâa Nawel

Maouï Amina

Membres du jury :

L'encadreur : HOUHAMDI M. (Université de GUELMA)

Le président : GHRIEB A. (Université de GUELMA)

L'examinatrice : BEDIQUI S. (Université de GUELMA)

Juin 2010

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



صدق الله العظيم

## *Remerciements :*

*Louanges à Dieu le grand, le tout puissant pour nous avoir donné la santé, volonté et patience et nous avoir accordé son aide afin d'effectuer ce modeste travail.*

*Nous tenons à remercier vivement tous ceux qui ont prêté aide et assistance:, notamment :*

*Le président du jury : Mr GHRIEB A .*

*L'encadreur : Dr HOUHAMDI M. qui nous ont tant orientées, encouragées durant toute période d'élaboration de ce mémoire.*

*L' examinatrice M<sup>lle</sup> BEDIOUT S.*

*Le représentant de l'unité de production "conserverie Amor Ben Amor" de la wilaya de GUELMA pour avoir répondu favorablement à notre invitation pour assister à notre soutenance*

*Comme nous tenons à remercier infiniment Mr le directeur de l'unité sous indiquée Mr BEN AMOR Sami pour avoir accueilli dans son entreprise la partie expérimentale et avoir facilité l'accès à tous les équipements dont nous avons eu besoin et pour son soutien moral et matériel,*

*Les ingénieurs de laboratoire d'autocontrôle de l'usine : . Adel, Hanene, Ilhem, Leila, Nabila, qui ont facilité le déroulement de notre stage.*

*Nous remercions aussi, sincèrement :*

*Le responsable du laboratoire de la direction de la santé et de la population (DDSP) :Mr KABIECH H.pour nous avoir facilité l'accès et le travail au sein du laboratoire et toute l'équipe de ce laboratoire : Mme Naïma., Melle Djahida*

*Le responsable de laboratoire de chimie des eaux de département de génie des procédés :Mr DAHAL D.*

*Et sans oublier nos professeurs qui nous ont enseignés durant tout le cycle de nos études et qui nous ont apportés la connaissance et le savoir*

# Table des matières

Remerciements	
Table des matières	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Liste des annexes	
Introduction.....	01
<b>Chapitre I : Le fruit de tomate</b>	
I. Historique et origine.....	02
II. La baie de tomate « le fruit » .....	02
III. Les principales variétés cultivées.....	03
1. Types de tomate.....	05
L'importance de la tomate en Algérie.....	05
V. Structure d'un fruit de tomate.....	06
VI. Croissance et développement.....	07
Les facteurs et les exigences de développement.....	07
VII La composition biochimique du fruit.....	07
1. La teneur en matière sèche.....	08
2. Le sucre .....	08
3. Les acides.....	09
4. Les pigments .....	10
5. Les minéraux .....	12
6. L'eau .....	12
7. Les vitamines .....	12
8. Les protéines .....	13
9. Les lipides .....	14
VIII. La valeur nutritionnelle du fruit de tomate .....	15
IX. Les avantages de la consommation de la tomate .....	16
X. Les maladies de la tomate .....	16
❖ Toxicité et risques alimentaires .....	18

## Chapitre II : Transformation industrielle de la tomate

### Schéma générale de la transformation industrielle de la tomate

I. Définition des tomates en conserves.....	20
II. Caractères variétaux de la tomate destinée à la transformation .....	20
1. Avant la transformation .....	20
2. Après la transformation .....	22
III. Traitement industriel de la tomate .....	23
IV. Ligné de fabrication du concentré de tomate.....	25
V. Fabrication de la tomate concentrée .....	26
1. Lavage.....	26
2. Broyage.....	26
3. Préchauffage.....	26
4. Raffinage .....	27
5. Concentration.....	27
6. Phase finale.....	28
7. Valorisation de déchets.....	28
8. Remplissage en futs du produit aseptique.....	28
VI. Valeur nutritionnelle .....	39
VII. L'importance de traitement .....	30
VIII. Mode de stérilisation.....	30
IX. L'effet du traitement sur la composition de l'aliment.....	30
X. Transformation biochimique du produit au cours du Traitement industriel.....	31
1. Effet sur les protéines.....	31
2. Effet sur les minéraux .....	31
3. Effet sur les lipides .....	31
4. Effet sur les vitamines .....	31

## Matériel et méthode

I. Lieu de travail .....	32
II. L'échantillonnage.....	32
III. Prélèvement des échantillons.....	32
IV. Techniques d'analyse .....	34
1. Analyses physicochimiques .....	34
1-1 Mesure de pH (Méthode potentiométrique).....	34
1-2 Mesure des matières sèches solubles (matières solubles naturelles Brix)..	
Méthode réfractométrique .....	35
1-3 Mesure de la consistance (Méthode Bostwick).....	36
1-4 Dosage de l'acidité titrable (Méthode titrimétrique) .....	37
1-5 Mesure de la couleur (Méthode de Gartner) .....	37
1-6 Détermination de la teneur en chlorures totaux (Méthode volumétrique).....	38
2. Analyses nutritionnelles .....	40
2.1 Dosage des protéines .....	40
2.2 Dosage de sucres réducteurs .....	41
2.3 Dosage de la vitamine E (Méthode calorimétrique).....	43
2.4 Dosage de la vitamine C (acide ascorbique) .....	45
3. Analyses microbiologique .....	47
3.1 Contrôle de stabilité .....	47
3.2 Dénombrement bactériennes .....	48
3.2.1. Dénombrement des Coliformes totaux .....	48
3.2.2. Dénombrement des Streptocoques fécaux .....	49
3.3. Dénombrement des germes totaux .....	49
3.4. Recherche bactériennes .....	49
3.4.1. Recherche des levures et moisissures .....	49
3.4.2. Recherche des Staphylocoques .....	50
3.4.3. Recherche des anaérobies sulfito-réducteurs .....	51
3.4.4. Recherche des Salmonelles-Shigelles.....	52
V. Analyses statistiques.....	53

2.2 Recherche bactérienne .....	74
2.2.1 Recherche des Staphylocoques.....	74
2.2.2 Anaérobies sulfito-réducteurs .....	74
2.2.3 Salmonelles-Shigelles .....	75
2.2.4 Levures et moisissures.....	76
3 Triple concentré de tomate .....	76
3.1 Dénombrement.....	76
3.2 Recherche bactérienne .....	77
3.2.1 Recherche des Staphylocoques.....	77
3.2.2 Anaérobies sulfito-réducteurs .....	77
3.2.3 Levures et moisissures .....	77
3.2.4 Salmonelles-Shigelles .....	77
Conclusion.....	80
Référence bibliographique .....	81

Produced with ScanTopDF

## Liste des figures

Figure.1. Fleur du fruit de tomate .....	03
Figure.2. Production de la tomate en Algérie, selon les zones.....	06
Figure.3. Coupe transversale d'un fruit de tomate .....	07
Figure.4. Structure lycopène (I) et du carotène (II) de la tomate.....	11
Figure.5. Les Maladies de la tomate .....	16
Figure.6. Les Accidents physiologiques .....	17
Figure.7. Moisissures sur tomates mûres.....	19
Figure.8. Diagramme de fabrication du concentrée de tomate .....	25
Figure.9. Prélèvement du triple concentré de tomate (avant stérilisation) .....	33
Figure.10. prélèvement au niveau de la remplisseuse.....	33
Figure.11. Le PH-mètre.....	34
Figure.12. Réfractomètre.....	35
Figure.13. Viscosimètre Bostwick.....	36
Figure.14. Apparition de la couleur verre après distillation (à gauche) jusqu'à la décoloration du contenu du bécher.....	40
Figure.15. Extraction de la phase lipidique (à Gauche) et évaporation sou vide (à droite).....	44
Figure.16. Etuve à 32°C.....	47
Figure.17. Etuve à 55°C.....	47
Figure.18. Dénombrement des coliformes totaux sur milieu VBL et des streptocoques fécaux sur milieu Rothe.....	49
Figure.19. Ensemencement dans la solution Giolliti cantonii.....	51
Figure.20. Ensemencement dans le milieu viande foie .....	52
Figure.21. Galerie caractéristique pour l'identification de Salmonelle-Shigelles.....	53
Figure.22. Différentes variations des paramètres pour le concentré sans traitement thermique (SCT), avec traitement d'appertisation à 96°C (SCT96) et à 92°C (SCT92) et le triple concentré de tomate sans traitement thermique (TCT) et avec traitement thermique d'appertisation (TCTAS).....	55
Figure.23. Analyse des moyennes du paramètre [Brix] pour les lots sans traitement (1), avec traitement à 96°C (2) et avec traitement à 92°C (3) respectivement.....	56
Figure.24. Analyse des moyennes du paramètre [PH] pour les lots sans traitement (1), avec traitement à 96°C (2) et avec traitement à 92°C (3) respectivement.....	57
Figure.25. Analyse des moyennes du paramètre [Acidité titrable] pour les lots sans Traitement (1), avec traitement à 96°C (2) et avec traitement à 92°C (3) respectivement.....	58
Figure.26. Analyse des moyennes du paramètre [Viscosité Bostwick] pour les lots sans traitement (1), avec traitement à 96°C (2) et avec traitement à 92°C (3) respectivement.....	58

Figure.27. Analyse des moyennes du paramètre [Chlorures] pour les lots sans traitement (1), avec traitement à 96°C (2) et avec traitement à 92°C (3) respectivement.....	59
Figure.28. . Analyse des moyennes du paramètre [Couleur Gartner L] pour les lots sans traitement (1), avec traitement à 96°C (2) et avec traitement à 92°C (3) respectivement.....	60
Figure.29 Analyse des moyennes du paramètre [Couleur Gartner a/b] pour les lots sans traitement (1), avec traitement à 96°C (2) et avec traitement à 92°C (3) respectiveme.....	60
Figure.30. Analyse des moyennes du paramètre [Taux de protéines] pour les lots sans traitement (1), avec traitement à 96°C (2) et avec traitement à 92°C (3) respectivement.....	61
Figure.31. Analyse des moyennes du paramètre [Taux d'Acide Ascorbique [ pour les lots sans traitement (1), avec traitement à 96°C (2) et avec traitement à 92°C (3) respectivement.....	62
Figure.32. Analyse des moyennes du paramètre [Eaux de alpha-tocophérol] pour les lots sans traitement (1), avec traitement à 96°C (2) et avec traitement à 92°C (3) respectivement.....	63
Figure.33. Analyse des moyennes du paramètre [Taux de sucres réducteurs] pour les lots sans traitement (1), avec traitement à 96°C (2) et avec traitement à 92°C (3) respectivement.....	64
Figure.34. Dendrogramme de similarité de variation des paramètres sensibles au traitement thermique d'appertisation.....	65
Figure.35. Analyse des moyennes du paramètre [Brix] pour les lots sans traitement (1) et avec traitement(2) .....	65
Figure.36. Analyse des moyennes du paramètre [pH] pour les lots sans traitement (1) et avec traitement (2).....	66
Figure.37. Analyse des moyennes du paramètre [Acidité titrable] pour les lots sans traitement (1) et avec traitement (2) .....	67
Figure.38. Analyse des moyennes du paramètre [Viscosité Bostwick] pour les lots sans traitement (1) et avec traitement (2).....	67
Figure.39. Analyse des moyennes du paramètre [Chlorures ] pour les lots sans traitement (1) et avec traitement (2).....	68
Figure.40. Analyse des moyennes du paramètre [Couleur Gartner L] pour les lots sans traitement (1) et avec traitement (2).....	69
Figure.41. Analyse des moyennes du paramètre [Couleur Gartner alb] pour les lots sans traitement (1) et avec traitement (2).....	69
Figure.42. Analyse des moyennes du paramètre [Taux de protéines] pour les lots sans traitement (1) et avec traitement (2).....	70
Figure.43. Analyse des moyennes du paramètre [Taux d'Acide Ascorbique] pour les lots sans traitement (1) et avec traitement (2).....	71
Figure.44. Analyse des moyennes du paramètre [Taux d' alpha-tocopérol] pour les lots sans traitement (1) et avec traitement (2).....	71

Figure.45. Analyse des moyennes du paramètre [Taux de sucres réducteurs] pour les lots sans traitement (1) et avec traitement (2).....	72
Figure.46. Identification biochimique des Salmonelles sur CT par la galerie Api20E.....	75
Figure.47. Identification biochimique des Salmonelles sur le TCT SS par la galerie Api20E.....	78

Produced with ScanTOPDF

## Liste des tableaux

---

Tableau.1. Différents types de tomate.....	04
Tableau .2.évolution de la production des cultures maraichères et industrielles de tomate en Algérie .....	05
Tableau.3. Composition nutritionnelle de la tomate fraîche par 100g de produit.....	15
Tableau.4. Composition de la tomate en minéraux en mg/100g de produit.....	15
Tableau.5. Composition de la tomate en vitamines en µg/ 100g de produit.....	16
Tableau.6. Caractéristiques de qualités organoleptiques de la tomate en Algérie .....	21
Tableau.7. Caractéristiques de qualités physicochimiques de la tomate en Algérie.....	21
Tableau.8. Caractéristiques des qualités organoleptiques et physico-chimiques de conserves de tomate.....	22
Tableau.9. Teneur en résidu sec des différents types de purées de tomates.....	24
Tableau.10. La valeur nutritionnelle des deux produits dérivés de la tomate (Pour 100g de produit) .....	29
Tableau.11. Résultats des analyses physicochimiques et nutritionnelles de CT et de TCT à Différents traitements thermiques.....	55
Tableau .12. Résultats des analyses microbiologiques de concentré de tomate .....	73
Tableau.13. Lecture de la galerie biochimique du concentré de tomate .....	75
Tableau.14. Résultats des analyses microbiologiques du triple concentré de tomate.....	76
Tableau .15. Lecture de la galerie biochimique du triple concentré .....	78

## Liste des annexes

---

Annexe 1 : tableau Layne Eynon

Annexe 2 : traitement statistiques des données par Minitab® 13

Produced with ScanTOPDF

## Liste des abréviations

---

**AFNOR:** Association Française de Normalisation.

**CIHEAM:** Centre International des Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes.

**CTIFL:** Centre Technique et Interprofessionnel des Fruits et Légumes.

**CTSS :** Concentré de tomate Sans Stérilisation.

**FAO:** Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.

**INRA :** Institut National de la Recherche Agronomique.

**NF:** Norme Française.

**ONS:** Organisation Nationale des Statistiques.

**TCT SS:** Triple Concentré de Tomate Sans Stérilisation.

Produced with ScanTopDF

# *Synthèse Bibliographique*

Produced with Scantopdf

# *Introduction*

Produced with ScantOPDF

## Introduction

Au cours de son histoire, l'homme a connu des périodes de disette et de pléthore de ces différentes denrées alimentaires et a eu donc à apprécier l'importance de la régulation de la production de son alimentation dans son propre développement et dans la survie de ses populations.

Les fruits et légumes faisant partie de cette alimentation, l'homme a développé des techniques de production et de conservation de ces denrées périssables afin d'en assurer la disponibilité en tout lieu et toute heure.

Avec le développement des sciences de la diététique et de la nutrition, ces fruits et légumes sont devenus l'objet d'une demande stable. La tomate constitue la variété de fruits et légumes la plus consommée dans le monde et sa production concerne l'ensemble du territoire méditerranéen qui se classe dans les premiers rangs avec une production annuelle d'environ 65 millions de tonnes de tomate fraîche (CIHEAM, 1992).

Grâce à ses propriétés nutritionnelles et organoleptiques, cet aliment originaire des Andes, est devenu un ingrédient irremplaçable dans la majorité des préparations culinaires, et ce malgré son caractère périssable et sa production saisonnière qui représentaient les principaux inconvénients de cette denrée.

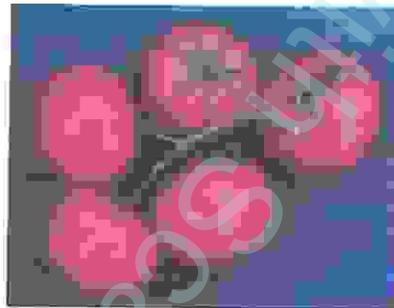
Les développements de la technique et de la nutrition ont très rapidement pallié à ce problème et diverses méthodes de conservation de la tomate sont apparues. Avec le développement de nouvelles techniques de conservation, l'industrie agroalimentaire doit mettre l'accent sur la résolution des problèmes relatifs à qualité hygiénique mais aussi organoleptique et nutritionnelle. Il est important pour cette industrie de préserver les nutriments tout au long des étapes de transformation mécanique et thermique en prenant en compte leur effet sur la qualité nutritionnelle de produit.

C'est dans cette perspective que notre étude s'inscrit afin de rendre compte et d'évaluer l'effet des traitements technologiques d'appertisation, appliqués aux conserves de tomate sur leur qualité physicochimique, nutritionnelle, et l'isolement des bactéries contenant dans les conserves de tomate.

Pour cela notre travail s'est basé sur le choix de certains paramètres qui ont une incidence sur la qualité tels que: le Brix, l'acidité, le pH, le taux de chlorures, la consistance, la couleur, le taux de protéines, le taux des sucres réducteurs, les vitamines C et E.

Chapitre : 01

# Fruit de la Tomate



Produced with Scantopdf

## I. Historique et origine :

A la première place des légumes produits dans le monde, la tomate représente des enjeux économiques considérables tant au niveau de la commercialisation de ses fruits.

Tomate pour le marché du frais et tomate pour l'industrie constituent en réalité, deux filières distinctes, différant totalement depuis le stade de la culture jusqu'à la consommation.

La tomate originaire de l'espace américain, elle était comme pendant longtemps sous le nom « pomme d'amour ». Les Andains ont ramassé très tôt les fruits des plusieurs espèces indigènes et les ont fait domestiquer assez rapidement à un grand nombre de formes occupant une aire assez important. C'est de là que, après la découverte de l'Amérique, les espagnols transportèrent la « tomatara » mexicaine.

Depuis le 18<sup>ème</sup> siècle, la tomate set arrivée en Europe du Nord puis l'ont adapté dès son introduction pour l'usage culinaire et après sa ; elle rentre peu à peu dans les potagers de la région parisienne depuis 1749 mais sa diversification a connue une lenteur (CHAUX et FOURY, 1994).

La tomate est introduite en Algérie vers la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle par les cultivateurs espagnols. Cette culture s'est localisée pré d'Oran au départ, puis elle s'est étendue dans tous le pays étant donnée les conditions du sol et du climat propice (BOUHADJA, 1991).

## II. La baie de tomate « le fruit » :

Le fruit de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) de la famille des Solanacées est une baie (fruit à péricarpe) entièrement charnue, contenant des graines appelées pépins. Cette baie est rouge ; parfois jaune ou orangée de forme ronde nu plus ou moins allongée, lisse ou creusée de sillons.

La pulpe charnue est divisée en loges contenant les graines dans un mucilage (Anonyme, 2000).

Les feuilles de tomate sont composées et possèdent un nombre impair de folioles vertes, leur forme, leur dimension, leur structure, leur épaisseur et leur couleur sont également fonction de la variété (FAO, 1988).

On obtient généralement des fruits de belle grosseur à partir des fleurs de bonne qualité qui se développent sur des bouquets de 5 à 12 fleurs. Les fleurs sont jaunes ; elles sont composées de 6 sépales verts, 6 pétales jaunes et 6 étamines verts attachées en un cône qui recouvre le pistil, de sorte qu'en conditions normales, la tomate est autoploïde. (FAO, 1988).



Fig.1. Fleur du fruit de tomate (Anonyme,2000).

### III. Les principales variétés cultivées :

Une variété de tomate idéale devrait répondre aux caractéristiques suivantes :

Croissance indéterminée, entrenœuds courts et excellente fructification sous des températures basses.

La plante devrait produire des bouquets réguliers (6-8 fleurs) (Fig.1.), et des fruits de taille moyenne du type 3-5 loges (80-120g) uniformément rouges, savoureux, fermes, de bonne conservation et supportant bien le transport. La variété devrait être résistante à la maturation inégale, à l'insolation et aux crevasses.

Il devrait être possible de créer une autre variété, présentant les mêmes caractéristiques tout en étant du type à croissance semi déterminée ou déterminée.

Les variétés hybrides sont : Noria, Eley, Carmello, Vémonc, Amphora, Futuria, Viga, Luca, Quatuor, Balca, Prisca.

Ces variétés sont cultivées dans des différentes régions du monde. Portugal, Espagne, Italie, Tunisie, Algérie, Maroc, Egypte, France, Liban....etc. (FAO, 1988).

La gamme des variétés de tomate industrielle conseillées évaluant rapidement d'année en année pour la tomate destinée à la concentration : Isola F 1, Nemapro F1, Castone, Cannery row (variété de référence), Promo, Cigalou, Coudoulet (CHAUX et FOURY, 1994).

#### 1. Types de tomate :

Cinq principaux types de tomates sont présentés dans le tableau ci-dessous (Tab .1.).

On trouve des tomates (en tant qu'ingrédient principal) utilisés dans des recettes différentes. (Anonyme, 2000).

Tab.1 .Différents types de tomate :

Tomates	Détails sur ce type de tomate
 <p>Tomates allongées</p>	Ces tomates sont délicieuses en salade, avec une pincée de sel, ou bien dans une pizza.
 <p>Tomates cerise</p>	Elles feront sensation lors d'un cocktail avec différentes sauces froides. Elles peuvent aussi faire une belle décoration dans une salade.
 <p>Tomates côtelées</p>	Elles seront cuites dans des gratins, des ratatouilles. Elles font penser aux tomates que l'on trouvait dans les jardins de nos grands-parents.
 <p>Tomates grappes</p>	Elles sont souvent par groupe de 6 ou 7. Elles se consomment avec plaisir, de la même façon que les tomates allongées.
 <p>Tomates rondes</p>	Les sauces tomates, ou dans les garnitures.

## 2. Classification:

**Règne :** Plantae

**Division :** Magnoliophyta

**Classe:** Magnoliopsida

**Ordre :** Solanales

**Famille :** Solanaceae

**Genre :** *Solanum*

**Nom binominal :**

*Solanum lycopersicum* L., 1753 (HAFFAD, 2006).

**Nom vulgairise :** Tomate. (ELOSTA, 1998 in AYED, 2006).

#### IV. Répartition internationale :

L'Espagne et l'Italie sont les deux pays les plus concernés par la culture protégée dont la tomate occupe 29,5% de la production mondiale (en Italie), puis viennent la Grèce, la Tunisie et le Maroc.

Ainsi, si on considère la production de l'ensemble du territoire méditerranéen, la tomate se classe en tête par 65 millions de tonnes, soit 35 à 40% du total ce qui le classe dans les premiers rangs (CIHEAM, 1992).

##### ❖ L'importance de la tomate en Algérie :

La population algérienne est de par ses habitudes alimentaires, grande consommatrice de concentré de tomate. La satisfaction de ses besoins, sans cesse croissants, passe en grande partie par l'importation.

En Algérie, la tomate occupe une place stratégique dans le secteur des légumes et fruits, on peut distinguer les deux types de cultures (FAO, 1988):

- Culture sous serre pour la tomate maraîchère, occupant en 1995/1996, 6,04% de la superficie agricole totale destinée aux cultures maraîchères, avec une production de 8,96% du total de la production maraîchères.
- Culture en plein champs pour la tomate industrielle qui évolue de plus en plus et occupe ces dernières années presque la totalité de la superficie agricole destinée aux cultures industrielles (ONS, 1988).

**Tab .2. Evolution de la production des cultures maraîchères et industrielles de tomate en Algérie (ONS, 1988)**

production période	Production totale (par tonnes)	Production maraîchère (par tonnes)	Production industrielle (par tonnes)
1989/1990	4.101.900	2.958.920	1.051.980
1995/1996	7.190.000	2.818.680	4.371.320

Avec une production nationale de 278.000 tonnes; l'Algérie s'est placée en 1998 au 9<sup>ème</sup> rang des pays producteurs de tomate industrielle du bassin méditerranéen, loin derrière l'Espagne et l'Italie (Agroligne n° 03).



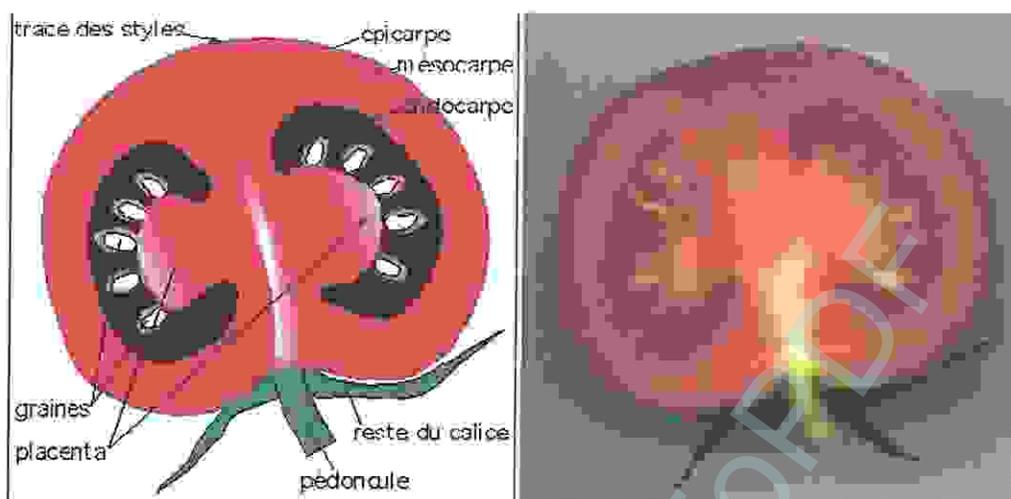


Fig. 03. Coupe transversale d'un fruit de tomate (Anonyme, 2000).

## VI. Croissance et développement :

Au moment de la fécondation, les grains de pollen des arthères adhèrent au stigmate, déclenchent la formation des graines. L'ovaire devient le fruit, on dit que le fruit est moué.

La courbe de croissance du fruit est d'allure sigmoïde et comprend trois périodes :

- Une première phase de croissance, lente, d'une quinzaine de jours après l'anthèse (Floraison), pendant laquelle a lieu la majorité des divisions cellulaires.
- Une deuxième phase de croissance rapide jusqu'au stade vert mature, c'est la phase de grandissement cellulaire.
- Une troisième phase de deux semaines, de faible croissance, phase de maturation c'est pendant laquelle le fruit évolue vers fruit mur apte à être consommé, c'est une période de transformation biochimique. (GRASSELLY *et al.*, 2000).

### ➤ Les facteurs et les exigences de développement :

L'évolution saisonnière du fruit dépend de la différence en matière sèche entre les différentes variétés et elle résulte des éléments suivants:

- De l'effet du climat: lumière, température et déficit de saturation de l'air, sur l'activité des sources et sur le flux entre les différents organes par exemple au printemps, l'allongement de la période d'ensoleillement et l'augmentation du rayonnement optimisent le rendement photosynthétique et par conséquent le taux de matière sèche à cause de l'augmentation de la transpiration du fruit (LEONARDI *et al.*, 1999).
- De l'équilibre entre les sources et les puits : sur la plante (entre racines et fruits) qui contrôle en partie les flux d'eau et de carbone vers le fruit.

- De la salinité de la solution nutritive : qui conditionne l'alimentation hydrique du fruit. Par exemple un stress hydrique engendré par des salinités fortes; affecte le flux d'eau mais pas le flux de carbone.
- Ces fortes salinités de la solution sont connues pour augmenter la teneur en matière sèche des fruits, cependant des défauts de qualités apparaissent en forte salinité. (GRASSELLY *et al.*, 2000).
- L'eau : la consommation totale pour la tomate est estimée à 130l/plante où les besoins diffèrent selon les phases physiologiques de développement. (Anonyme N°8).

## VII. La composition biochimique du fruit :

On entend par la composition biochimique d'un aliment, la concentration en éléments essentiels qui sont répartis en cinq catégories : protides, lipides, glucides, vitamines et minéraux.

En outre, l'eau comme constituant fondamental et d'autres éléments dont les acides organiques et les enzymes. Toutes ces substances, combinées de différentes manières dans les aliments, leur confèrent non seulement leurs textures, gout, odeur, valeur nutritive mais conditionnent aussi leurs aptitudes à la conservation (ROUX, 1995).

### 1- La teneur en matière sèche:

Une tomate mure est composée; de 93 à 95% d'eau; soit 5 à 7% de matière sèche. Environ la moitié de la matière sèche est composée de sucres, un quart d'acides organiques, d'acides aminés, de minéraux, de lipides et un quart de protéines, pectines, cellulose, hémicellulose.

La teneur totale de la matière sèche peut être mesurée par pesée, avant et après séchage, du fruit dans une étuve. On peut également mesurer la matière sèche solide soluble donnée par l'indice réfractométrique.

La teneur finale en matière sèche totale dépend des qualités relatives (tenue et texture) et de la teneur en eau et d'assimilats importés par le fruit pendant sa croissance.

En effet, le fruit vert, qui contient des chloroplastes, est capable de produire environ 10% de sa matière sèche, les 90% restants sont importés depuis les feuilles.(GRASSELLY *et al.*, 2000).

### 2- Les sucres:

Les glucides constituent le groupe le plus important des substances organiques entrant dans la composition chimique des végétaux, cette teneur varie en fonction de divers facteurs :

température, irrigation, engrais (BODNAR *et al.*, 1999). Chez la tomate, l'amidon et les hexoses sont stockés en quantité équivalente pendant les stades précoces de développement du fruit (environ 3 semaines). Par la suite, les sucres sont stockés principalement sous forme de fructose et de glucose et en bien moindre quantité le saccharose. Ils représentent près de la moitié de la matière sèche du fruit mur. (à peu près 65%). L'intensité de la saveur sucrée de la tomate reste limitée car la quantité de sucres est relativement faible.

Au début de la maturation, lors de l'apparition des premiers pigments de coloration, la teneur en sucres augmente légèrement grâce aux fortes températures et aux forts ensoleillements, puis se stabiliser (DAVIES et HOBSON, 1981).

#### ❖ Dosage

Les sucres peuvent être mesurés par différentes méthodes :

- Par chromatographie liquide haute performance (HPLC), une séparation des sucres sur une colonne et une détection de concentration par réfractométrie.
- Par dosage enzymatique par des enzymes spécifiques de chaque sucre.
- Par colorimétrie : dosage des sucres par complexe cuprique (complexe cuivreux dont on mesure leur densité optique) (ROUGERAEU, 1981).

### 3- Les acides:

Le goût acide est un facteur déterminant dans l'acceptabilité des fruits et de leurs produits. De même, on utilise le rapport sucres/acidités (coefficient de maturité) comme grandeur intervenant dans la détermination de la maturité. (LAROUSSE, 1991).

Les acides sont des déterminants pour la saveur de la tomate. Plus d'un huitième de la matière sèche du fruit est composée d'acides organiques essentiellement l'acide citrique, acide malique, et les acides aminés dicarboxyliques (acide glutamique, acide 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 dans la perception de la saveur acide du fruit.

Le jus de tomate constituant un milieu tampon, une grande variation des acides libres ne se traduit pas par une variation importante du pH il se situe entre 4 et 4,5, avec plus d'acides et moins de sucres dans le gel que dans le péricarpe. (DAVIES et HOBSON, 1981).

**❖ Mesure de l'acidité :**

- Par mesure enzymatique .
- Par neutralisation à la soude décimale, en présence d'un indicateur de couleur, jusqu'au pH=8,1.
- Par mesure à l'aide d'un titreur automatique, PH mètre. (GRASSELLY *et al.*, 2000).

**4- Les pigments (Caroténoïdes) :**

Le B-carotène et le lycopène sont les caroténoïdes responsables de la couleur des tomates. Ils leur confèrent des propriétés nutritionnelles intéressantes liées à leur pouvoir antioxydant et vitaminique (dans le cas de B-carotène), (Fig4 I et II). Pendant la phase de maturation du fruit, il y a dégradation de la chlorophylle par voie enzymatique et accumulation de B-carotène et de lycopène donnant respectivement au fruit sa couleur orange puis rouge.

Cette dégradation dépend de la température et des fortes intensités lumineuses de photo oxydation.

Le carotène s'accumulerait dans les globules lipidiques et sa concentration serait maximale au stade rouge tournant, alors que le lycopène s'accumulerait au niveau des membranes internes et sa concentration serait maximale au stade rouge clair. (HAFFAD, 2006)

**❖ Effets de caroténoïdes :**

Les caroténoïdes nous offrent de nombreux bienfaits, à savoir:

- Diminution du risque de maladies cardio-vasculaires allant jusqu'à 50 %
- Diminution du risque de cataracte
- Réduction de la sensibilité de la peau à la lumière
- Diminution du risque de certaines formes de cancer (HAFFAD, 2006)

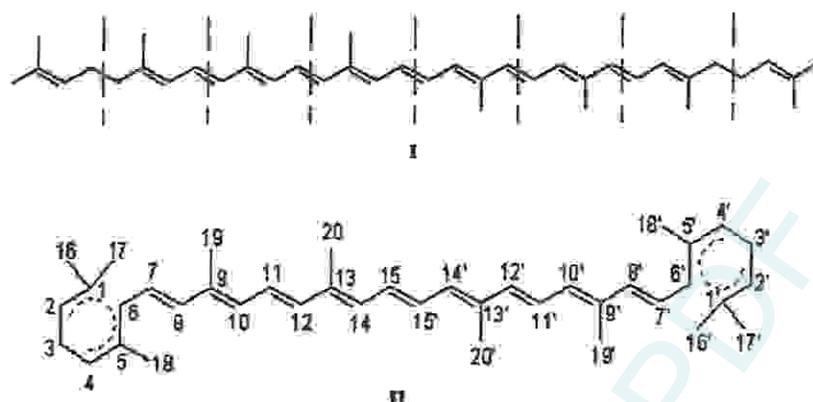


Fig .4. Structure lycopène (I) et du carotène (II) de la tomate (AGRAWAL *et al.*, 2000)

Contrairement à la vitamine A, les caroténoïdes sont considérés comme n'ayant aucun problème de toxicité par surdosage, donc aucune répercussion sur la santé des consommateurs. En effet, la conversion des provitamines A en vitamines A se trouve sous le contrôle d'un mécanisme cellulaire de régulation selon les besoins du corps et diminue lorsque les stocks du corps sont au plein (KAEGI, 1998).

Le lycopène est le caroténoïde prédominant de la tomate avec un taux plus de 95%. (TOUCCI *et al.*, 1995).

En raison de sa structure chimique le lycopène est l'anti-radical libre le plus efficace, particulièrement contre les espèces radicalaires oxygénées. C'est une molécule de formule  $C_{40}H_{56}$  (PM=536) C'est un pigment appartenant à la classe des terpènes caroténoïdiens, caractérisé par une structure acyclique symétrique.

Dans la tomate, le lycopène se trouve sous sa forme trans, qui est sa configuration la plus thermostable dans la nature (STAHL *et al.*, 1992. AGARWAL *et al.*, 2000).

Le lycopène est présent dans le corps humain à 50% sous sa forme cis. Il exerce son activité d'antioxydant qui est 10 fois plus élevée que celle de tocophérols (STAHL *et al.*, 1996).

Les peaux, qui représentent en matière sèche environ 1% du poids du fruit frais, contiennent environ 0,15% ce caroténoïde dont 75% de lycopène, colorant liposoluble de couleur rouge (ESPIARD, 2002).

#### ❖ Action des lycopènes :

Le lycopène soumis à une réaction d'oxydation se casse au niveau des doubles liaisons de carbone pour donner des molécules plus petites, chacune doublement liée à un atome d'oxygène. Bien que les liaisons C=O donnent aussi un pigment, ces molécules sont trop courtes pour absorber suffisamment de lumière pour apparaître colorées. De même, une réaction de réduction peut lui faire perdre sa couleur en saturant ses atomes de carbone (les

doubles liaisons se transforment en simples liaisons).

Le lycopène est liposoluble et non hydrosoluble. (HAFFAD, 2006).

#### 5- Les minéraux :

Les minéraux représentent 8% de la matière sèche du fruit mur. Les plus importants sont K, P, Mg, l'azote sous forme  $\text{NO}_3$ . Seuls les mécanismes de transport et le rôle des ions Ca, K sont mieux cernés, en raison de leur importance dans les processus de croissance du fruit. Les fruits sont des puits importants pour les minéraux, surtout pour P et K (65% de l'absorption de la plante), moins pour Mg (10 à 35 %) et Ca (5 %) (HOL *et al.*, 1987).

Le rôle des minéraux c'est l'élaboration de la qualité :

- Une alimentation riche en azote tend à diminuer la teneur en sucre de fruit.
- L'apport en Mg peut réduire la proportion des fruits irréguliers ainsi que l'indice des défauts et la formation des fruits creux.
- L'apport de chlore augmente également l'acidité des fruits. (EHRET et HOL, 1986).

#### 6- L'eau :

Principal constituant de tous les tissus vivants, il représente chez les fruits près de 80 à 95% (HARKATI, 2000). Elle circule selon le gradient décroissant du potentiel hydrique, c'est à dire des zones les plus hydratées vers les zones les moins hydratées. (GRASSELLY *et al.*, 2000).

L'eau accumulée par le fruit est utilisée pour sa transpiration et surtout pour la croissance des cellules et le maintien de la turgescence.

La transpiration d'un fruit de tomate est relativement fiable puisque l'eau transpirée correspond environ 10% de l'eau importée (LEONARDI *et al.*, 1999).

#### 7- Les vitamines :

Les vitamines sont des substances organiques, sans valeur énergétique propre, qui sont nécessaire à l'organisme et que l'homme ne peut pas les synthétiser ou en quantité insuffisante. Elles doivent donc être fournies par l'alimentation (Anonyme, 2000).

En ce qui concerne la tomate, d'après SOUCI (1994), à côté de provitamine A qui se présente en quantité très importante, elle est représentée avec d'autres vitamines : vitamine E, vitamine B6, vitamine C, vitamine K, en quantité assez intéressante.

Les principales vitamines contenant dans la tomate, sont concerné comme des antioxydants les plus efficaces. (Vit E, vit C, B-carotène qui est cité auparavant) :

### ❖ Vitamine E (tocophérols) :

Ce sont des composés d'origine végétale mineurs en quantité mais importants par leur propriété antioxydant et leur activité vitaminique E, qui a été d'origine de leur découverte par Evans en 1922 (MACHLIN, 1980).

Se sont des substances liposolubles pratiquement insolubles dans l'eau et extractibles par solvants organiques, ils se présentent sous forme d'huile visqueuse légèrement colorée en jaune (CLAUDE et LEGER, 1992).

Parmi les aliments qui contiennent la vitamine E sont les fruits (1mg/100g de produit). Certainement, elle présente dans la tomate le troisième antioxydant (après leycopène et acide ascorbique) elle est exclusivement présente dans les grains de tomates (GROBER, 2000).

#### ➤ Rôle :

C'est une vitamine d'anti-stérilité chez l'homme et d'anti-avortement chez la femme (ADRAIN *et al.*, 1995). Elle participe à la lutte contre la prolifération des cellules cancéreuses et à la protection des acides poly insaturés des réactions d'oxydations et de peroxydations qui aboutissent à la production des dérivés toxiques c'est pourquoi son besoin est proportionnelle à la richesse en acides gras essentiel (0,6 g de vit E/g d'acide linoléique).

#### ➤ Dosage :

La méthode utilisée pour doser la vitamine E consiste à l'extraire grâce à un solvant tel l'éther de pétrole et à la doser selon la méthode de Rougereau à la spectrophotométrie à 510 nm (ROUGEREAU, 1981).

### ❖ Vitamine C :

C'est une vitamine très soluble dans l'eau, sensible à la chaleur et à l'oxygène et aux oxydants, connue sous le nom chimique d'acide ascorbique

D'après Herbert (1994), la vitamine C n'est pas vraiment un antioxydant contre les radicaux libres, en réalité c'est un agent redox (REBERFROID, 2002).

Les principales sources de vitamine C sont les fruits, en particuliers les tomates dont ils présentent à l'état naturel et en quantités assez important surtout dans les tomates encore immatures avec une diminution de son taux lors de la maturation du fruit.

(CHAUX *et al.*, 1994).

Il y a une synthèse active d'acide ascorbique, à partir de glucose, au cours de la maturation de fruit, ce taux est décroît pendant l'entreposage du fruit

(CHEFTEL *et al.*, 1984).

**➤ Rôle :**

C'est un réducteur qui réagit avec le dioxygène de l'air l'empêchant ainsi d'oxyder d'autres molécules organiques; ce qui provoquerait leur rancissement (mauvais goût) ou leur changement de couleur (brunissement) (PASCAUD, 1998 ,RUASSE, 1998).

**➤ Dosage :**

La méthode utilisée pour le dosage de la vitamine C est une méthode normalisée, volumétrique au 2,6-dichloro-phénol- indophénol. L'acide ascorbique s'oxyde facilement surtout en milieu alcalin, en acide dehydroascorbique.

L'action réductrice de l'acide ascorbique sert de base à la détermination chimique du composé, a pH acide, l'acide ascorbique décolore le 2,6-dichloro-phénol-indophénol ; la réaction est quantitative et permet une détermination de l'ascaubémie (PASCAUD, 1998).

**8- Les protéines :**

Les concentrations sont présentes en faible concentration dans la majorité des fruits et légumes. Ils sont toutefois d'une importance capitale, en tant qu'enzymes impliquées dans le métabolisme des fruits au cours de leur croissance.

La teneur en protéines dans la tomate est de 9,7 à 1,2% de leur poids (HARKATI, 2000).

La consistance des produits dérivés de tomate est due, en plus aux polysaccharides, même aux protéines initialement présents dans le fruit (BOUMENDJEL *et al.*, 2002).

**9- Les lipides :**

Ce sont des esters d'acides gras, dont les plus importants contenus dans les aliments, sont les triglycérides. Ils sont des éléments Caloriques par excellence. Ils présentent sous formes de trace dans la plupart des fruits et légumes ; on ce qui concerne la tomate leurs concentration est de l'ordre de 0,2 à 0,3% (HARKATI, 2000).

Les graines, qui représentent en matière sèche 1,5 à 2% du poids des tomates fraîches, contiennent 20 à 250% de lipides dont 40% d'acide oléique et 30% d'acide linoléique (ESPIARD, 2002).

### VIII. La valeur nutritionnelle du fruit de tomate :

La tomate est un fruit qui contient de nombreux antioxydants comme les caroténoïdes (B-carotène et lycopène), les tocophérols les polyphénols et l'acide ascorbique (MATOS, 2000). Elle a donc une teneur élevée en eau (94%) et pauvre en calories (SOUCI *et al.*, 1994).

L'acidité de la tomate fraîche et sa richesse en sels minéraux lui confèrent le pouvoir de lutter contre l'acidité stomacale, la constipation, la viscosité du sang, les calculs, l'arthritisme (Agroligne N° 2).

Le corps a besoin de nouveaux antioxydants pour combattre contre les radicaux libres très réactifs. Leurs attaques peuvent aboutir à une longue série de pathologie telles que : Cancer, Athérosclérose, déclin du système immunitaire, dysfonctionnement du cerveau et cataracte (STAHL *et al.*, 1996).

L'importance de l'étude des paramètres nutritionnels tels que les antioxydants de la tomate est qu'ils constituent la richesse même du fruit, puisque le lycopène tel provitamine A ; possède des vertus thérapeutiques reconnues par diverses instances scientifiques de la médecine et de la biologie (BOUMENDJEL *et al.*, 2002).

**Tab. 3. Composition nutritionnelle de la tomate fraîche par 100 g de produit**

	Eau (g)	Protéines (g)	Lipides (g)	Hydrates de carbones(g)	Valcur énergétique (kcal)
Le fruit de tomate	93,1	0,7	0,3	3,1	17

**Tab .4. Composition de la tomate en minéraux en mg/100g de produit**

	Na	K	Ca	Mg	Fe	Cl	P
Le fruit de tomate	9	250	28,5	13,5	0,5	55	24

Tab .5. Composition de la tomate en vitamines en ug/100g de produit (SOUCI *et al.*, 1994.OLLAND *et al.*, 1997).

	Rétinol	Carotène	Vitamine D	Vitamine E	Vitamine B6	Vitamine B12	Vitamine C
Fruit de tomate	84	1300	0	930	100	0	24,5

### IX. Les avantages de la consommation de la tomate :

La tomate a donnée naissance à une industrie puissante en industries agro-alimentaires, dans un marché mondial. Ses propriétés : couleur, acidité, teneur en sucres lui valent son succès.

Sa valeur nutritionnelle qui n'est pas trop élevée mais sa concentration en 10 vitamines et les sels minéraux la place au 16<sup>ème</sup> rang parmi les principaux fruits et légumes, elle est aussi considéré à la limite fruit et légume puisque l'on fait des confitures (ROUX, 1995).

### X. Les maladies de la tomate :



Chancre bactérien de la tomate

Mildiou sur fruit

Fig.5. Les Maladies de la tomate (Anonyme, 2000)

#### 1- Maladies cryptogamiques :

- La fonte des semis, *Pythium spp.* et *Rhizoctonia solari*,
- L'anthracnose
- L'alternariose de la tomate
- La cladosporiose de la tomate est due à *Fulvia fulva* (*Cladosporium fulvum*). Il existe des variétés résistantes à cette maladie
- Le pied noir de la tomate
- La septoriose

- La pourriture grise due à *Botrytis cinerea* se manifeste par des taches brunâtres, couvertes d'une moisissure grise, sur feuilles, tiges et fruits. C'est l'une des principales maladies affectant les tomates cultivées en serre.
- Le mildiou de la tomate est dû à *Phytophthora infestans*, champignon pathogène qui attaque aussi la pomme de terre. C'est une maladie fréquente, favorisée par une forte humidité relative et des températures comprises entre 10 et 25 °C, qui provoque de graves dégâts aussi bien en plein champ que sous abri (Anonyme, 2000).

### 2-Maladies bactériennes :

Le chancre bactérien de la tomate est dû à *Clavibacter michiganensis*, bactérie connue sous le nom de *Corynebacterium michiganense*. Les symptômes en serre sont une marbrure du fruit et un flétrissement du feuillage.

Le flétrissement bactérien dû à *Ralstonia solanacearum* est la maladie la plus importante en zone tropicale. Des variétés résistantes ont été sélectionnées (Anonyme, 2000).

### 3-Accidents physiologiques :



Fentes de croissance radiales



Nécrose apicale

Fig.6. Les Accidents physiologiques (Anonyme, 2000)

Le fruit de la tomate peut être sujet à diverses atteintes liées à des carences physiologiques ou à des phénomènes climatiques.

C'est le cas de la « nécrose apicale », parfois appelée « maladie du cul noir », qui se manifeste par des plages de nécrose à la base du fruit, du côté opposé au calice, vite envahies par des champignons saprophytes. Elle est due à un taux de calcium insuffisant dans le fruit, insuffisance qui peut être induite par un arrosage irrégulier. Certaines variétés y sont plus sensibles que d'autres, en particulier les formes allongées comme la San Marzano.

Les « fentes de croissances » qui apparaissent sur la moitié supérieure du fruit, près du calice, peuvent être annulaires ou concentriques. Elles affectent surtout les variétés anciennes. Leurs causes sont multiples, notamment des averses fréquentes ou un arrosage excessif.

Le « coup de soleil » causé par un ensoleillement excessif se traduit par une lésion décolorée, en position latérale ou supérieure. C'est souvent la conséquence d'un effeuillage excessif (Anonyme, 2000).

#### ❖ Toxicité et risques alimentaires :

La plante contient dans tous ses organes de l' $\alpha$ -tomatine, glycoalcaloïde stéroïdal 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. La teneur en tomatine est faible pour les tomates rouges (mûres), de l'ordre de 0,03 à 0,08 mg/100 g et nettement plus élevées pour les tomates vertes (immatures), de 0,9 à 55 mg/100 g, sans danger toutefois pour la consommation humaine. (Anonyme, 2000).

La consommation de tomates, en particulier de tomates crues, peut provoquer chez certaines personnes 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 tend à augmenter avec le mûrissement du fruit. (Anonyme, 2000).

Les tomates fraîches peuvent être contaminées par la salmonelle. Cela s'est notamment produit en Amérique du Nord, vers la fin du printemps 2008 (à partir du 16 avril), entraînant leur retrait des grandes chaînes de restauration et de certains magasins. Aux États-Unis, on recensait au 11 juin 2008, dans 23 États, au moins 228 cas d'intoxications par la salmonelle dus à la consommation de tomates contaminées, provoquant 25 hospitalisations. Au Canada, aucun cas n'a été rapporté (Anonyme, 2000).



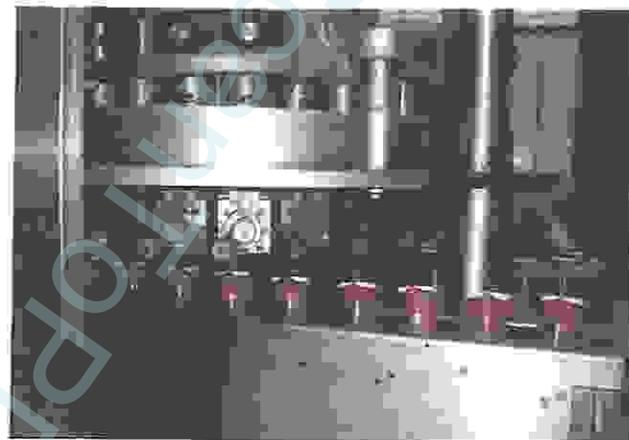
**Fig.7.Moisissures sur tomates mûres(Anonyme,2000)**

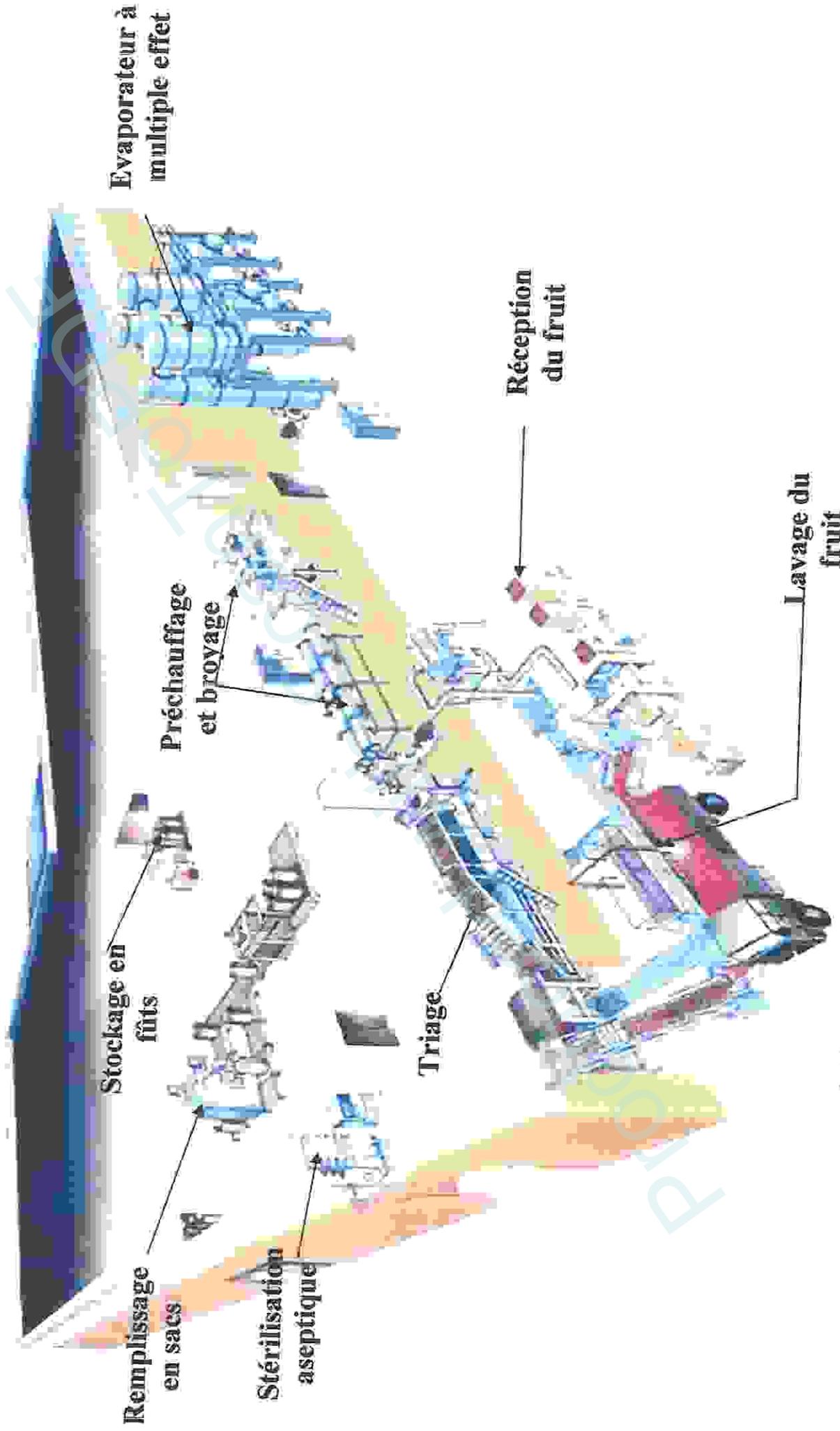
Les tomates trop mûres peuvent être sujettes à diverses moisissures, comme *Penicillium expansum*, et contenir de ce fait des mycotoxines thermostables comme la patuline. Ces mycotoxines peuvent se retrouver dans des produits dérivés comme les jus de tomate.

Produced with Scan PDF

Chapitre : 02

# *Transformation industrielle de la tomate*





**Schéma général de la transformation industrielle de la tomate**

## I. Définition des tomates en conserves :

La dénomination tomate en conserves désigne le produit préparé à partir de tomates mures et lavées, conformes aux caractéristiques du fruit *Lycopersicon esculentum* Mill issues de variétés (cultivars) rouges ou rougeâtres propres et essentiellement saines. Conditionnés et soumis avant et après conditionnement dans un récipient hermétiquement clos, à un traitement thermique approprié destiné à empêcher la détérioration. Il faut éliminer les pédoncules ; les calices et le coeur des tomates (CODEX ALIMENTAIRES, 1995).

La tomate donne lieu à la production de sauces plus ou moins concentrées, aromatisées et conditionnées, dont les plus simples sont dénommées concentrées de tomate. (ESPIARD, 2002).

**Autre définition :** La dénomination "purée de tomates" accompagnée des Qualificatifs "mi-réduite", "mi-concentrée", "concentrée", double concentrée", "triple concentrée", ainsi que les dénominations abrégées telles que "tomates mi-réduites", "tomates mi-concentrées", "tomates concentrées", ou "concentré de tomates", "tomates double concentrées" ou "double concentré de tomates", etc. (JORA N° 077, 1997, ARTICLE N°3).

On entend par purée de tomates concentrée, le produit du tamisage des fruits frais de tomates *Lycopersicon esculentum* L. concentré par élimination partielle de l'eau qu'il renferme. L'addition facultative de sel, d'épices et d'amorces est autorisée. (JORA N° 077 du 26-11-1997, ARTICLE N°2).

## II. Caractères variétaux de la tomate destinée à la transformation :

### 1- Avant la transformation :

Toutes les variétés de tomate ne sont pas bonnes pour faire du concentré. Chacune a ses aptitudes propres que l'on peut distinguer à deux niveaux: agronomique et technologique, autrement sur le plan culturel et sur le plan de transformation.

De nombreux caractères variétaux font l'objet d'une recherche attentive pour améliorer à la fois le rendement et la qualité (MONTIGAUD *et al.*, 1983).

D'après (CHOUX et FOURY, 1994) . Quatre objectifs principaux de sélection de tomates de bonne qualité destinée à la transformation industrielle sont innumérables :

- **Résistance aux maladies :** il s'agit d'un caractère mono génique dominant assurant une bonne stabilité des mécanismes de résistance.

• **Accroissement des rendements** : on cherche à l'obtenir par la modification du nombre et de grosseur des fruits et même la croissance dans des conditions extrêmes de température basse et élevée.

• **Adéquation à la mécanisation**. Elle porte des améliorations sur la teneur en matière sèche, la structure du fruit la vitesse de maturation qui conditionne grandement la résistance aux manipulations et la durée possible de stockage.

• **Amélioration de la qualité**: en termes d'industrie, on cherche à concilier les exigences technologiques et agronomiques contradictoires des industriels et producteurs afin d'améliorer l'appétit aux conditionnements et aux transports (résistance aux chocs) et la capacité à supporter les délais de commercialisation.

D'après (MONTIGAUD, 1983). Les meilleurs produits se récoltent à la fin de mois de juillet et au mois d'août. Les fruits doivent être bien colorés, l'indice de réfraction est à son plus haut niveau. La précocité est indispensable pour obtenir une production de qualité mais aussi pour avancer la date d'ouverture des usines.

Les tableaux suivants définissent les paramètres de qualité de la tomate industrielle en Algérie

**Tab.6. Caractéristiques de qualités organoleptiques de la tomate en Algérie.**

Qualité organoleptique	Caractères
Couleur	Rouge caractéristique de tomates mures.
Texture et consistance	Sensiblement homogène, pas de séparation en deux phases liquide et solide.
Saveur	Absence de saveurs étrangères ou anormales, notamment le goût du brûlé ou caramel.
Odeur	Absence d'odeurs étrangères ou anormales.

**Tab.7. Caractéristique de qualités physicochimiques de la tomate en Algérie.**

Caractères	Teneur en % de résidu sec
Teneur minimum en sucres totaux (exprimés en sucres intervertis)	45 %
Acidité totale maximum (exprimés en acide citrique hydraté)	10%
Teneur en sel alimentaire**	3%
PH	4,5

\*\* pour les purées de tomate

## 2- Après la transformation :

L'aptitude de la tomate pour la fabrication de concentré est dominée pour la richesse en extrait sec en moins de 5,5 en indice de réfraction total. Cependant d'autres caractères importants sont aussi à considérer, à savoir :

- Le pH du produit transformé est de 4,2 à 4,5
- La couleur qui est devenue un facteur primordial du choix de consommateur.
- Les rapports sucres/indice de réfraction >55% et sucres/acides <8% qui sont des éléments entrant dans l'appréciation gustative.

• La viscosité de jus qui ne doit pas être trop élevée sous peine de perturbations dans le procédé de concentration.

Le tableau suivant représente les spécifications de qualité de double concentré de tomate qui doit les reprendre:

**Tab.8. Caractéristique des qualités organoleptiques et physico-chimiques de conserves de tomate (JORA N° 077,1997, ARTICLE N° 07).**

Caractère	Spécification
Couleur	Rouge caractéristique de tomate mure.
Texture et consistance	Sensiblement homogène, pas de séparation en Deux phases (liquide et solide).
Impuretés	Présence tolérée d'impuretés naturelles végétales, visibles seulement après examen microscopique attentif.
Saveur et arôme	Absence de saveur et d'odeurs étrangères ou anormales, notamment de goût de brut ou de caramel.
Teneur minimum en sucres totaux (exprimés en sucre inverti) p. 100 de résidu sec.	35 – 45
Acidité totale maximum (exprimée en acide Hydraté) p. 100 de résidu sec	10
Teneur maximum en impuretés minérales insolubles dans l'eau p.100 de résidu sec.	0,1

### ❖ **Spécifications microbiologiques des conserves de tomate :**

D'après les épreuves de stabilité des différentes conserves acides dont le pH est inférieur à 4,5 et à base des denrées végétales ; la tomate en conserve comporte les étapes suivantes :

- Etuvage de deux (2) unités d'échantillonnage durant vingt et un (21) jours à une température de 30°C
- Etuvage de deux (2) unités d'échantillonnage durant sept (7) jours à une température de 55°C.
- Mise à la température ambiante (20 à 25 degrés Celsius) de l'unité d'échantillonnage témoin.

➤ A l'issue des différentes épreuves effectuées:

- Aucun défaut apparent, notamment le bombement, le flocage ou le fuitage ne doit être constaté;
- la variation de pH entre les unités d'échantillonnage étuvées et l'unité d'échantillonnage témoin mise à la température ambiante pendant les périodes retenues, ne doit pas dépasser 0,5 unités.
- il y a absence de variation de la flore microbienne du point de vue qualitatif et du point de vue quantitatif, le facteur R doit être inférieur à 100 ( $R < 100$ ), par rapport au témoin; le facteur  $R = n/n_0$  où:

n: est le nombre moyen de germes pour l'unité incubée

$n_0$  : est le nombre moyen de germes pour l'unité témoin. (JORA N°035, 1998).

### **III. Traitement industriel de la tomate :**

Le transport et le stockage temporaire doivent être assurés dans les meilleures conditions de rapidité et de préservation du fruit. La température de stockage doit être comprise entre 2 et 10°C.

Pour la transformation de ce fruit, ces traitements conduisent à deux types de produits : Les purées concentrées, Les tomates pelées, entières ou concassées.

Tous ces produits doivent être conformés aux caractères de concentration ci-après :

**Tab.9. Teneur en résidu sec des différents types de purées de tomate (JORA N°077, 1997, ARTICLE N°03).**

Dénomination des produits de tomates	Teneur en résidu sec (en%)
Purée de tomates mi-réduite 11%	11 au minimum
Purée de tomates mi-concentrée 15%	15 au Minimum
Purée de tomates concentrée 22%	22 au minimum
Purée de tomates double concentrée 28%	28 au minimum
Purée de tomates triple concentrée 36%	36 au minimum

Des tonnages moins importants sont traités pour la fabrication de jus et des produits surgelés ou déshydratés, ces deux derniers peuvent être repris pour des élaborations Spéciaux en vue d'en extraire de l'huile de pépins, des saponines des stérols des caroténoïdes et de lycopes, les coûts élevés d'extraction limitent ces activités. Ils peuvent aussi utilisés dans l'alimentation de bétails (CHAUX *et al.*, 1994).

## IV. Ligne de fabrication du concentré de tomate :

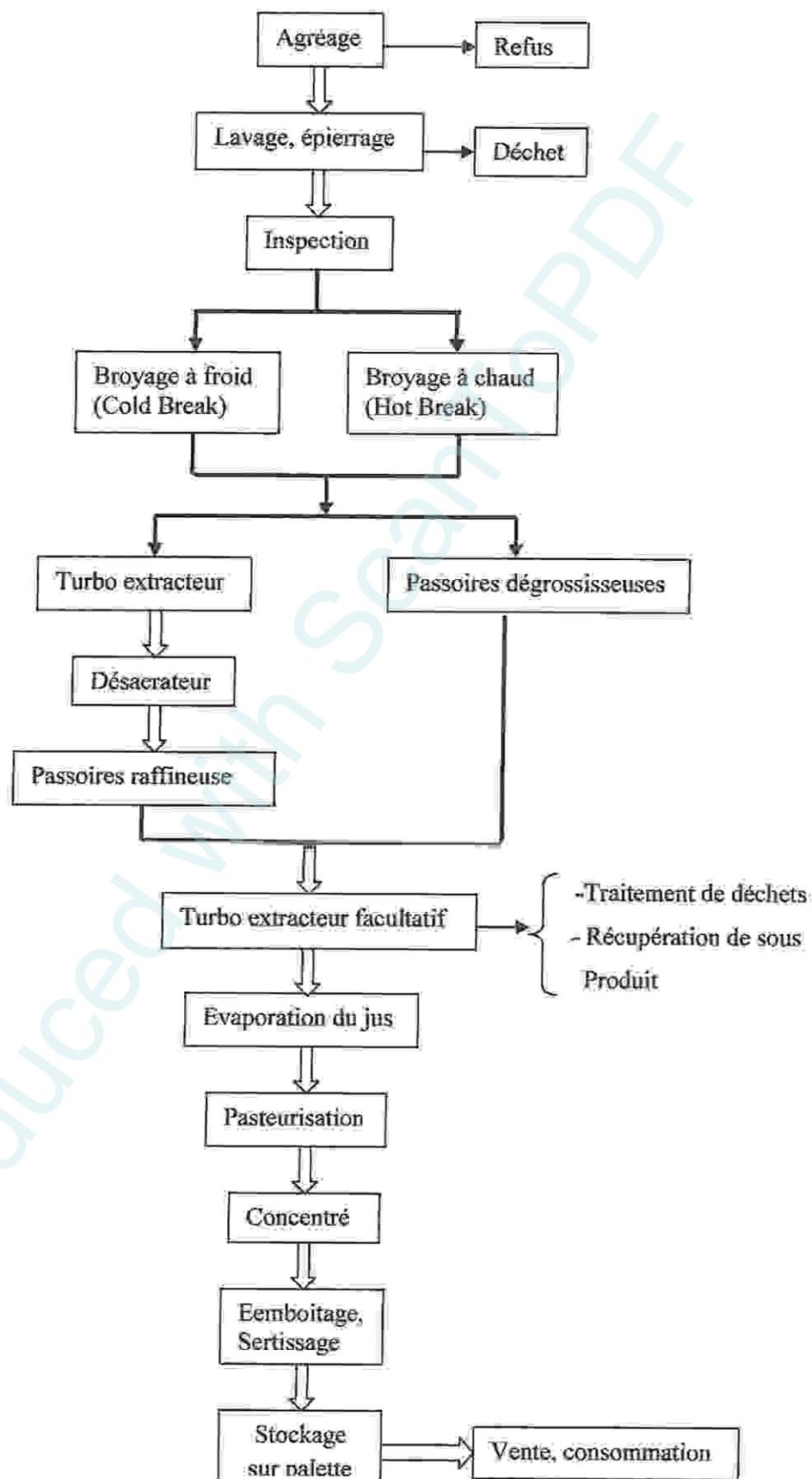


Fig.8. Diagramme de fabrication du concentrée de tomate

## V. Fabrication de la tomate concentrée :

**1. Lavage :** Les tomates doivent être lavées avant inspection. Dans les usines traitent les tomates en caisses, alors sont déversées automatiquement dans une fosse contenant de l'eau. Les tomates sont lavées puis rincées et dirigées par un convoyeur sur les tables d'injection. Dans d'autres installations utilisant des piscines, le transport est hydraulique.

Les tomates sont triées manuellement sur des tables d'inspection, les tomates défectueuses sont envoyées aux déchets par convoyeur à bonde. (MONTIGAUD *et al.*, 1983).

**2. Broyage :** les tomates inspectées doivent être broyées sous forme de pulpes qui après élimination des peaux et des graines, constituent la matière première du concentré. (MONTIGAUD *et al.*, 1983).

D'après ROUX, (1994), le broyage s'effectue sur des lots de variétés connus et spécifiques, «commandés ». On pratique d'abord l'extraction des graines, sur les tomates ouvertes entre deux rouleaux, le liquide contenant les graines s'écoule dans une cible rotative où la séparation se fait par centrifugation rapide. Les parties entières de la pulpe passent alors dans un broyeur où effectue le concassage.

**3. Préchauffage:** C'est en quelque sorte une pasteurisation flash développée à l'USA pour le fameux KETCHIP

Les tomates sont en général soumises, aussitôt après broyage à un échaudage rapide (hot break) dans un échangeur de chaleur, ce réchauffage d'une part facilite la séparation de la peau et d'autre part vise à inactiver les pectines estérases et une partie des pectines polygalacturonases dont l'action très rapide abaisse la viscosité et de ce fait la déstabilisation physique du produit (séparation en trois couches : précipité, sérum limpide, débris celluloses à la surface) (CHEFTEL *et al.*, 1984).

Les deux enzymes impliquées sont une pectine méthylestérase et une polygalacturonases. La deuxième existe sous plusieurs formes isométriques qui possèdent parfois des thermorésistantes différentes. De plus, l'inactivation thermique n'est jamais totale aux températures moyennes, elle est progressive et ne devient complète qu'à des températures dépassant et de loin les 85°C. (DIANA FACHIN *et al.*, 2003).

L'extraction à chaud a d'autres avantages, elles entraînent l'aseptisation du fruit, évite toute oxydation du jus extrait sous ambiance vapeur et avec ce procédé on obtient une amélioration de la viscosité du jus obtenu qui donne un produit plus crémeux et une couleur rouge plus vive (ESPIARD, 2002).

**6. Phase finale :** Le traitement thermique après remplissage et sertissage des boites est classique. La pasteurisation suffit de quelque dix secondes à 85°C. On utilise des échangeurs tubulaires à double enveloppe, à contre courant, ou à surface raclée. La pasteurisation est réalisée car le concentré à l'inertie thermique suffisante, elle s'effectue en flash. (ROUX, 1994).

Le remplissage à température élevée contribue à assurer le vide dans l'espace libre de la boite après refroidissement

Pour éviter une décontamination avant le sertissage des boites, et assurer la pasteurisation, il est nécessaire se respecter les conditions suivantes.

- ✓ Sortie du pasteurisateur à une température de l'ordre de 92°C ;
- ✓ Procéder le plus rapidement entre la pasteurisation et le sertissage ;
- ✓ Utiliser des sertisseuses fonctionnant en système fermé pour éviter la décontamination extérieure
- ✓ Soumettre les boites vides (retournées) à l'action d'un jet de vapeur pour les

Stériliser. (LAROUSSE, 1991).

Le traitement thermique des boites est lié à leurs formats : de 0,5 à 3 kg, la température au coeur des boites doit atteindre à 95°C et le temps varie de 43 à 120 min. Ces conditions s'améliorent en régime d'agitation (rotation des boites en autoclave pour la stérilisation du couvercle).

**7. Valorisation des déchets :** les déchets sont de moins au moins jetés en décharges, ils sont mis en tas pour la décomposition et mélangés à la terre et au jardinage. Sous l'égide de l'institut de l'élevage à Paris et grâce au Réseau National d'Essai et Décentration (RNED), des études ont été conduites pour la récupération des jus, des graines et des déchets de tomates utilisées directement pour les tourteaux ou on les mélangés avec les drèches fraîches (résidus solides de l'orge de brasserie) pour la nourriture de bétail. (ROUX, 1994).

**8. Remplissage en fûts du produit aseptique :** Après concentration le produit de la tomate est rempli en sac aseptique de polyéthylène de 180 à 220kg nécessaire pour les gros utilisateurs ou le concentré est un produit intermédiaire puis en les remplacent dans des bidons d'acier (CHEFTEL *et al.*, 1984).

## VI. Valeur nutritionnelle :

Les études épidémiologiques attestent l'existence d'une corrélation positive entre la consommation des produits à base de tomate riche en antioxydants et la diminution du risque de développement de certaines pathologies telles que Cancer et Athérosclérose. Ceci fait dériver la tomate des aliments de valeurs nutritionnelles intéressantes pour la santé de l'homme (BOU MANDJEL *et al.*, 2002) .

**Tab.10. La valeur nutritionnelle des deux produits dérivés de la tomate (Pour 100g de produit) (SOUCI, 1994 et ROLLAND, 1997)**

	Concentré de tomate	Purée de tomate
Eau*	68,9	93,9
Protéine*	4,5	2,5
Lipides*	0,2	1,8
Hydrates de carbone*	5,5	10,96
Valeur énergétique*	39,2	83
Chlore**	490	520
Sodium**	59	51
Potassium**	115	236
phosphore**	70	73
Calcium**	60	15
Carotène***	71	350
Vitamine E***	537	542
Vitamine C***	9,00	16,5
Lycopènes**	21,6	4

\* en g

\*\* en mg

\*\*\* en µg

\* Kcal

Selon les tables de composition alimentaires citées par SOUCI, le concentré de tomate contient à peu près une teneur en matière sèche 4 fois supérieur à celle de la tomate fraîche, il est une excellente source en nutriments concentrés dans cette matière.

Les conserves de tomates en général, contiennent à peu près  $\frac{3}{4}$  de vitamine C par rapport à la tomate fraîche ou mure.

## VII. L'importance de traitement :

Ce traitement a pour effet de détruire ou d'inhiber totalement, d'une part les enzymes et d'autre part les microorganismes et leurs toxines dont la présence ou la prolifération pourraient altérer la denrée considérée ou la rendre impropre à l'alimentation humaine. (CHEFTEL *et al.*, 1984).

La stérilisation du produit doit prendre en considération la résistance des spores à la température, l'oxygène et le pH. (WIMJONGEN, 2002).

## VIII. Mode de stérilisation :

La mise en œuvre du procédé appert selon la méthode classique comporte :

- ✓ L'introduction du produit, convenablement préparé, dans un récipient en boîte, bocal ou flacon.
- ✓ La fermeture hermétique du récipient
- ✓ Le traitement thermique du récipient avec son contenu
- ✓ Refroidissement

## IX. L'effet du traitement sur la composition de l'aliment :

La stérilisation est l'un des traitements thermique les plus sévère respecté pour achever la stabilité commerciale des aliments, c'est très clair que :

- Les produits qui ont subis ce traitement ; ayant une grande perte de leurs nutriments.
- Ses nutriments ont une sensibilité à la destruction par la température est sont : les vitamines, les acides aminés. Et si on utilise une température de stérilisation élevée, leur influence sur le produit ne pourrait jamais l'estimé.

La sévérité du traitement thermique est déterminées par :

- Le pH du produit (les produits qui ont un pH acide requis un temps de traitement plus prolongé pour assurer la destruction des germes de *Chlostridium botulinum*)
- Composition du produit (protéine, lipide, une concentration élevée de saccharose augmente la résistance thermique des microorganismes).
- Transfert de la chaleur dans l'aliment (convection, conduction).
- Nature et la taille de l'emballage.
- La nature et le mode de l'application de ce traitement (agitation et aseptie).(WIM JONGEN, 2002).

## **X. Transformation biochimique du produit au cours du Traitement industriel:**

### **1. Effet sur les protéines :**

Le traitement thermique modéré provoque la dénaturation des protéines avec perte de leurs activités biologiques. Le dépliement lié à la dénaturation favorise la digestion par les protéases.

Ces effets sont variables et dépendants :

- Des interactions protéines-glucides réducteurs (réaction de Maillard) sont l'origine des dommages les plus fréquents sur les protéines alimentaires et même au cours de stockage.
- Des interactions protéines-lipides avec oxydation et protéines polyphénols.
- De la sévérité plus ou moins grande du traitement thermique. (ROUX, 1994).

### **2. Effet sur les minéraux**

Globalement il n'y a pas de grande inquiétude quant à l'influence de traitement sur les pertes en sels minéraux.

Les sels minéraux sont moins vulnérables que les autres nutriments. Ils subissent bien sur des pertes par dissolution lors de l'appertisation et de la cuisson ménagère, une partie de ces sels se trouve donc dans les jus de conserves ou de cuisson (entre 10 à 50 % des sels totaux).

Ces traitements ont des effets sélectifs et augmentent les rapports Na/K et Ca/P et pour Mg, Fe, Zn sont très peu affectés. (ROUX, 1994).

### **3. Effet sur les lipides :**

Le chauffage à l'abri de l'air n'apporte pas de modification et précise que le vernissage des parois des contenants empêche l'oxydation des lipides par contact avec les catalyseurs métalliques. Les acides gras non saturés ne sont pas affectés.

(Anonyme N° 08, 1992).

### **4. Effet sur les vitamines :**

C'est un domaine plus complexe en raison des sensibilités très spécifiques que présente les vitamines aux contraintes imposées par le traitement de conservation des aliments (ROUX, 1994).

L'oxydation de l'acide ascorbique est augmentée au fur et à mesure de l'augmentation de la température et aboutit jusqu'au 70%.

Le taux d'oxydation est dépendant de la présence d'oxygène dissout et la présence d'enzymes (WIMJONGEN, 2002).

# *Partie expérimentale*

Produced with ScanTopDF

*Matériel  
&  
Méthodes*

Produced with  
ScantopDF

Dans le but de comparer l'effet de deux traitements thermiques sur la qualité des concentrés de tomate industrielle, nous avons étudié des paramètres biochimiques, physicochimiques, nutritionnels, et microbiologiques. Nous avons eu à comparer donc des processus technologiques et leur effet sur les paramètres qualités étudiés. Cet effet nous avons suivi deux types de produits : le SCT (Simple Concentré de Tomate) et le TCT (Triple Concentré de Tomate).

### **I. Lieu de travail :**

La partie expérimentale, comprenant l'étude du processus et certaines analyses qualité s'est passée au niveau d'une conserverie de la région de Guelma, commune de Bouati, Mahmoud ; la CAB (Conserverie Ben Amor) du groupe "Amor Ben Amor".

Certaines analyses ont été effectuées au sein du laboratoire même d'auto contrôle de l'unité de production de la conserverie. Le reste des analyses a été réalisé au niveau des laboratoires de la Direction de la Santé et de la Population (DDSP) de la wilaya de Guelma et laboratoire de département de génie des procédés.

### **II. L'échantillonnage :**

Selon les points critiques observés sur le processus technologique, nos prélèvements ont ciblé les étapes qui ont un éventuel changement sur la qualité physicochimique, qualité microbiologique, et qualité nutritionnelle.

L'échantillonnage a été mené en prenant en considération :

- La taille de l'échantillon (formats des boîtes) ;
- Les points de prélèvement ;
- La température de stérilisation,
- La vitesse et la durée de passage au stérilisateur ;
- Le type de stérilisateur utilisé.

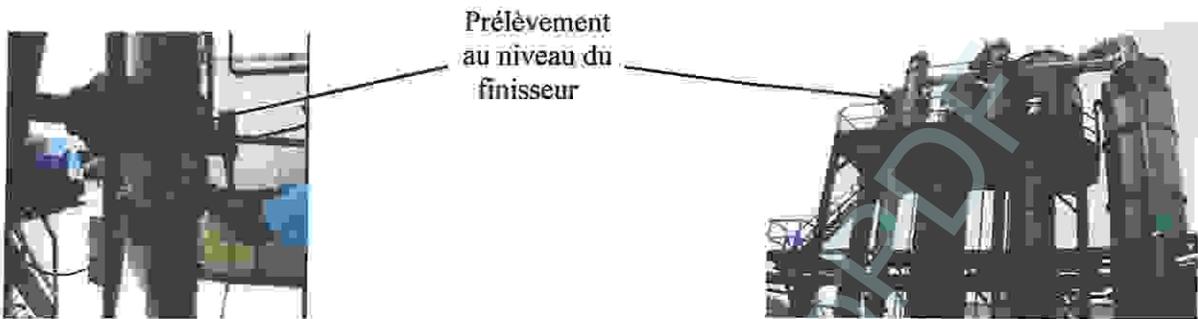
### **III. Prélèvement des échantillons :**

Nos prélèvements ont été effectués sur deux types de produits dérivés de la tomate : Le simple et le triple concentré de la tomate.

Les points critiques choisis à prélever nos échantillons sont :

- Avant la stérilisation
- Après le passage au stérilisateur

a) Concernant le triple concentré, nous effectuons le premier prélèvement au niveau du finisseur de l'évaporateur (MV 1000), avant le passage direct au stérilisateur. Le produit a une température de  $72,8^{\circ}\text{C}$ .



**Fig.9. Prélèvement du triple concentré de tomate (avant stérilisation)**

Le deuxième prélèvement serait au niveau d'une remplisseuse spéciale suspendu par un palan au dessus des futs ; dans des petits sacs aseptiques (sacs d'échantillonnage).

La température de stérilisation est de  $101,2^{\circ}\text{C}$ , le débit de passage par le chambrage est de 7000l/h et dur à peu près de 15 à 20 secondes, la température au cœur des sacs à la sortie et après le refroidissement est de  $46,1^{\circ}\text{C}$ .



**Fig.10.prélèvement au niveau de la remplisseuse**

b) Pour le simple concentré de la tomate, les prélèvements ont été effectués sur les formats des boites (1/2) et sur deux types de stérilisateurs :

- Stérilisateur tunnel à vapeur fonctionne à température de  $96^{\circ}\text{C}$  (SIG1/2) avec une vitesse de 500boites/min. l'échantillon qui a été prélevé au niveau de la sertisseuse a une température de  $89,7^{\circ}\text{C}$  (au cœur de la boite) et la durée totale de cette stérilisation est de 45min. La température au cœur des boites à la sortie soit de  $49,4^{\circ}\text{C}$ .
- Stérilisateur bassin mené de douches d'eau chauffée (FBL4/4) fonctionne à température de  $92^{\circ}\text{C}$  avec une vitesse de 300boites /min. la durée totale de stérilisation est de 48min. la température du produit à la sortie soit de  $38,9^{\circ}\text{C}$ .

## 1-2) Mesure des matières sèches solubles : (Méthode réfractométrique) (matières solubles naturelles - Brix)

❖ **But :** Evaluer la teneur en sucres exprime en pourcentage de saccharose.

### ❖ Appareillage :

- Réfractomètre type d'Abbe de Zeiss ou réfractomètre universel de Zeiss, muni d'une échelle graduée indiquant l'indice de réfraction, et ayant une précision de 0,0005. Le réfractomètre doit être ajusté de telle sorte qu'il fasse apparaître un indice de réfraction de 1,3330 pour l'eau distillée, à une température de 20°C.
- Morceaux de tissus carrés, de 10cm de côté



Fig.12.Réfractomètre

### ❖ Mode opératoire :

- Amener la solution d'essai ou l'échantillon à une température proche de celle de mesure .
- Mélanger l'échantillon afin de la rendre homogène.
- Placer environ 10g du produit au centre d'un carré de toile, rassembler 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.
- Eliminer les premières gouttes.
- Laisser tomber quelques gouttes sur le prisme de mesure du réfractomètre; rabattre le prisme d'éclairage sur le prisme de mesure en le pressant bien contre ce dernier et procéder à la lecture.
- Amener la ligne divisant les zones claires et foncées de la surface de champ de division à l'intersection des fils de réticule et lire la valeur de l'indice de réfraction
- Si la température de la lecture n'est pas exactement celle à laquelle l'instrument est étalonné, corriger la lecture d'après la table de correction fournie avec l'instrument.

### ❖ Expression des résultats :

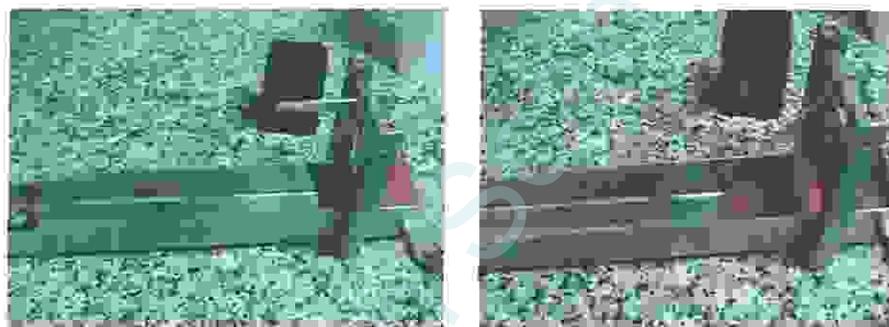
L'expression des résultats doit se faire en pourcentage de matière sèche soluble ou Brix. Pour l'échelle indiquant le pourcentage en masse de saccharose

**1-3) Mesure de la consistance : (Méthode Bostwick)**

❖ **But :** Evaluer l'indice de consistance du produit qu'on est entraîné d'analyser.

❖ **Mode opératoire :**

- le consistomètre Bostwick est constitué d'une tôle en métal, pliée, tout le long de laquelle une guillotine sépare la cellule porte l'échantillon du parcours de mesure qui a d'habitude une longueur de 24 cm avec un étalonnage tous les 0,5 cm.
- Le parcours en centimètre que le concentré dilué à 12,5 Brix et contenu dans la cellule porte échantillon, fait dans un temps de 30 secondes.
- Une fois, après la dilution du concentré jusqu'au résidu optique de référence, la détermination doit être faite à la température ambiante (20°C).



Avant 30secondes

après 30secondes

Fig.13. Viscosimètre Bostwick.

❖ **Expression des résultats :**

- Les résultats de cette analyse sont d'habitude obtenus après faite la moyenne de trois mesurages successifs dont lesquels le front du jus de tomate aura permis la lecture exacte de la valeur d'écoulement (il faut obtenir un front concave)

✓NB : La dilution de l'échantillon jusqu'à 12,5 Brix se calcule par la formule suivante :

$$\text{La quantité d'eau ajoutée} = \frac{\text{Quantité de produit. Brix du produit}}{12,5} - \text{Quantité du produit.}$$

**1-4) Dosage de l'acidité titrable : (Méthode titrimétrique)**

- ❖ **But** : Mesurer approximativement la teneur tût du produit en acides naturels.
- ❖ **Principe** : le dosage étant effectué par titration avec des bases fortes (la soude NaOH) en solution décimale par virage d'un indicateur approprié.
- ❖ **Réactifs**: Solution de la soude 0.1N, Solution d'hydro alcoolique de phénol phtaléine à 0,05%
- ❖ **Mode opératoire** :
  - Peser 10 g de produit dans un bécher de 100cm<sup>3</sup> ;
  - Transvaser dans une fiole jaugée de 200cm<sup>3</sup> ;
  - Ajuster à 200cm<sup>3</sup> avec l'eau, bien agiter puis filtrer ;
  - Prélever 50 ml du filtrat, les mettre dans une fiole conique de 1l et diluer avec 300 à 400 ml d'eau distillée ;
  - Ajouter 5 à 6 gouttes de phénol phtaléine ,
  - Titrer avec la soude 0,1 N jusqu'au changement de couleur vers le rose clair.

❖ **Expression des résultats:**

L'acidité est exprimée en gramme d'acide citrique monohydrate par 100 g de produit.  
(1 ml de NaOH = 0,07g d'acide citrique hydraté).

$$\text{Acidité} = \frac{V \cdot 0,07 \cdot 200 \cdot 100}{10 \cdot 50 \cdot P} = \frac{V \cdot 1400}{\text{Brix} \cdot 50} \quad (\text{en pourcentage})$$

V : (ml) volume de NaOH versé pour obtenir le virage

P : (g) poids de la prise d'essai. (NF 05-101).

**1-5) Mesure du couleur (Méthode de Gartner):**

- ❖ **Principe**: L'analyse de la couleur a été normalisée, par le bureau communautaire de référence (BCR).
- ❖ **Mode opératoire** :
  - Pour assurer la bonne pratique de l'instrument il faut d'abord le brancher au moins deux heures avant toute lecture, pour permettre au filament d'éclairage de la lampe de se chauffer.
  - Il faut calibrer l'appareil avant d'effectuer les mesurags par des carreaux en céramique spéciaux, le premier a la couleur noire (standard) et le deuxième a la couleur spécifique de la tomate

(BCR), ce carreau a des valeurs de référence concernant la luminosité, la couleur rouge et la couleur jaune

- Une précaution très utile consiste à placer autour de soi même et au dessus du conteneur porte échantillon, un couvercle foncé, par exemple une boîte vernie noir à l'intérieur, pour éviter que la lumière externe puisse arriver aux cellules photoélectriques du colorimètre et fausser les résultats.
- Diluer l'échantillon à 12,5 Brix avec eau distillée et mélanger soigneusement faisant attention à la formation des bulles d'air,
- Remplir le beaker en verre optique jusqu'à  $\frac{3}{4}$  de son volume contrôlant qu'il n'y a pas des bulles d'air dans la solution,
- Placer l'échantillon sur la fenêtre de lecture équipée de l'adaptateur en plastique approprié du colorimètre.

#### ❖ Expression des résultats:

Dans les clauses contractuelles et dans la pratique commerciale, on trouve souvent la description de la couleur des dérivés de la tomate exclusivement en termes de rapport rouge/jaune ( $a_L/b_L$ ).

Le colorimètre détermine les valeurs de ces paramètres :

La luminosité (L), la couleur rouge (a) et la couleur jaune (b) puis le rapport recommandé par les normes a/b.

#### 1-6) Détermination de la teneur en chlorures totaux (Méthode volumétrique) :

- ❖ **But** : déterminer la teneur en chlorures de conserve de tomate qui est le pourcentage en masse de chlorure de sodium.
- ❖ **principe** : précipitation des chlorures par addition d'un excès d'une solution de nitrate d'argent avec une solution titrée de Thiocyanate de potassium.
- ❖ **Réactifs**: Nitrobenzène- Acide nitrique solution 4N ( $\text{HNO}_3$ ) - Nitrate d'argent 0,1N ( $\text{AgNO}_3$ )- Thiocyanate de potassium 0,1 N ( $\text{KSCN}$ )- Sulfate double d'ammonium et de fer III(  $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4 \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$  )
- ❖ **Matériels**: Homogénéisateur- Becher (250ml)- Fiоле jaugée (250ml)- Pipettes (1, 3, 5, 20ml)- Fiоле conique (200ml)- Burette (25ml).
- ❖ **Mode opératoire** :
  - Peser environ 25g de l'échantillon dans le bécher (250ml) ;
  - Ajouter 100ml d'eau chaude en mélangeant le contenu du bécher jusqu'au l'obtention d'une consistance homogène ;

- Porter le contenu du bécher à l'ébullition et l'y maintenir durant 1 min ;
- Refroidir, transvaser quantitativement le contenu du bécher dans la fiole jaugée (250ml) et compléter au trait repère avec l'eau distillée ;
- Mélanger soigneusement, laisser reposer durant 15min puis filtrer sur papier filtre plissé en recueillant le filtrat dans un récipient sec;
- Prélever à l'aide d'une pipette : 20ml du filtrat et les introduire dans la fiole conique ;
- Ajouter 5ml de la solution d'acide nitrique et 5ml de la solution de sulfate double d'ammonium et de fer III ;
- Verser à l'aide d'une burette un volume ( $V_1$ ) de la solution de nitrate d'argent suffisant pour obtenir, après la précipitation des chlorures, un excès de solution de nitrate d'argent compris entre 5 et 10ml;
- Ajouter 3ml de nitrobenzène et agiter vigoureusement le contenu de la fiole pour coaguler le précipité ;
- Titrer l'excès de nitrate d'argent avec la solution de Thiocyanate de potassium jusqu'à l'obtention d'une couleur brun rouge persistant durant 5min ;
- Noter le volume ( $V_2$ ) de la solution de Thiocyanate de potassium utilisé.

❖ **L'expression des résultats :**

La teneur en chlorures, exprimée en pourcentage en masse de chlorures de sodium est donnée par la formule :

$$0,005845(V_1 - V_2) \frac{100 \cdot V_3}{M \cdot V_4} = \frac{0,5845(V_1 - V_2) \cdot V_3}{M \cdot V_4}$$

D'où

$V_1$ : Volume de la solution de nitrate d'argent utilisé ;

$V_2$ : Volume de la solution de Thiocyanate de potassium ;

$V_3$ : Volume de la solution auquel a été porté le filtrat par dilution

$V_4$ : Volume de la partie aliquote du filtrat, dilué, prélevée en vue de titrage ;

M : masse en gramme de la prise d'essai. (AFNOR, 1980).

## 2 -Analyses nutritionnelles :

### 2.1) Dosage des protéines (Méthode de KJELDAHL)

#### ❖ Principe :

- Minéralisation de l'acide sulfurique en présence d'un catalyseur, cette réaction transforme l'azote organique en sulfate d'ammonium à chaud  $(\text{NH}_4) \text{SO}_4$
  - Alcalinisation des produits de la réaction et distillation de l'ammonium libéré et titrage :
- $$(\text{NH}_4) \text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$$

#### ❖ Mode opératoire :

##### ➤ Minéralisation:

- Introduire dans a matras 1 à 5g de produit à analyser en présence d'un catalyseur constitué par le sulfate de cuivre et le sélénium,
- on ajoute ensuite 15ml d'acide sulfurique concentré et on met le matras à haute température  $420^\circ\text{C}$  jusqu'à ce que le contenu du liquide devienne limpide ou légèrement vert;
- On poursuit le chauffage pendant 30 minutes jusqu'à ce que les vapeurs deviennent transparentes, et après refroidissement on ajoute 75ml d'eau distillée.

##### ➤ Distillation :

- On ajoute 50ml de la soude (30%), la loge à distiller est placée de façon à ce qu'elle plonge dans un bécher qui contenait initialement 25ml d'acide borique et quelques gouttes de l'indicateur Toshiro ;
- On commence la distillation qui continue jusqu'à ce que le volume dans le bécher atteint 150ml et la décoloration de son contenu.

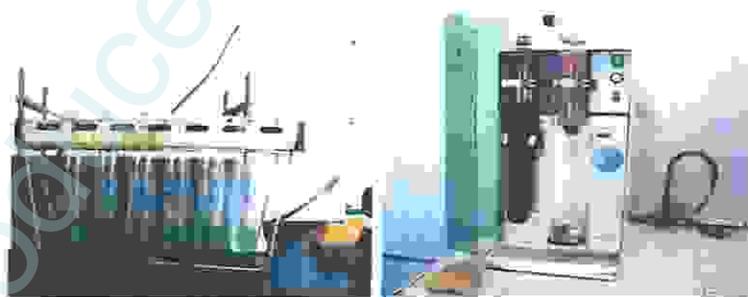


Fig.14. Apparition de la couleur verre après distillation (à gauche)  
jusqu'à la décoloration du contenu du bécher

##### ➤ Titration

- Avec l'acide chlorhydrique 0,1N jusqu'au virage de couleur du liquide contenu dans le bécher;
- En effectue un essai témoin à blanc et on note le volume de titration.



- Papier filtre à filtration rapide,
- Burette de 25 et 50 ml,
- Fiole conique d'Erlenmeyer,
- Pipette de 2 et de 10 ml,
- Fiole jaugée de 200 ml.

❖ **Mode opératoire :**

- Peser une quantité de dérivé de tomate correspondant à peu près à 150/R gr, où R correspond à la valeur de NMSS (Matière Sèche Soluble Naturelle), ici  $R = 22\%$ .
- Transférer la prise d'essai dans un ballon jaugé de 200 ml. Rincer et transférer les eaux de rinçages dans le ballon et compléter jusqu'au trait au moyen d'eau distillée.
- Prélever 100 ml de cette solution au moyen d'une pipette et transférer dans une fiole jaugée de 250 ml.
- Ajouter 4 à 5 ml de solution saturée d'acétate de plomb ; ajouter ensuite avec précaution, 2 gouttes à la fois, jusqu'à ce que le liquide soit clarifié.
- Après clarification, laisser reposer 15 min, ajouter après repos une quantité de solution saturée de sulfate de sodium ou d'oxalate de sodium afin d'éliminer tout excès d'acétate de plomb.
- Après repos de 15 minutes, compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge pour porter à 250 ml. Bien agiter et filtrer. Une partie du filtrat clair est placée dans une burette de 100 ml ; cette solution est prête pour la détermination.
- Pour déterminer la teneur en sucre, deux opérations sont nécessaires

➤ **Détermination d'essai :**

Dans une fiole Erlenmeyer de 200-250 ml placée sur un treillis métallique, transférer 10 ml d'un mélange en parties égales des solutions de Fehling. Le mélange en parties égales des solutions de Fehling A et B est effectué quelques minutes avant la détermination. A l'aide de la burette, ajouter environ 25 ml de la solution sucrée. Porter à ébullition pendant 15 secondes.

Par la suite, ajouter des quantités supplémentaires de solution, toutes les 10 secondes jusqu'à affaiblissement de la coloration bleue.

Ajouter 1 ou 2 gouttes d'indicateur bleu de méthylène et continuer à ajouter la solution sucrée jusqu'à changement complet de la couleur de l'indicateur. Le liquide prend une couleur brune rouge.

Le mélange est porté et maintenu à ébullition calme pendant exactement 2 minutes. (Ou 15 secondes d'ébullition) et compléter la détermination en une minute en ajoutant 2-3 gouttes de solution sucrée toutes les 10 secondes jusqu'à ce que la couleur bleue de l'indicateur vire au

brun rouge.

Soit a la valeur de solution sucrée consommée exprimée en 0,1 ml

Comme cette méthode est empirique, toutes les instructions ci-dessus doivent être suivies strictement

❖ **Expression des résultats :**

La table de Latte-Eynone (Annexe n°01) permet d'obtenir, à partir du nombre de ml de solution sucrée consommée, la teneur en sucre inverti de la solution sucrée.

**2.3) Dosage de la vitamine E (Méthode colorimétrique de EMMERIE et ENGEL):**

❖ **Principe :**

Après saponification de l'échantillon et extraction à l'hexane, les extraits sont purifiés par lavage à l'acide sulfurique et la vitamine E dosée par colorimétrie.

(METHODE D'ANALYSE N°08.96.17).

❖ **Réactifs :**

Acide ascorbique, Ethanol, KOH 50%, Hexane (ou Ether de pétrole 40-60°), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 80%, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhydre, NaHCO<sub>3</sub> solution aqueuse à 5%, Ether éthylique, Solution de FeCl<sub>3</sub>: 50mg FeCl<sub>3</sub> anhydre dans 50ml d'éthanol, Solution de 2-2dipyridyle : 125mg dans 50ml d'éthanol (ces deux solutions doivent être conservées au frais et à l'abri de la lumière.)

❖ **Mode opératoire :**

- Peser une prise d'essai contenant environ 10mg de vitamine E. L'introduire avec 1,5 g d'acide ascorbique et 10ml d'eau distillée.
- Homogénéiser à l'aide d'une baguette.
- Ajouter 40ml d'alcool absolu. Porter à l'ébullition quelques minutes pour chasser l'air) puis ajouter 3ml de KOH 50%. Brancher le réfrigérant et maintenir à l'ébullition 30 minutes.
- Refroidir et ajouter 40ml d'eau distillée.
- Extraire par 4 fois 50ml d'hexane.
- Laver les extraits réunis avec 50ml d'eau distillée.
- Recueillir l'extrait dans un ballon à travers un entonnoir obstrué par un coton imbibé d'hexane.
- Evaporer à sec (en éliminant l'eau par rajout de quelques ml d'alcool absolu en fin d'évaporation).
- Reprendre par environ 30ml d'hexane en transférant dans une ampoule à décanter de 100ml.
- Ajouter 8ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 80%. agiter 2 à 3 minutes (jusqu'à décoloration de la phase

Pe : Prise d'essai (GIZA, 1985).

#### 2.4) Dosage de la vitamine C:

Méthode titrimétrique au Dichloro-2,6 phénol indophénol.

##### ❖ Principe :

A pH acide, l'acide ascorbique décolore le 2,6-dichloro phénol indophénol, il se dégrade en acide dehydroascorbique.

##### ❖ Réactifs :

- Solution d'extraction d'acide oxalique à 2%,
- Solution de colorant (dichloro-2,6 phénol indophénol),
- solution étalon d'acide ascorbique à 1g/ l.

##### ❖ Appareillage:

- Balance analytique,
- Homogénéisateur,
- Burette de 10 et 50ml,
- Matériel courant du laboratoire.

##### ❖ Mode opératoire :

###### a)Extraction :

- Peser, à 0,1 mg près, de 20g de l'échantillon.
- Mélanger cette prise avec la solution d'extraction de façon à obtenir une solution de la tomate avec un Brix équivalent du fruit de la tomate (diluer à 1/5 de la masse de la prise d'essai),
- Filtrer, en rejetant les quelques premiers millimètres du filtrat.

###### b) Etalonnage de la solution de colorant :

- Diluer une partie aliquote de 5ml de la solution étalon d'acide ascorbique avec 5ml de la solution d'extraction
- Titrer rapidement avec la solution de colorant jusqu'à l'obtention d'une couleur rose saumon subsistant pendant 5 secondes,
- Procéder de la même façon pour l'essai à blanc, en remplaçant les 5ml solution étalon d'acide ascorbique par 5ml de la solution d'extraction,
- Soustraire le résultat de l'essai à blanc de volume de la solution de colorant utilisé pour le titrage à d'étalonnage et exprimé la concentration de la solution de colorant en masse, en milligramme d'acide ascorbique équivalent à 1ml de la solution.

**c) Titrage:**

Prélever 25ml de la solution du filtrat obtenu en (a) et titrer rapidement avec la solution colorant jusqu'à l'obtention d'une couleur rose saumon subsistant pendant 5 secondes.

**❖ Expression des résultats:**

La teneur en acide ascorbique, exprimé en milligramme pour 100 g de produit est calculée selon la formule suivante :

$$\frac{(V_0 - V_1) m_1}{m_0} \cdot 100 \quad \text{Où}$$

$m_0$ : la masse en gramme, de la prise d'essai dans la partie aliquote prélevée pour le titrage,

$m_1$ : la masse, en milligramme, d'acide ascorbique équivalant à 1ml de la solution de colorant (voir h),

$V_0$ : le volume, en millimètre, de la solution de colorant utilisé pour le titrage,

$V_1$ : le volume, en millimètre, de la solution de colorant utilisé pour l'essai à blanc.

(METHODE D'ANALYSE N°08.97.22).

### 3- Analyses microbiologiques:

Pour pouvoir déterminer la qualité microbiologique et hygiénique des produits dérivés de la tomate, on effectue des analyses microbiologiques sur certains paramètres.

Notre travail a été réalisé sur deux types de produits dérivés de la tomate

- Le simple concentré de la tomate (en boîtes métalliques),
- Le triple concentré de la tomate (en sacs aseptiques).

Nos analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire de la direction de la santé et de la population (DDSP)

Tous les échantillons ont été soumis à un contrôle microbiologique qui consiste à un test de stabilité d'une part et un dénombrement et une recherche des bactéries saprophytes et pathogènes d'autre part.

#### 3-1) Contrôle de la stabilité :

La présente méthode décrit des méthodes d'examen permettant de vérifier la stabilité biologique d'individus prélevés à partir d'un lot de conserve et reconnus sans défauts susceptibles d'influer sur les résultats. Elle est applicable aux produits de pH supérieur ou égale à 4,5 ainsi qu'à certains produits de pH inférieur.

Le contrôle de stabilité se fait au moyen des épreuves suivantes :

- Placer dans une étuve réglée à 32°C des individus choisis comme normaux et les y laisser 21 jours.
- Pratiquer des examens journaliers de leur aspect extérieur et retirer de l'étuve ceux présentant un bombage ou une fuite

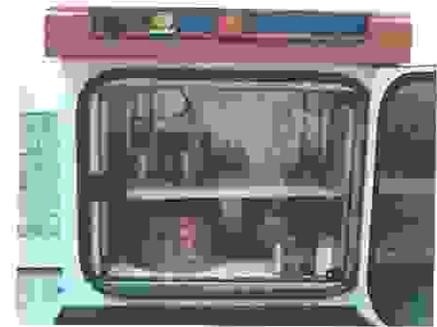


Fig.16. Etuve à 32°C

- Placer dans une étuve réglée à 55°C des individus choisis comme normaux et les y laisser 7 jours.
- Effectuer des examens journaliers de leur aspect extérieur et retirer de l'étuve ceux présentant un bombage ou une fuite.
- Après incubation, examiner l'aspect extérieur des boîtes (si sont flochées, bombées, fuitées).



Fig.17. Etuve à 55°C

- Ouvrir les boîtes et noter les modifications concernant l'odeur, l'aspect et la texture du produit.
- Effectuer des mesurages au moyen du pH-mètre sur les individus incubés et les comparer par celui du témoin conservé à température ambiante (ne dépasse pas 25°C).

**Lecture :**

En fonction de ces examens, un individu est considéré stable lorsqu'il présente après incubation à 32°C ou à 55°C, des caractéristiques suivantes :

- Absence de déformation de l'emballage,
- Différence de pH inférieur de 0,5 unité pH par rapport du témoin.

**3-2) Dénombrement bactérien (Colimétrie) :**

**3-2-1. Dénombrement des coliformes totaux :**

Les coliformes se présentent sous forme des bacilles Gram négatifs, non sporogènes, oxydase négative, aéro-anaérobies facultatifs, capables de croître en présence des sels biliaires et capables de fermenter le lactose avec production de gaz, en 24h à 48h à 30°C (Anonyme, 2005).

Les coliformes sont considérés comme indice de contamination fécale, ils sont dénombrés en milieu liquide par la technique du nombre le plus probable (NPP) à l'aide du bouillon lactosé avec cloche de DURHAM (VBL) réparti en tubes de 10ml.

Le dénombrement s'effectue comme suite :

- Préparer une solution mère, de  $10^{-1}$  de dilution, on dissout 25g de produit dans 975ml d'eau physiologique
- Préparer des dilutions à partir de cette solution mère  $10^{-2}$   $10^{-3}$ ... Introduire 1 ml de la suspension  $10^{-1}$  dans 9 ml de TSE.
- Mélanger, puis prélever 1 ml de la dilution  $10^{-1}$  et l'introduire ensuite dans 9 ml de TSE.
- Transférer, dans trois tubes du milieu, 1 ml de chaque dilution ( $10^{-1}$ ... $10^{-3}$ ).
- Bien mélanger l'inoculum et le milieu en chassant le gaz présent éventuellement dans la cloche de DURHAM,
- Incuber à 30°C pendant 48h

**Lecture :**

Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois :

- Un dégagement gazeux

- Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (indice de fermentation du lactose présent dans le milieu) puis calculer le nombre le plus probable à l'aide des tables de références (V08-015 ; V08-016, Anonymie, 2005).

### 3-2-2 Dénombrement des Streptocoques fécaux :

Les Streptocoques fécaux ou les Streptocoques de groupe D de la classification de Lancefield, se présentent sous forme de cocci à Gram positif, sphériques à ovoïdes formant des chaînettes, ne possédant de catalase mais possédant l'antigène de groupe D.

Le dénombrement se réalise en milieu liquide par la technique du NPP :

- Ensemencer chaque trois tube de milieu Rothe avec 1 ml de chaque dilution ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  et  $10^{-3}$ ).
- Incuber à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 48h ;
- Noter le nombre de tubes possédant un trouble microbien ;
- Repiquer les tubes positifs dans des tubes contenant du milieu EVA Litsky ;
- Incuber les tubes à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 48h ;



Fig.18. Dénombrement des coliformes totaux sur milieu VBL et des streptocoques fécaux sur milieu Rothe

#### Lecture :

La lecture s'effectue sur les tubes contenant des troubles et/ou avec pastille violette au fond des tubes puis calculer le NPP à l'aide des tables de références (ROZIER *et al.*, 1978).

### 3-3) Dénombrement des germes totaux :

Cette flore est appelée aussi flore totale aérobie mésophile (FTAM), elle est un bon indicateur de la qualité générale et de la stabilité des produits ainsi que la qualité des installations (GUIRAUD, 1998).

-Le dénombrement est réalisé en plaçant 1 ml de chaque dilution dans des boîtes de pétri vide et en ajoutant le milieu gélosé

- Le milieu utilisé c'est le TGEA
- L'incubation est réalisée à 30°C pendant 72h

**Lecture :**

La lecture s'effectue sur les boîtes contenant 15 et 300 colonies avec l'apparition de colonies lenticulaires et fluorescentes,

L'expression de nombre de microorganismes /ml par la formule suivante :

$$N_{\mu\text{o/ml}} = \frac{\sum C}{(n_1 + 0.1n_2) d}$$

D'où

C : Nombre de colonies

n<sub>1</sub> : Nombre des boîtes de la première dilution

n<sub>2</sub> : Nombre des boîtes de la deuxième dilution

d : Facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus (V08-011 et V08-016. AFNOR, 1992).

**3-4) Recherche bactérienne :****3-4-1 Recherche des levures et moisissures :**

- Placer 1 ml de la suspension mère et 1 ml des différentes dilutions dans des boîtes de pétri puis en coulant par-dessus un milieu gélosé
- Le milieu utilisé est la gélose Sabouraud
- Laisser refroidir puis couler une autre couche de la gélose
- Incuber les boîtes pendant cinq jours entre 20 et 25 °C.

**Lecture:** La lecture est indispensable au bout de trois quatre et cinq jours (GUIRAUD, 1998).

**3-4-2 Recherche des Staphylocoques :**

Les Staphylocoques se présentent sous forme de cocci en grappe de raisin, Gram+, possédant une catalase et une coagulase.

Selon la disponibilité des milieux de culture, notre technique recommandée pour notre recherche c'est la méthode d'enrichissement sur milieu Giolitti Cantonii puis l'isolement sur milieu Chapman

**a. Préparation du milieu d'enrichissement :**

Au moment de l'emploi, ouvrir aseptiquement le flacon contenant le milieu de Giolitti Cantonii pour y ajouter 15ml d'une solution de Téllurite de Potassium.

Mélanger soigneusement, le milieu est alors prêt à l'emploi.

**b. Ensemencement :**

A partir de la dilution décimale  $10^{-1}$ , porter aseptiquement 1 ml dans un tube stérile.

Ajouter par la suite environ 15ml du milieu d'enrichissement et bien mélanger le milieu et l'inoculum.



Fig.19. Ensemencement dans la solution Giolitti cantonii

**C. Incubation :**

L'incubation se fait à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 24 à 48heures.

**d.Lecture :**

Seront présumés positifs, les tubes ayant virés au noir et pour assurer qu'il s'agit bien d'un développement de Staphylocoques, ces tubes feront l'objet d'une confirmation par isolement sur gélose Chapman préalablement fondue, coulée en boîtes de Pétri et bien séchées.

Les boîtes de Chapman ainsi ensemencées seront incubées à leur tour à  $37^{\circ}\text{C}$  pendant 24 à 48 heures.

Après se délai, repérer les colonies suspectes à savoir les colonies de taille moyenne, lisse et le milieu viré au jaune (Anonyme, 2005).

**3-4-3 Recherche des anaérobies sulfito-réducteurs :**

Les anaérobies sulfito-réducteurs (ASR) se présentent sous forme de bactéries Gram+, se développant sur une gélose viande foie (VF) en trouvant des colonies typiques réduisant le sulfite de sodium ( $\text{Na}_2\text{SO}_3$ ) qui se trouve dans le milieu et en présence de fer donne sulfite de fer ( $\text{FeS}$ ) de couleur noir.

Les spores des ASR constituent un indice de contamination ancienne(Anonyme, 2005).

La recherche de ces bactéries est réalisée comme suit :

- Chauffer environ 25ml de la suspension mère, dans un tube, à 80°C pendant 5 minutes pour but de sélectionner les formes sporulées ;
- Refroidir immédiatement, sous l'eau de robinet
- Le milieu VF est fondu puis additionné d'une ampoule d'Alun de Fer et d'une ampoule de sulfite de sodium ;
- Répartir le contenu du tube chauffer, dans 4 tubes, à raison de 5ml par tube ;
- Ajouter 20ml de gélose préparée au paravent puis mélanger doucement en évitant la formation de bulles d'air ainsi l'introduction de l'oxygène ;
- Laisser solidifier sur pailleuse pondant 30 minutes puis incuber à 37°C pondant 24 à 48 heures,

#### d. Lecture :

La première lecture a été fait après 16 heures en dénombant toutes les colonies noirs de diamètre de 0,5mm, poussant en masse (Anonyme, 2005).



Fig.20. Ensemencement dans le milieu viande foie

### 3-4-4 Recherche des Salmonelles Shigelles :

Les Salmonelles sont des entérobactéries qui se présentent sous forme de Bacilles Gram-, ne fermentant pas le lactose mais fermentant le glucose avec production de gaz et de  $H_2S$ , elles se divisent en deux groupes : les majeures (hautement pathogènes) et les mineures.

#### a. Enrichissement du milieu :

On réalise un enrichissement sur milieu Sélénite-Cystéiné double concentration (100 ml par flacon) et un préenrichissement sur milieu Sélénite-Cystéiné simple concentration (1 ml par tube).

**b. Incubation :**

L'incubation se fait à 37°C pendant 24 heures.

**c. Isolement :**

L'isolement est réalisé sur gélose SS en surface à partir des deux milieux préparé au paravent puis incubé à 37°C pendant 24 heures.

**d. Lecture :**

Les boîtes de gélose subissant une lecture en tenant compte sur les colonies présentent de couleur gris bleu et par fois à centre noir

**e. identification biochimique des colonies :**

Cinq colonies caractéristiques et distinctes feront l'objet d'une identification morphologique et biochimique qui se déroule comme suit :

- ✓ Etat frais (bacilles, mobilité) ;
- ✓ Coloration de Gram (Gram-) ;
- ✓ Ensemencement d'un tube de Kligler (TSI) qui sera incubé à 37°C pendant 24 heures (lactose, saccharose, glucose, gaz et H<sub>2</sub>S),
- ✓ Ensemencement d'un tube de gélose nutritive incliné qui sera incubé à 37°C pendant 24h ;
- ✓ Ensemencement soit d'une galerie biochimique classique (ONPG oxydase, LDC, ODC, ADH, témoin, Urée, TDA, ) ou d'une galerie biochimique API20.



**Fig.21. Galerie caractéristique pour l'identification de Salmonelle-Shigelles**

**V. Analyses statistiques :**

Lors de notre étude, nous avons procédé au traitement statistique des données mesurées au laboratoire afin de comparer les moyennes de nos mesures grâce au logiciel de traitement de données : **Minitab® 13** version française.

Résultats

&

Discussion

Produced with ScanTopDF

Les résultats des dosages et calculs sont exprimés par rapport aux échantillons prélevés d'un même lot et subissent à des différents types de traitements thermiques (à 92°C, à 96°C d'une part stérilisation aseptique d'autre part).

L'analyse statistique et les comparaisons sont réalisées sous forme :

- Un tableau donnant la moyenne des résultats des dosages par 100g de produit analysé ;
- Une figure comportant un histogramme (tiré à l'aide de l'Excel 2003) représentant l'évaluation de la moyenne des résultats des différents paramètres était étudiée sur les cinq séries d'échantillons (pH, Résidus sec, Acidité, Chlorures, Couleur Gartner, Consistance, Protéines, Sucres réducteurs, vit C, vit E).

La représentation de nos paramètres des cinq séries concerne : concentré de tomate sans traitement thermique d'appertisation (CT), concentré de tomate avec traitement thermique d'appertisation à 96°C (CT96°C), concentré de tomate avec traitement thermique d'appertisation à 92°C (CT92°C), Triple concentré de tomate sans traitement thermique d'appertisation (TCT), Triple concentré de tomate avec traitement thermique d'appertisation (TCTS).

Concernant l'étude de l'effet du traitement thermique, en considérant les boîtes de concentré de tomate issues d'un lot homogène de simple concentré et même le triple concentré, nous avons procédé à une analyse de la variance. Le test statistique employé est une Analyse de la variance à un critère de classification en considérant que les lots sont homogènes (cf. Annexe n°02).

Par ailleurs, nous allons réaliser Dendrogramme de similarité de variation des paramètres étudiés, pour voir les paramètres qui sont en relation

### **I-Effet du traitement thermique sur les paramètres de qualité du concentré de tomate :**

Différents paramètres ont été étudiés Brix ; pH ; Acidité Titrable ; Chlorures ; Viscosité Bostwick ; Couleur Gartner L, et a/b ; taux de protéines ; taux de vitamine C ; taux de vitamine E ; sucres réducteurs.

Certains paramètres ont exprimé un effet significatif alors que d'autres sont restés statistiquement invariables.

Tab. 11. Résultat des analyses physico-chimiques et nutritionnelles de CT et TCT à différents traitements thermiques :

Traitement \ Paramètre	CT	CT92	CT96	TCT	TCTS	Ecart Type Groupé
Brix (%)	22,52	22,4	22,57	30,33	29,88	0,0568
PH	4,21	4,21	4,2	4,22	4,21	0,0203
Acidité (%)	5,96	6,04	6,07	6,21	6,27	0,1109
viscosité Bostwick (cm)	8,83	9,06	9,00	5,8	5,8	0,2134
Chlorures(%)	0,63	0,5	0,61	0,43	0,41	0,01886
Couleur L	24,77	24,67	24,41	26,9	26,76	0,121
Couleur a/b	2,38	2,08	2,03	1,83	1,75	0,0115
Protéines mg/100g	3,47	2,95	3,39	5,37	4,81	0,1234
Vit C mg/100g	13,34	12,5	12,26	16,77	14,8	0,803
Vit E mg/100g	2,03	2,04	2,05	3,76	3,53	0,0269
Sucres réducteurs mg/100g	47,41	47,42	47,44	48,42	48,27	0,811

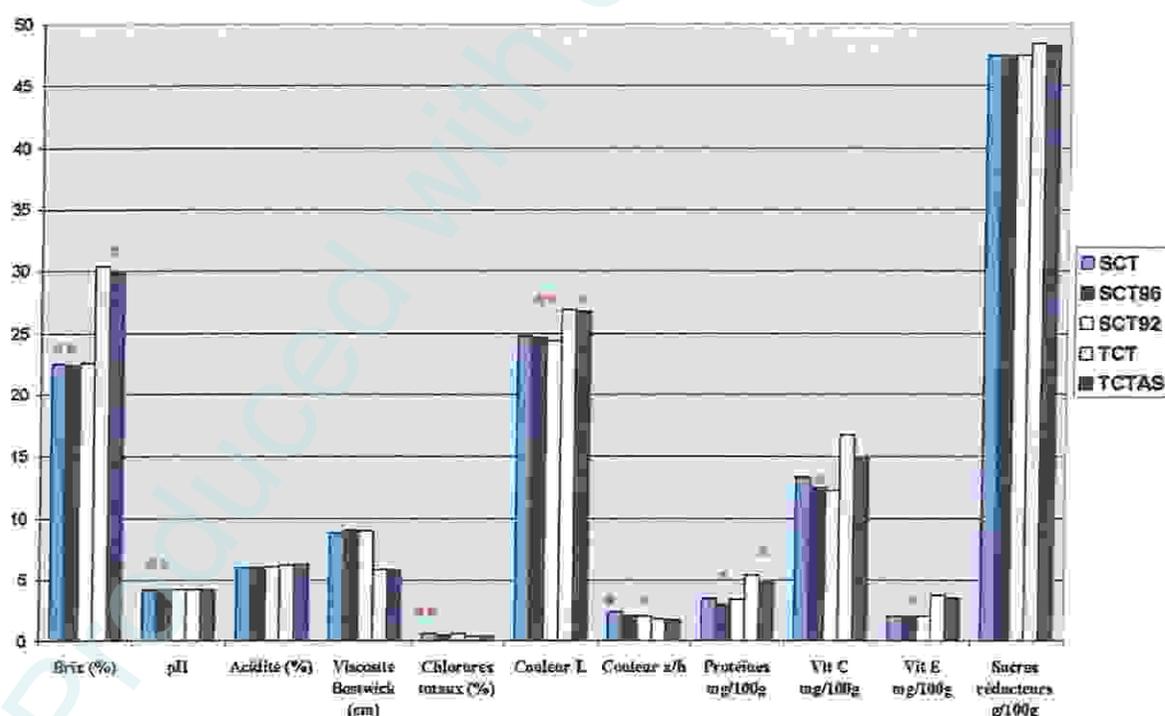


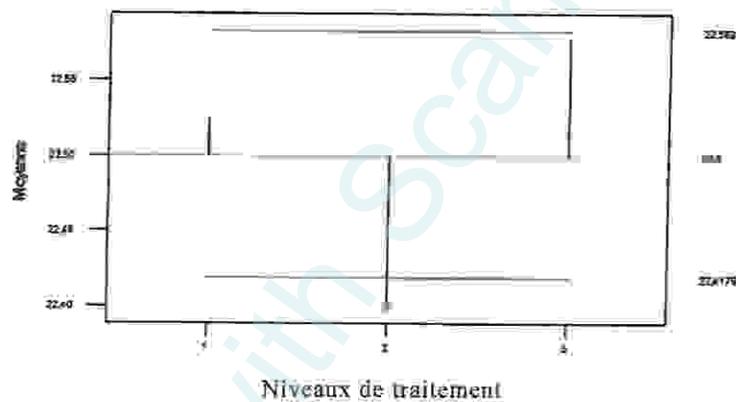
Fig.22. Différentes variations des paramètres pour le concentré sans traitement thermique (SCT), avec traitement d'appertisation à 96°C (SCT96) et à 92°C (SCT92) et le triple concentré de tomate sans traitement thermique (TCT) et avec traitement thermique d'appertisation (TCTAS)

### 1) Concentré de tomate :

Les boîtes de concentré sont prélevées au niveau de la sortie de la doseuse et à la sortie de l'appertisation. De ce fait, nous considérons les échantillons prélevés à la sortie de la doseuse comme étant des échantillons « sans traitement thermique d'appertisation », alors que ceux prélevés à la sortie du bain comme ayant subi le traitement thermique et donc « avec traitement thermique d'appertisation ». Les échantillons ne sont donc pas appariés mais sont issus du même lot d'origine. Ceci est valable aussi bien pour les échantillons avec traitement thermique d'appertisation à 92°C que ceux à 96°C.

#### 1-1 Effet sur l'indice de réfraction exprimé en % de Brix :

A un facteur contrôlé ANOM pour Brix (%) par TRT



**Fig.23. Analyse des moyennes du paramètre [Brix] pour les lots sans traitement (1), avec traitement à 96°C (2) et avec traitement à 92°C (3) respectivement**

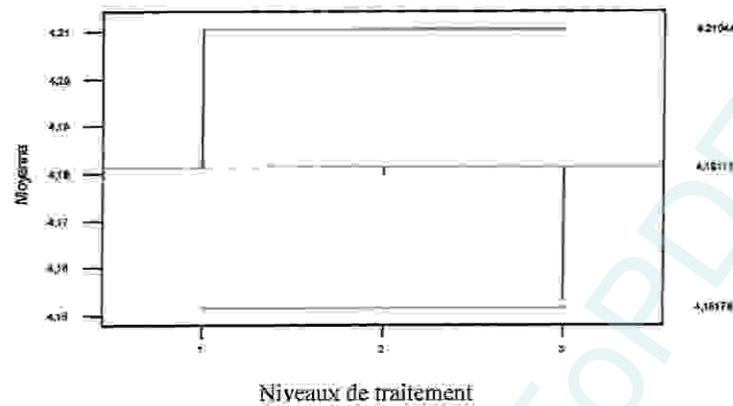
La stérilisation agit sur la teneur en résidus sec exprimé en Brix de la tomate, en diminuant de façon significative ( $P=0,022$ ). Le lot le plus touché est celui de 96°C, il est inversement proportionnel à la température du traitement et est d'autant plus touché que la température est plus élevée.

La diminution de la valeur du Brix après l'appertisation est estimée comme étant un paramètre de perte de qualité.

Notre produit appartient de concentré de tomate possède un Brix de 22% (en minimum) et toutes les boîtes analysés n'apparaît aucun non-conformité à cette valeur (le Brix de nôtres échantillons a été eu une valeur supérieure à 22%).

## 1-2 Effet sur l'acidité exprimée en potentiel Hydrogène (pH)

A un facteur contrôlé ANOM pour pH par TRT



**Fig.24. Analyse des moyennes du paramètre [PH] pour les lots sans traitement (1), avec traitement à 96°C (2) et avec traitement à 92°C (3) respectivement**

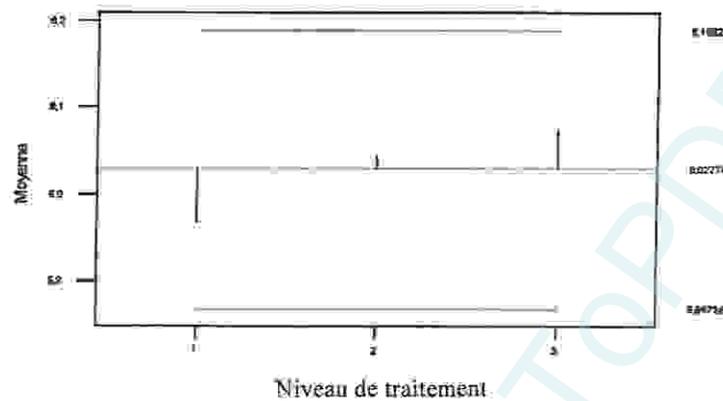
La variation du pH de nos échantillons apparaît un effet significatif ( $P= 0,039$ ) du traitement d'appertisation, cette variation allant à diminuée, le lot le plus touché est celui de 92°C et due à la proportionnalité avec la température, il reste inversement proportionnel (plus la température est élevée plus la diminution du pH est minime).

Le pH est considéré comme un paramètre de qualité hygiénique de la pâte de la tomate sa baisse peut être interpréter qu'étant une amélioration de la conservation de notre conserve par l'élimination de toute croissance microbienne était présente et puisque notre produit est classé dans la catégorie des conserves dont le pH est inférieur à 4,5 donc en assurant une amélioration de la qualité hygiénique et au fur et à mesure un conserve sain et de bonne conservation.

Notre produit reste conforme aux normes de fabrication car aucune valeur de pH n'était supérieure à 4,5.

### 1-3 Effet sur l'acidité exprimée en % d'acidité titrable :

A un facteur contrôlé ANOM pour Acidité (%) par TRT



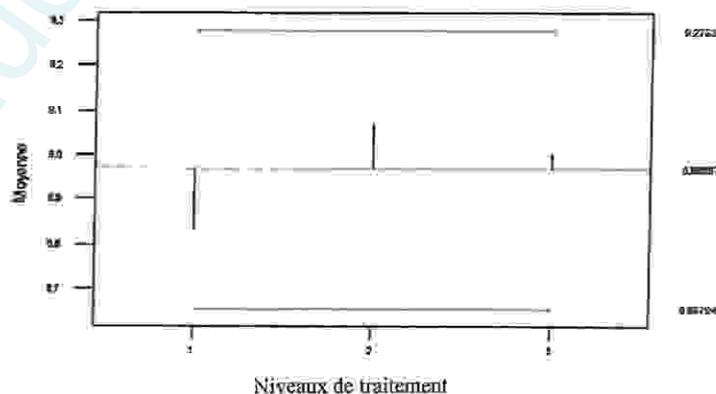
**Fig.25. Analyse des moyennes du paramètre [Acidité titrable] pour les lots sans traitement (1), avec traitement à 96°C (2) et avec traitement à 92°C (3) respectivement**

D'après le traitement statistique des résultats, il apparaît un effet non significatif ( $P= 0,517$ ) du traitement thermique d'appertisation sur l'acidité, sa valeur passe de 5,96 avant la stérilisation à 6,04 et 6,07 après traitement à 96°C et 92°C respectivement mais elle reste toujours inférieur à 10%.

L'acidité est considérée comme étant un paramètre de qualité physicochimique de la pâte de la tomate, son invariabilité après traitement reste positivement interprétée et reste conforme aux normes, aucune valeur n'est supérieure à 10%.

### 1-4 Effet sur consistance de la pâte exprimée en cm Bostwick :

A un facteur contrôlé ANOM pour Viscosité Bo par TRT



**Fig.26. Analyse des moyennes du paramètre [Viscosité Bostwick] pour les lots sans traitement (1), avec traitement à 96°C (2) et avec traitement à 92°C (3) respectivement**

## 1-6 Effet sur la couleur exprimée en valeur L et a/b :

A un facteur contrôlé ANOM pour Couleur a/b par TRT

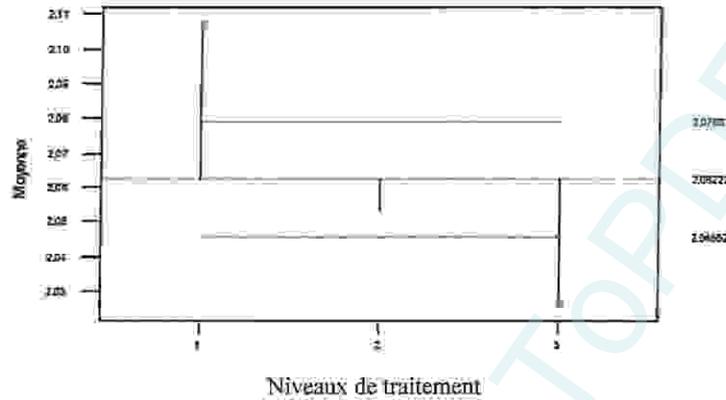


Fig.28. Analyse des moyennes du paramètre [Couleur Gartner L] pour les lots sans traitement (1), avec traitement à 96°C (2) et avec traitement à 92°C (3) respectivement

A un facteur contrôlé ANOM pour Couleur L par TRT

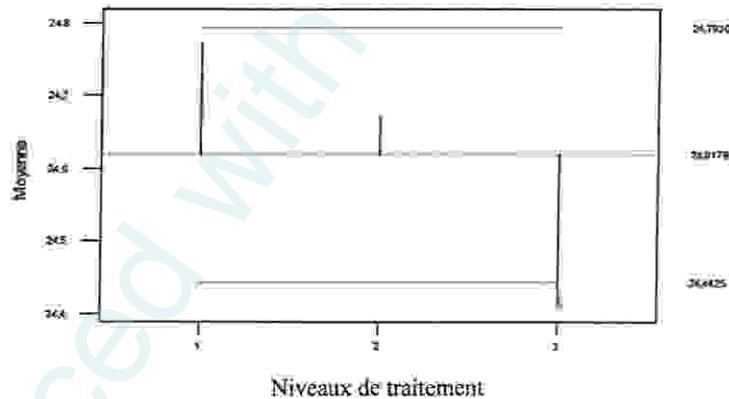


Fig.29. Analyse des moyennes du paramètre [Couleur Gartner a/b] pour les lots sans traitement (1), avec traitement à 96°C (2) et avec traitement à 92°C (3) respectivement

D'après les statistiques des résultats, il apparaît un effet significatif du traitement d'appertisation sur la valeur L ( $P=0,029$ ) et la fraction a/b ( $P=0,000$ ) de la pâte de tomate. La variation allant dans le sens de la diminution.

Le lot le plus touché est celui de l'appertisation à 92°C pendant 8 minutes plus que celui de l'appertisation à 96°C pendant 5 minutes.

La couleur est d'autant plus affectée par le temps d'exposition à la chaleur que la température du traitement. La fraction L exprimant la luminosité du produit, elle reste en

relation avec les réactions de brunissement non-enzymatiques de type Maillard.

La couleur étant un paramètre technologique, il dépend du préchauffage et de la concentration au niveau d'industrie, sa variation n'affecte en rien la qualité commerciale du produit.

### 1-7 Effet sur le taux de protéines :

A un facteur contrôlé ANOM pour Protéines mg par TRT

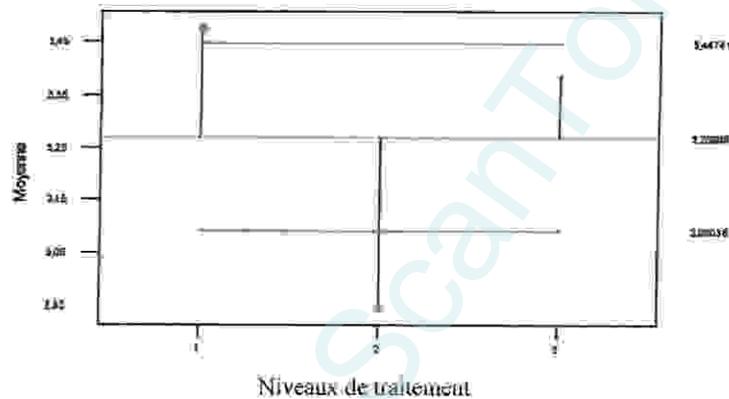


Fig.30. Analyse des moyennes du paramètre [Taux de protéines] pour les lots sans traitement (1), avec traitement à 96°C (2) et avec traitement à 92°C (3) respectivement

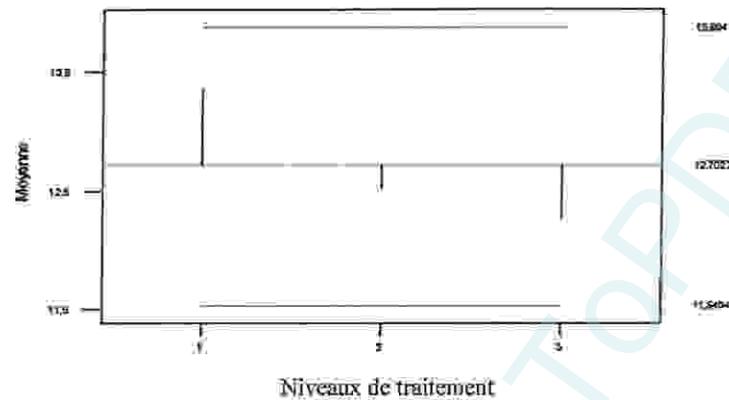
La stérilisation agit fortement sur le taux des protéines en les diminuant de façon significatif ( $P = 0,004$ ), le lot le plus affecté par la température est celui de l'appertisation à 96°C c'est-à-dire que le taux des protéines varie avec l'augmentation de la température et il a la tendance à diminuer.

Le taux de protéines est un paramètre technologique, sa variation n'affecte en rien la qualité commerciale du produit mais elle affecte l'expression globale de l'indice de réfraction exprimé en Brix.

Cette relation a été observée dans d'autres types d'aliments, notamment dans les pâtés de viande, où une gélification est obtenue par traitement thermique du concentré de viande salée (+NaCl). En effet, cette constatation faite par BARBUT *et al.*, (1996) conduit à l'établissement d'une forte corrélation entre l'augmentation des températures de transformation et la diminution des protéines solubles. WANG *et al.*, (1995), ont aussi caractérisé la perte de protéines due à l'appertisation et les auteurs ont trouvé qu'elle était de l'ordre de 10% pour un octapeptide de référence.

### 1-8 Effet sur le taux de vitamine C exprimée en Acide Ascorbique :

A un facteur contrôlé ANOM pour Vit C mg/100 par TRT



**Fig.31.** Analyse des moyennes du paramètre [Taux d'Acide Ascorbique] pour les lots sans traitement (1), avec traitement à 96°C (2) et avec traitement à 92°C (3) respectivement

D'après le traitement statistique des résultats, il n'apparaît aucun effet significatif ( $P=0,298$ ) du traitement d'appertisation sur le taux de vitamine C du concentré de tomate. La variation allant tout de même dans le sens de la baisse.

Le lot le plus touché est celui de l'appertisation à 92°C pendant 8 minutes que le lot de 96°C pendant 5 minutes.

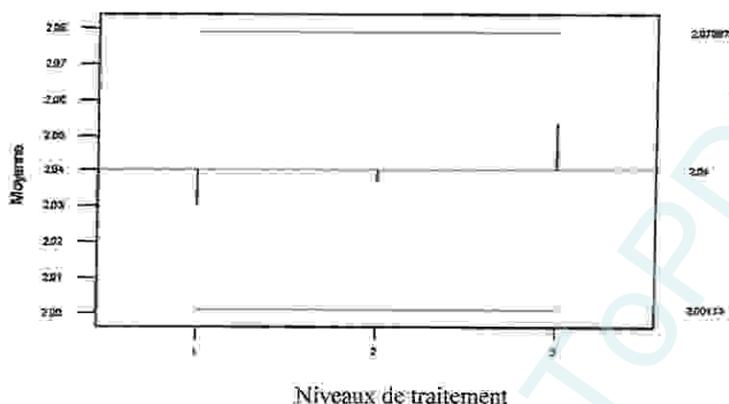
Sa diminution est proportionnelle à l'augmentation de la chaleur. Le concentré de la tomate présente un vrai problème dans la rétention de la vitamine C, ce dernier est détruit essentiellement par l'oxydation enzymatique et dépend, d'après CARLO LEONI (1993), de l'oxygène dissout et la présence des enzymes ainsi la température du traitement.

Le taux de vitamine C étant un paramètre nutritionnel, sa baisse est interprétée comme étant une perte de la qualité du produit. Fort heureusement, cette baisse reste non significative pour tous les lots étudiés.

Alors il est très important que le produit doive mettre à une température de stérilisation désirée et le mettre en contact pendant un temps courts.

### 1-9 Effet sur le taux de vitamine E exprimée en $\alpha$ -tocophérol :

A un facteur contrôlé ANOM pour Vit E mg/100 par TRT



**Fig.32. Analyse des moyennes du paramètre [Taux d'alpha-tocophérol] pour les lots sans traitement (1), avec traitement à 96°C (2) et avec traitement à 92°C (3) respectivement**

D'après le traitement statistique des résultats, il n'apparaît aucun effet significatif ( $P=0,579$ ) du traitement d'appertisation sur le taux de vitamine E du concentré de tomate.

La variation allant tout de même dans le sens de l'augmentation. Le lot le plus touché est celui de l'appertisation à 92°C pendant 8 minutes que le lot de 96°C pendant 5 minutes. Le taux de vitamine E est d'autant plus touché que le temps d'exposition au traitement est plus élevé.

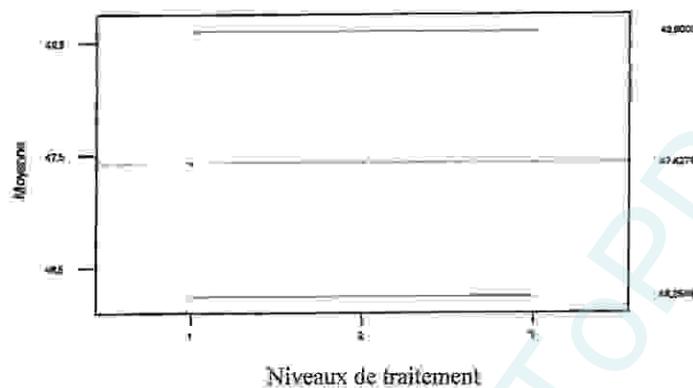
Comme elle est considérée une vitamine liposoluble, la vitamine E est la seule parmi les antioxydants qui résiste la chaleur entraînant sa solubilisation.

La vitamine E étant présente dans les graines de tomates, l'exposition à une température modérée permet une meilleure extraction et mise en disponibilité dans le produit.

Le taux de vitamine E étant un paramètre nutritionnel, l'absence d'un effet significatif est interprétée comme étant une amélioration de la qualité du produit.

### 1-10 Effet sur le taux de sucres réducteurs :

A un facteur contrôlé ANOM pour Sucres réduc par TRT



**Fig.33. Analyse des moyennes du paramètre [Taux de sucres réducteurs] pour les lots sans traitement(1), avec traitement à 96°C (2) et avec traitement à 92°C (3) respectivement**

D'après le traitement statistique des résultats, il n'apparaît aucun effet ( $P=0,999$ ) du traitement d'appertisation sur le taux de sucres réducteurs du concentré de tomate. Ce taux apparaît comme étant totalement insensible au traitement thermique. Le taux de sucres réducteurs est un paramètre qualité du produit, il joue à deux cotés: sur le coté nutritionnel et hygiénique.

### 2) Dendrogramme de similarité de variation des paramètres étudiés :

D'après l'analyse de la variation des paramètres physico-chimiques et nutritionnels ayant exprimé une réponse positive au traitement, il apparaît que :

- le Brix est en variation directe avec le taux de protéines ainsi que le taux de chlorures,
- l'acidité exprimée en potentiel hydrogène pH est en relation avec le taux d'acide ascorbique,
- la couleur L et la fraction a/b sont en étroite relation.

Ces résultats reflètent l'essence même du principe de fonctionnement du réfractomètre d'Abbé, à savoir, lecture de la réfraction de la lumière induite par les molécules optiquement actives : protéines, sucres, sels ... (VERET, 2000).

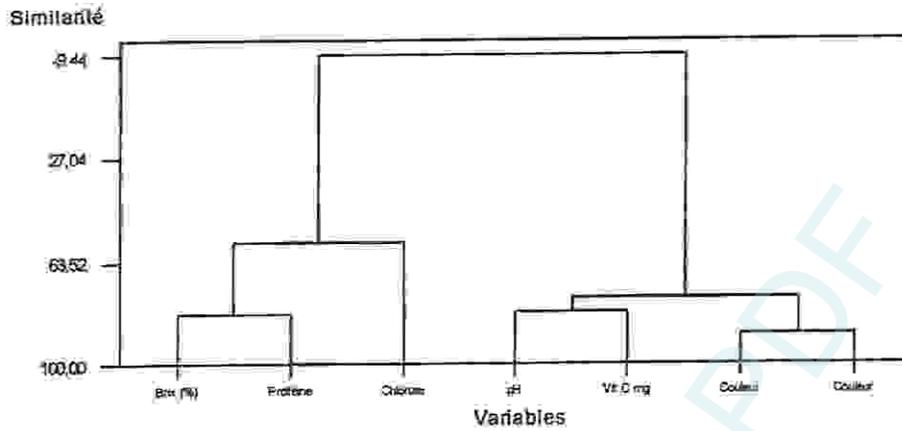


Fig.34. Dendrogramme de similarité de variation des paramètres sensibles au traitement thermique d'appertisation

### 3) Triple concentré de tomate :

Les sacs de triple concentré sont prélevés au niveau de la sortie de la doseuse et à la sortie de l'appertisation. De ce fait, nous considérons les échantillons prélevés à la sortie de la doseuse comme étant des échantillons «sans traitement thermique d'appertisation », alors que ceux prélevés à la sortie du bain comme ayant subi le traitement thermique et donc « avec traitement thermique d'appertisation ». Les échantillons ne sont donc pas appariés mais sont issus du même lot d'origine. Un seul traitement thermique est possible pour les sacs de triple concentré de tomate.

#### 3-1 Effet sur l'indice de réfraction exprimé en % de Brix :

A un facteur contrôlé ANOM pour Brix (%) par TRT

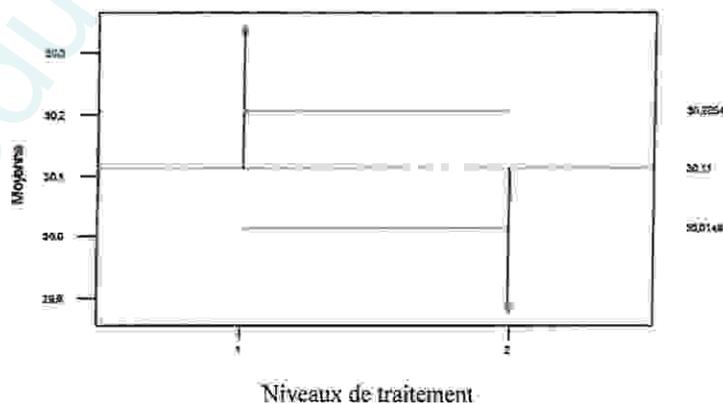
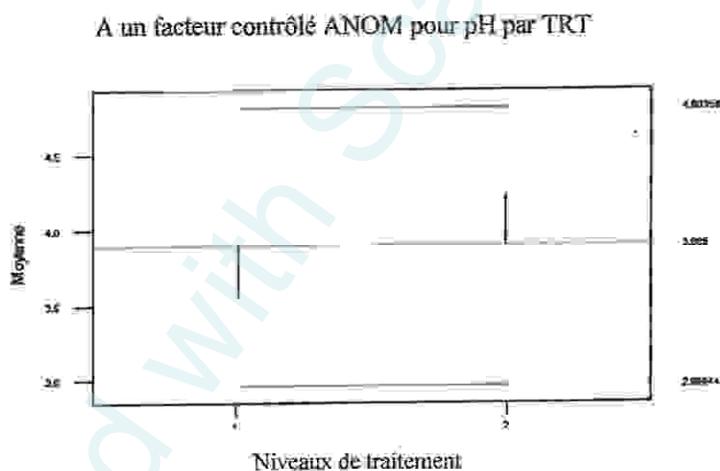


Fig.35. Analyse des moyennes du paramètre [Brix] pour les lots sans traitement (1) et avec traitement (2)

D'après le traitement statistique des résultats, il apparaît un effet significatif ( $P=0,003$ ) du traitement d'appertisation sur le pourcentage de Brix. La variation de la valeur du Brix va dans le sens de la baisse.

Le Brix étant un paramètre clé de la qualité du concentré, sa baisse est interprétée comme étant une perte de la qualité du produit. Le produit TCT (Triple Concentré de Tomate) n'est pas commercialisé au niveau du marché, il est destiné au stockage interne du produit en période de pléthore afin de procéder à la fabrication des CT (Simple Concentré de Tomate, double concentré de tomate) durant la saison creuse de l'année. Cette fabrication ultérieure des CT passe par un processus technologique de dilution contrôlée du Brix. Le produit final reste en tout état de cause conforme à la réglementation en vigueur.

### 3-2 Effet sur l'acidité exprimée en Potentiel Hydrogène (pH) :



**Fig.36. Analyse des moyennes du paramètre [pH] pour les lots sans traitement (1) et avec traitement (2)**

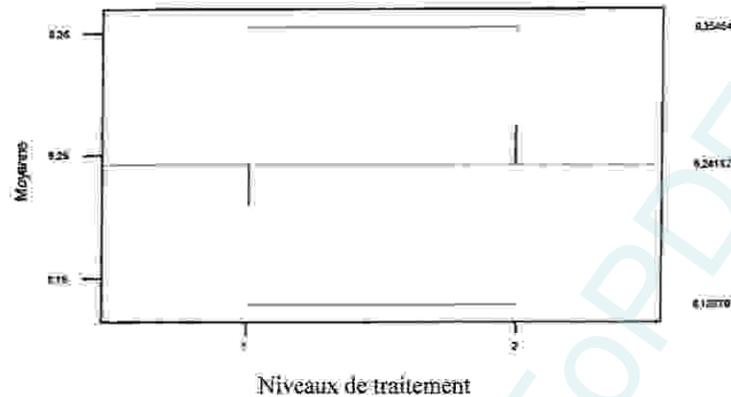
D'après le traitement statistique des résultats, il n'apparaît aucun effet significatif ( $P=0,643$ ) du traitement d'appertisation sur le pH. La variation de la valeur du pH allant tout de même dans le sens de l'augmentation.

Le pH étant un paramètre qualité hygiénique de la pâte de tomate, sa valeur ne doit dépasser la valeur de 4,5 puisque ces denrées sont classées dans la catégorie « conserve alimentaire d'origine végétale à pH inférieur à 4,5 ».

Le produit reste conforme puisque aucune valeur de pH n'est supérieure à 4,5.

### 3-3 Effet sur l'acidité exprimée en % d'acidité titrable :

A un facteur contrôlé ANOM pour Acidité (%) par TRT

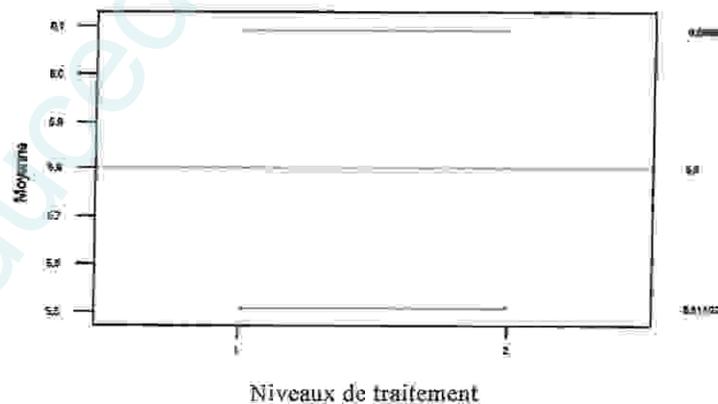


**Fig .37. Analyse des moyennes du paramètre [Acidité titrable ] pour les lots sans traitement (1) et avec traitement (2)**

D'après le traitement statistique des résultats, il apparaît un effet non significatif ( $P=0,480$ ) du traitement d'appertisation sur le % d'acidité. Tous les échantillons prélevés ont des valeurs inférieures à 10% (Moyennes 6,21–6,27). Le % d'acidité devant rester inférieur à 10%. Etant un paramètre qualité physico-chimique de la pâte de tomate, son invariabilité est positivement interprétée. Le produit reste conforme puisque aucune valeur n'est supérieure à 10%.

### 3-4 Effet sur consistance de la pâte exprimée en cm Bostwick :

A un facteur contrôlé ANOM pour Viscosité Bo par TRT



**Fig .38. Analyse des moyennes du paramètre [Viscosité] pour les lots sans traitement (1) et avec traitement (2)**

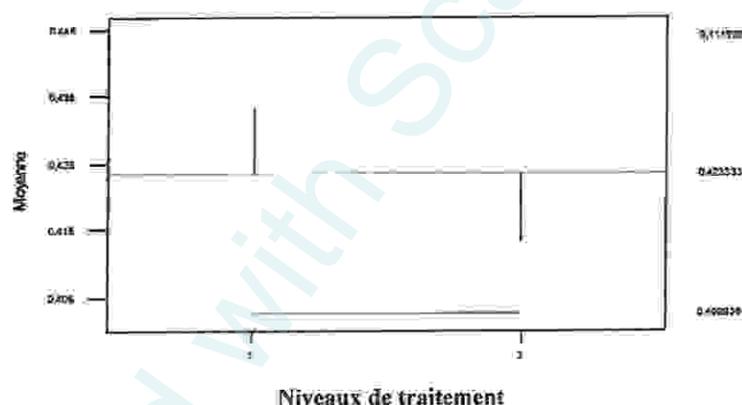
D'après le traitement statistique des résultats, il n'apparaît aucun effet ( $P=1,000$ ) du traitement d'appertisation sur la consistance de la pâte de tomate. Aucune variation n'est observée, c'est-à-dire aucune perte de la consistance du produit.

Ceci est éventuellement dû à la durée de contact du produit avec les faisceaux tubulaires qui reste très courte. La fabrication du triple concentré a donc comme objectif une sauvegarde des caractéristiques technologiques du produit afin de permettre une réutilisation pour la fabrication ultérieure du concentré de tomate par dilution.

La consistance étant un paramètre technologique du concentré, il permet de garder une assez bonne consistance du produit lors de sa dilution pour la fabrication du concentré de tomate.

### 3-5 Effet sur le taux de sel exprimé en % de chlorures :

A un facteur contrôlé ANOM pour Chlorures % par TRT



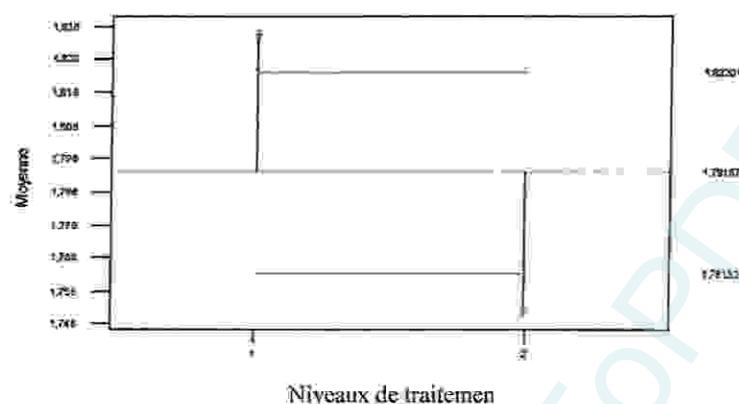
**Fig.39.** Analyse des moyennes du paramètre [Chlorures] pour les lots sans traitement (1) et avec traitement (2)

D'après le traitement statistique des résultats, il n'apparaît aucun effet significatif ( $P=0,251$ ) du traitement d'appertisation sur le % de chlorures de la pâte de tomate. La variation allant tout de même dans le sens de la diminution.

Le % de chlorures étant un paramètre qualité très important, sa variation affecte l'expression globale de l'indice de réfraction exprimé en Brix. Tous les échantillons prélevés ont une valeur inférieure à 2% ce qui est conforme à la législation pour ce type de produits sans sel ajouté.

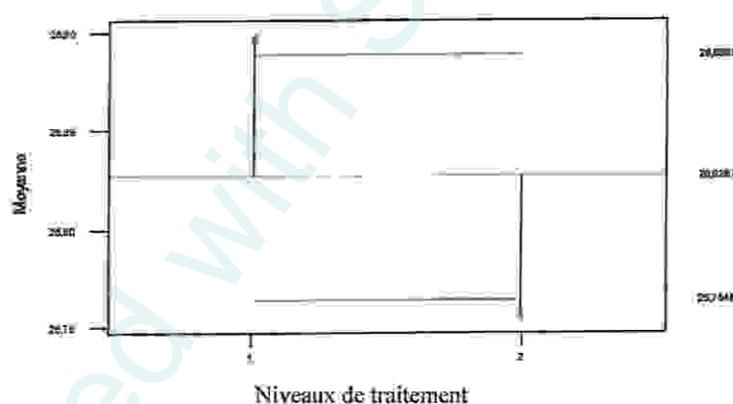
### 3-6 Effet sur la couleur exprimée en valeur L et a/b :

A un facteur contrôlé ANOM pour Couleur a/b par TRT



**Fig.40. Analyse des moyennes du paramètre [Couleur Gartner L] pour les lots sans traitement (1) et avec traitement (2)**

A un facteur contrôlé ANOM pour Couleur L par TRT



**Fig.41. Analyse des moyennes du paramètre [Couleur Gartner a/b] pour les lots sans traitement (1) et avec traitement (2)**

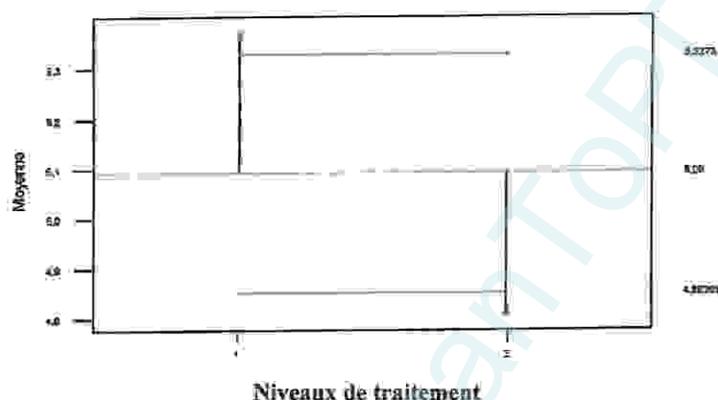
D'après le traitement statistique des résultats, il apparaît un effet significatif du traitement d'appertisation sur la valeur L ( $P=0,035$ ) et la fraction a/b ( $P=0,019$ ) de la pâte de tomate. La variation allant dans le sens de la diminution. Ces variations sont pareilles à celles observées dans le concentré de tomate.

La fraction a/b étant très hautement affectée, elle exprime la couleur due à la présence de pigments caroténoïdes dans le produit et qui confèrent la couleur rouge caractéristique de la tomate. Sa variation est estimée par l'effet de la température élevée du traitement sur ses pigments.

La couleur étant un paramètre technologique, sa variation n'affecte en rien la qualité commerciale du produit.

### 3-7 Effet sur le taux de protéines :

A un facteur contrôlé ANOM pour Protéines mg par TRT



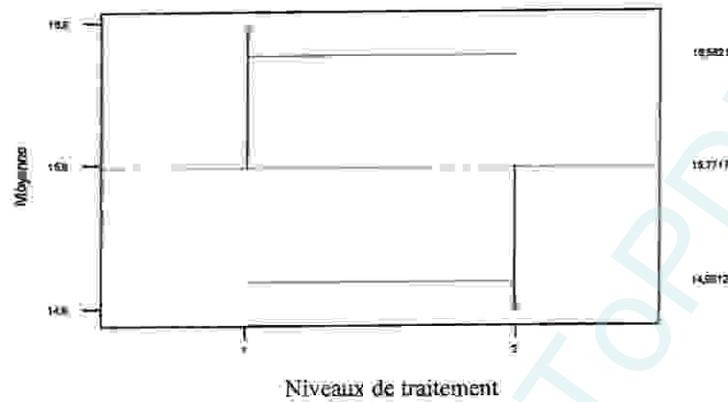
**Fig.42. Analyse des moyennes du paramètre [Taux de protéines] pour les lots sans traitement (1) et avec traitement (2)**

D'après le traitement statistique des résultats, il apparaît un effet significatif du traitement d'appertisation sur le taux de protéines ( $P=0,032$ ) de la pâte de tomate. La variation allant tout de même dans le sens de la diminution.

Le taux de protéines est un paramètre technologique, sa variation n'affecte en rien la qualité commerciale du produit mais elle affecte l'expression globale de l'indice de réfraction exprimé en Brix.

### 3-8 Effet sur le taux de vitamine C exprimée en Acide Ascorbique :

A un facteur contrôlé ANOM pour Vit C mg/100 par TRT



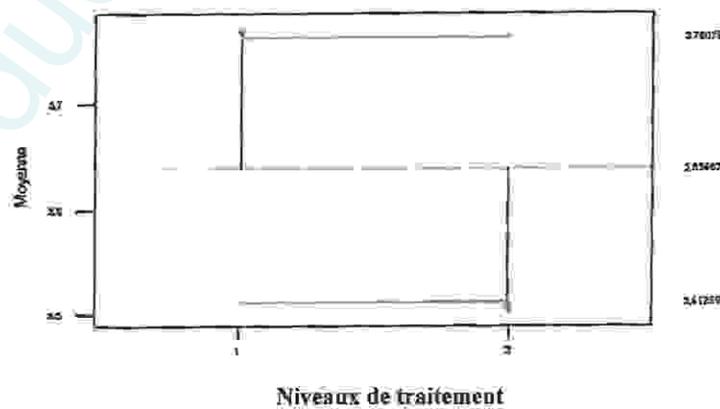
**Fig.43. Analyse des moyennes du paramètre [Taux d'Acide Ascorbique] pour les lots sans traitement (1) et avec traitement (2)**

D'après le traitement statistique des résultats, il apparaît un effet significatif ( $P=0,027$ ) du traitement d'appertisation sur le taux de vitamine C du triple concentré de tomate. La variation allant dans le sens de la baisse.

Le taux de vitamine C étant un paramètre nutritionnel non réglementé, sa baisse est interprétée comme étant une perte de la qualité du produit. La vitamine C étant un antioxydant de la fraction hydrosoluble du produit, il empêche l'oxydation du produit lors des différents traitements technologiques. Sa perte se fait au profit de la sauvegarde des autres antioxydants présents dans le produit (poly phénols, tocophérol, terpènes caroténoïdiens... etc.).

### 3-9 Effet sur le taux de vitamine E exprimée en $\alpha$ -tocophérol :

A un facteur contrôlé ANOM pour Vit E mg/100 par TRT



**Fig.44. Analyse des moyennes du paramètre [Taux d'  $\alpha$ -tocophérol] pour les lots sans traitement (1) et avec traitement (2)**

D'après le traitement statistique des résultats, il apparaît un effet significatif ( $P=0,044$ ) du traitement d'appertisation sur le taux de vitamine E du concentré de tomate. La variation allant dans le sens de la diminution.

Le taux de vitamine E étant un paramètre nutritionnel, elle se dénature facilement lors d'exposition à des températures élevées, sa diminution est interprétée comme étant une baisse de la qualité nutritionnelle et non commerciale du produit.

### 3-10 Effet sur le taux de sucres réducteurs :

A un facteur contrôlé ANOM pour Sucres réduc par TRT

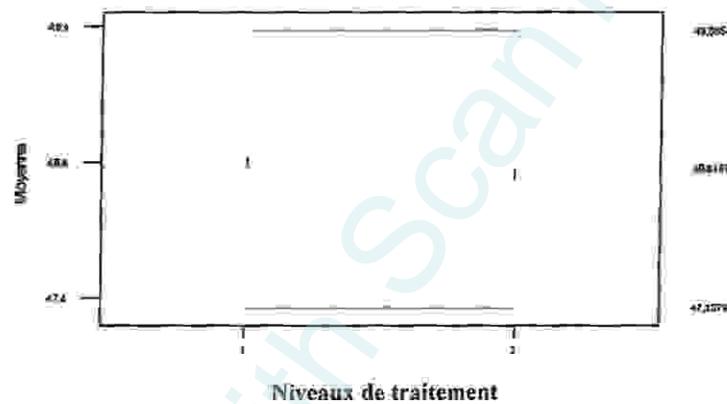


Fig.45. Analyse des moyennes du paramètre [Taux de sucres réducteurs] pour les lots sans traitement (1) et avec traitement (2)

D'après le traitement statistique des résultats, il n'apparaît aucun effet ( $P=0,838$ ) du traitement d'appertisation sur le taux de sucres réducteurs du concentré de tomate. Ce taux apparaît comme étant totalement insensible au traitement thermique.

Le taux de sucres réducteurs est un paramètre qualité du produit.

## II- Résultats microbiologiques :

Les résultats microbiologiques de nos échantillons sont exprimés par rapport aux barèmes de stérilisation utilisés dans l'unité.

La présentation de nos résultats concernant la qualité hygiénique avant et après la stérilisation est réalisée dans des tableaux exprimant le taux de chaque paramètre étudié. Cette présentation concerne deux types de produits

Concentré de tomate	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concentrée avant stérilisation ;(CT),</li> <li>- Concentré après stérilisation à 96°C) (CT96°C)</li> <li>- Concentré après stérilisation à 92°C ;(CT92°C).</li> </ul>
Triple concentré de tomate (TCT)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Triple concentré avant stérilisation (TCT)</li> <li>- Triple concentré après stérilisation (TCT S).</li> </ul>

### 1- Test de stabilité :

Le lot à partir duquel nous avons prélevé nos échantillons a subi positivement un test de stabilité. Aucune variation de pH n'est supérieure à 0,5 pH.

### 2-Concentré de tomate

2-1 Dénombrement : Le tableau suivant résume les résultats après incubation

Tab.12. Résultats microbiologiques de Concentré de Tomate.

Produit analysé	dilu	CT	N° de germes (g /ml)	CT 92°C	N° de germes (g/ml)	cr 96°C	N° de germes (g/ml)
		N° de colonies		N°e colonies		N° de colonies	
Coliformes totaux	10 <sup>-1</sup>	0	0	0	0	0	0
	10 <sup>-2</sup>	0		0			
	10 <sup>-3</sup>	0		0			
Coliformes fécaux	10 <sup>-1</sup>	0	0	0	0	0	0
	10 <sup>-2</sup>	0		0			
	10 <sup>-3</sup>	0		0			
Streptocoques fécaux*	10 <sup>-1</sup>	2	25	0	0	0	0
	10 <sup>-2</sup>	0		0			
	10 <sup>-3</sup>	0		0			
Germes totaux	10 <sup>-1</sup>	33	3.10 <sup>2</sup>	IND	0	IND	0
	10 <sup>-2</sup>	96		8,73.10 <sup>3</sup>		IND	
	10 <sup>-3</sup>	48		4,36.10 <sup>4</sup>		IND	
Levures et moisissures	10 <sup>-1</sup>	-	Absence	-	Absence	-	Absence
	10 <sup>-2</sup>	-		-			
	10 <sup>-3</sup>	-		-			

\* Après repiquage sur milieu EVA Litsky,

dilu : la dilution de la suspension mère

- : Absence.

IND : Indénombrable.

D'après nos résultats, nous observons une absence de coliformes fécaux aussi bien dans les échantillons prélevés avant et après appertisation. Ceci est due en grande partie à la qualité des eaux de lavage de la matière première au niveau des bassins de réception mais aussi et surtout au niveau des rampes de lavage de fruits frais réceptionnés.

## **2-2 Recherche bactérienne :**

### **2-2-1 Recherche des Staphylocoques :**

Après repiquage sur milieu Chapman, de CT, il y a apparition des colonies brillantes de couleur grise blanchâtre avec virage de la couleur rouge du milieu vers le jaune, due à la dégradation du mannitol, ces colonies sont Gram+, coagulase-, se sont des staphylocoques blancs saprophytes. Ces germes sont absents lors du contrôle microbiologique réalisé sur le CT96°C et CT92°C.

Ceci prouve l'efficacité du traitement thermique et du barème d'appertisation sur cette catégorie de germes. La présence de tels germes indique que les fruits ont été mis en contact avec des eaux d'arrosage ou de lavage contaminées par les staphylocoques.

Un système de contrôle de la qualité microbiologique des eaux de lavage doit être mis en place dans les conserveries afin d'abaisser le taux de staphylocoques. Fort heureusement, le traitement thermique détruit complètement ce type de germes.

Le système HACCP présente une solution quant à la prise en charge de ce type de problèmes.

Au niveau de la conserverie où s'est déroulée notre expérimentation, un tel système est déjà mis en place et présente un excellent moyen de contrôle des points critiques de contamination des produits au sein du processus technologique.

### **2-2-2 Anaérobies sulfite-réducteurs :**

L'incubation des tubes pendant 24h à 37°C n'apparaît aucun développement microbien (0germes/g), soit pour CT ou le CT 96°C ou CT92°C. Cela s'exprime l'absence des germes pathogènes des anaérobies sulfite-réducteurs et même leurs formes végétatives.

Étant des germes telluriques, leur absence indique un processus technologique correctement maîtrisé avec entre autre un lavage correct de la matière première. Une deuxième possibilité de contamination des produits concerne la chaîne de production des emballages métallique (faisant partie aussi des inputs du produit). Au niveau du processus technologique, les emballages métalliques subissent un lavage à la vapeur d'eau avant la mise en boîte du produit au niveau de la doseuse.

Ceci évite la contamination du produit pasteurisé par les emballages métalliques.

### 2-2-3 Salmonelles Shigelles :

Après incubation, la lecture de nos boîtes confirme la présence des germes suspects sur milieu de culture SS dans le cas du CT, ces colonies présentent une forme oeil de poisson de couleur blanche à centre noir. Nous avons eu recours à l'identification biochimique par la galerie Api 20E. (Figure ci-dessous).



Fig.46. Identification biochimique des Salmonelles sur CT par la galerie Api20E

Les résultats s'ex priment dans le tableau suivant :

Tab.13. Lecture de la galerie biochimique du concentré de tomate

ONPG	ADH	LDC	ODC	Citrate
-	+	-	-	+
H <sub>2</sub> S	Uréé	TDA	Indol	Manitol
-	+	-	+	-
Glucose	Saccharose	Lactose	Mobilité	GN
-	-	-	+	+
Gaz	Arabinose			
-	+			

Ces caractères biochimiques font référence à des germes du genre *Pseudomonase aerugmosas*.

L'analyse microbiologique de notre produit après stérilisation illustre l'absence de ces germes qui ont été décelé uniquement dans le CT.

Cette efficacité de stérilisation est due à la température choisi dans une période bien déterminée, dont la quelle le produit passe au stérilisateur, (à 96°C pendant 5 min et à 92°C pendant 8 min).

Ses barèmes sont choisis en vue de l'atteinte la stérilité commerciale comme le stipule la législation en cours. Donc notre cas, le produit est considéré de bonne qualité hygiénique.

### 2-2-4 Levures et moisissures:

La législation internationale impose lors du contrôle routinier des concentrés de tomate une évaluation du taux de moisissures grâce à la cellule de Howard. N'ayant pas à notre disposition un tel équipement, nous avons procédé donc à un test de recherche et de comptage des levures et moisissures. Une évaluation pré et post traitement thermique indique une quasi absence de levures et de moisissures des échantillons étudiés. Ceci s'expliquerait primo par une excellente qualité de la matière première, puis secundo par un processus technologique maîtrisé au niveau des étapes de lavages et de blanchiment mais aussi au niveau des étapes clés de stabilisation et de stérilisation du produit.

### 3-Triple concentré de tomate :

**3-1 Démembrement :** Le tableau suivant résume les résultats après incubation :

**Tab.14. Résultats des Analyses microbiologiques du triple concentré de tomate**

Germes Démembrés	Produit analysé	dilu	TCT	N° de Germes (germes/ml)	TCTS	N° de germes (germes/ml)
			N° de colonies		N°de colonies	
Coliformes totaux		10 <sup>-1</sup>	0	0	0	0
		10 <sup>-2</sup>	0		0	
		10 <sup>-3</sup>	0		0	
Coliformes fécaux		10 <sup>-1</sup>	0	0	0	0
		10 <sup>-2</sup>	0		0	
		10 <sup>-3</sup>	0		0	
Streptocoques fécaux*		10 <sup>-1</sup>	2	60	0	0
		10 <sup>-2</sup>	1		0	
		10 <sup>-3</sup>	0		0	
Germes totaux		10 <sup>-1</sup>	103	9,36 10 <sup>-2</sup>	IND	0
		10 <sup>-2</sup>	194	1,35 10 <sup>-4</sup>	IND	
		10 <sup>-3</sup>	54	4,91.10 <sup>-4</sup>	IND	
Levures et moisissures		10 <sup>-1</sup>	-	Absence	-	Absence
		10 <sup>-2</sup>	-		-	
		10 <sup>-3</sup>	-		-	

\* Après repiquage sur milieu EVA Litscky,

dilu : la dilution de la suspension mère.

- Absence.

IND : Indénombrable.

D'après nos résultats, nous observons une absence de coliformes fécaux aussi bien dans les échantillons prélevés avant et après appertisation. Ceci est due en grande partie à qualité des eaux de lavage de la matière première au niveau des bassins de réception mais aussi et surtout au niveau des rampes de lavage de fruits frais réceptionnés.

### **3-2 Recherche bactérienne :**

#### **3-2-1 Recherche des Staphylocoques :**

Le TCT, non stérilisé, contient des germes de Staphylocoques, comme son analyse l'indique (apparition des colonies brillantes, G+, vire le mannitol vers le jaune, coagulase -).

Ces germes finissent par disparaître après appertisation. Ceci exprime la similitude du comportement des pâtes de tomate quelle que soit la concentration initiale. La pénétration de la chaleur au cœur du produit et le choix du barème d'appertisation sont à l'origine de la disparition de ces genres du produit fini aussi bien dans le cas du concentré de tomate (22%) que le triple concentré de tomate (32%)

#### **3-2-2 Anaérobies sulfito-réducteurs :**

Après incubation nous avons obtenu un résultat négatif (0 germe /25g) ce qui explique l'absence des germes d'anaérobies sulfito-réducteurs et même leurs formes végétatifs, dans le produit de Tel' ainsi que TCTS.

#### **3-2-3 Levures et moisissures:**

La législation internationale impose lors du contrôle routinier des concentrés de tomate une évaluation du taux de moisissures grâce à la cellule de Howard. N'ayant pas à notre disposition un tel équipement, nous avons procédé donc à un test de recherche et de comptage des levures et moisissures. Une évaluation pré et post traitement thermique indique une quasi absence de levures et de moisissures des échantillons étudiés. Ceci s'expliquerait primo par une excellente qualité de la matière première, puis secundo par un processus technologique maîtrisé au niveau des étapes de lavages et de blanchiment mais aussi au niveau des étapes clés de stabilisation et de stérilisation du produit

#### **3-2-4 Salmonelles Shigelles:**

La lecture des boîtes indique la présence de colonies suspectes de TCT SS sur milieu de culture SS. Un approfondissement par galerie biochimique donne les résultats suivants :



Fig.47. Identification biochimique des Salmonelles sur le TCT SS par la galerie Api20E.

Nous donnons les résultats suivants :

Tab.15. Lecture de la galerie biochimique du triple concentré de tomate

ONPG	ADH	LDC	ODC	Citrate
-	+	-	-	-
H <sub>2</sub> S	Urée	TDA	Indol	Manitol
-	-	+	-	+
Glucose	Saccharose	Lactose	Mobilité	GN
+	+	+	+	+
Gaz	Arabinose			
-	-			

Après lecture sur Api20E système, ses caractères biochimiques se conforme aux celle de l'espèce : *Pseudomonase pseudomalis*.

Les deux espèces de *Pseudomonase*, celles trouvé dans CT SS et TCT SS, sont des germes, d'après LAROUSSE (1991) de contamination d'origine végétale (phytopathogènes).

Ils sont d'origine tellurique ou hydrique dans les eaux d'arrosages ou sont trouvés sur les plantes et surtout sur les parties comestibles (fruits de la tomate).

La cause d'altération de notre produit par ce type de germes est difficile à présenter et à classer à cause de la façon de récolter et de transporter et même de manipuler la matière première. Ainsi cette flore a été évaluée quantitativement et qualitativement au cours des opérations de fabrication. La stérilisation est réalisée dans le but d'inhiber ou de détruire en totalité ou en partie cette flore.

Ces bactéries sont très sensibles à l'appertisation et leur destruction quantitative est nécessaire pour maintenir les bonnes qualités surtout hygiéniques mais aussi nutritionnelles et organoleptiques du produit (LAROUSSE, 1991).

En général, la présence des microorganismes dans les aliments n'ayant pas subi de traitement thermique antimicrobien est tout à fait normale, selon GUIRAUD (1998) d'autres traitements industriels peuvent induire ou favoriser la dispersion d'une flore par exemple le broyage du fruit va mettre la flore de la surface au contact de l'intérieur du produit. Cette étape fait partie des premiers traitements physiques du produit d'ailleurs et qui précèdent tous le traitement de stabilisation (chauffage, concentration, pasteurisation) et de stérilisation du produit (appertisation, choc thermique de refroidissement).

Ce type de produits riche en éléments nutritifs avec ses caractéristiques physico-chimiques et nutritionnelles favorise le développement de cette flore. La présence de téguments, la viscosité moyenne, activité de l'eau élevée ( $A_w$ ), le rapport en éléments nutritifs en particulier ceux qui ont une source de carbone et d'azote, les vitamines et surtout le pH non extrême. Donc pour limiter ou empêcher les altérations de notre produit par tous ces germes le produit doit subir une appertisation qui doit donner à un produit périssable une durée de vie prolongée et supprimer les causes d'altération assurant ainsi une protection efficace.

D'après GUIRAUD (1998), le traitement thermique à appliquer pendant la stérilisation doit être suffisant pour détruire les formes végétatives des bactéries pathogènes telles que *Salmonella*, *Staphylococcus* ainsi que la flore banale.

Nos produits de TCT et CT après stérilisation possèdent une stabilisation vis-à-vis de la croissance microbienne et notre analyse microbiologique confirme l'absence d'une croissance dans les deux types de produits, ainsi la stérilité commerciale est atteinte.

# Conclusion

Produced with ScanTOPDF

Dans le cadre de notre expérimentation, nous avons eu à évaluer et comparer deux barèmes d'appertisation de conserves alimentaires d'origine végétale à pH inférieur à 4,5 de type Simple Concentré de Tomate (SCT à Brix 22%) et Triple Concentré de Tomate (TCT à Brix 32%).

Après s'être assuré que les barèmes d'appertisation jouent effectivement leurs rôles de stabilisation microbiologique du produit, nous avons procédé à une évaluation de l'agressivité de ces traitements thermiques sur la qualité physicochimique, biochimique, technologique et nutritionnelle du produit fini.

Les résultats des analyses microbiologiques démontrent une destruction de la totalité des germes réglementés après appertisation aussi bien pour le CT à 92°C, le CT à 96°C que le TCT.

Une analyse de la variance des résultats de nos mesures des paramètres physicochimiques, biochimiques, technologiques et nutritionnels a permis de mettre en évidence l'effet significatif sur certains paramètres étudiés.

Les paramètres sensibles aux barèmes d'appertisation s'avèrent différents entre simple et triple concentré de tomate. Effectivement, une différence significative à hautement significative est observée pour les paramètres : Brix (indice de réfraction), pH, Chlorures, Couleur L + a/b et protéines du simple concentré de tomate aussi bien pour le premier que le deuxième barème d'appertisation. Concernant le triple concentré, les paramètres sensibles au traitement thermique sont. Brix, Couleur L + a/b, protéines, vitamine C, vitamine E.

L'étude de la corrélation de ces paramètres permet de mettre en évidence les comportements de ce type de produit face aux traitements thermiques.

Les barèmes d'appertisation mis en place au niveau du processus technologique étudié sont à la hauteur des attentes puisqu'ils atteignent la stabilité et la stérilité commerciale du produit.

Tous les paramètres réglementaires de ces produits s'avèrent conformes aux normes nationales et internationales et confèrent à ces produits une qualité hygiénique et organoleptique marchande permettant l'exportation du produit.

*Références  
bibliographiques*

Produced with ScanTOPDF

- ADRAIN J., POTUS J., FRANGUE R., 1995.** *La science des aliments de A à Z*. Edition Tec et Doc, Lavoisier Paris (2) : 477p.
- AGRAWAL S., RAOL V., 2000.** Tomato lycopène and its role in human health and chronic diseases. *CMJ* : pp. 739-744.
- AGRO LINE N°02** : Revue mensuelle: Après pétrole, Mars, 2000.
- AGRO LIGNE N°03** : Revue mensuelle: Etemelle vache à traire, Avril, 2000.
- Anonyme N°8, 1992:** Aspects nutritionnels des constituants des aliments. Influence des technologies. Cahiers n°08 de l'ENS-BANA, Janvier 1992.
- Anonyme N°7, 1992** : Sommaire des analyses de laboratoire. Edition *Labo. Scleturfica*, Parma Italie.
- Anonyme, 2000:** Les recettes de cuisine française traditionnelles par Cooking 2000 (<http://www.cooking7000.fr/>).
- AYED S., BOUMENDJEL M., 2006.** *Contribution à la mise à jour et à l'étude d'une technique artisanale de séchage au soleil des fruits de tomate* Mémoire Ing Centre Universitaire El-Tarf, 28p.
- BARBUT S., GORDON A., SMITH A., 1996.** Effect of cooking temperature on the microstructure of meat batters prepared with salt and phosphate. *Food Sci. Tech.*, 29(5/6): 475-480.
- BODNAR J., CARTON R W., 1994.** Production de tomate de consommation en frais. Fiche technique ISSN 1198-7138 du ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales de l'Ontario.
- BOUHADJA, 1991.** L'influence de l'irradiation sur la composition chimique de la tomate "Caramello". Mémoire d'ingénieur en agroalimentaire. 70p.
- BOUMENDJEL M., BOUTEBBA A., HOUHAMDI M., 2002.** Effet des barèmes de stérilisation sur les antioxydants de la tomate. *Synthèse* 12. 23-58.
- CARLO LEONI, 1993.** I Derivati Industriali del Pomodoro, Parma, Stazione Sperimentale per l'industria delle conserve alimentare.
- CHAUX C.L., FOURY C.L., 1994.** Productions légumières. Légumineuses potagères. Légumes fruits, tome 3. Edition *Lavoisier, Tec et Doc* Paris.
- CHEFTEL J .C., CHEFTEL H., 1984.** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments (V1) .Edition *Tec et Doc Lavoisier* Paris : P156, P215.
- CIHEAM, 1992:** Les légumes et les fruits dans les économies méditerranéennes, options méditerranéennes, Centre International des Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes, Série A n°19.

- CIHEAM, 2005:** " Algérie, Agriculture, forêt et pêche " rapport annuel du Centre International des Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes, (2005). (Page consulte le 08/03/2010)  
CIHEAM : [En ligne]. Adresse URL:  
[www.medobs.org/panorama /rapport 2005/Algerie/Profil ALG05.Pdf](http://www.medobs.org/panorama /rapport 2005/Algerie/Profil ALG05.Pdf).
- CLAUDE L., Léger, 1992.** Vitamine E Tocophérols et composés apparentés. Propriétés antioxygène et rôle biologique, sources alimentaire. Edition Polytechnica.
- DAVIES J.N., HOBSON G.E., 1981.** The constituents of tomato fruit The influence of environment, nutrition and genotype. Edition CRC (Critical Reviews in food) Science and nutrition; pp. 205-279.
- EHRET D.L., HOL C., 1986.** The effect of salinity on dry matter partitioning and fruit growth in tomatoes grown in nutrient culture. *Journal of Horticultural Science* : P 361-367.
- ELOSTA M., 1998.** Etude Agro-economique de l'irrigation et de la fertilisation par le système goutte à goutte sur la tomate industrielle en plein champs". Thèse Ing I.A.V, El-Tarf, 84p.
- ESPIARD E., 2002.** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Edition *Tec et Doc*, Lavoisier, Paris. 330.
- GIZA, 1985.** Méthodes d'analyse des composants actifs et des CMV, Tome 7, Bagnolo in Premix. Italy.
- GRASSELLY D., NAVEZ B., LETARD M., 2000.** Tomate pour un produit de qualité. Edition CTIFL. Paris. :43-69.
- GROBER M., 2000.** A role for lycopène in the protection from chronic degeneratives diseases, the result of epidemiological studies. In: Rule 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. 323p.
- GUIRAUD J. P., 1998.** Microbiologie alimentaire. Edition *Dunod*. Paris : 652p.
- HAFFAD A. 2006.** *Contribution à la mise a jour et à l'étude d'une technique artisanale de séchage au soleil des fruits de tomate.* Mémoire d'ingénieur d'Etat en Sciences Agronomiques. Option Phytotechnie Centre Universitaire d'El- farf. 92p.
- HARKATI, 2000.** *Etude de la composition chimique des tomates au cours du procédé de conservation par concentration* .Mémoire d'ingénieur en nutrition et agroalimentaire, Constantine. 60p.
- HOL C., GRANGE R L., PICKEN A. J., 1987.** An analysis of the accumulation of water and dry matter in tomato fruit. Edition *Plant Cell and Environment* 12 : 157-162.
- HOLLAND B et al., 1997.** The composition of food, fifth revised and entanted. Edition Redwood books. Led, Trow Bridge, *Willshive* 11 : 228 - 271.

- IFN, 1995.** *Les vitamines*, Institut Français pour la Nutrition. Juin 1995.
- ITCML, 1983.** La tomate, Institut Technologique des Cultures Maraîchères et Industrielles, 1983. 9p.
- KAEGI H. R., 1998.** Unconventional therapies for cancer vitamins A, C and E on behalf of the task force on alternative therapies of the Canadian breast cancer research initiative CMAJ, 1483p.
- LAROUSSE J., 1991.** La conserve appertisée. Aspects scientifiques techniques et économiques. Édition *Tec et Doc*, Lavoisier Paris. pp : 495-520.
- LEBRES E., 2005:** Manuel des travaux pratiques- Analyses des eaux-, laboratoire d'hygiène de l'Est.
- LEONARDI C., BAILE A., GUICHARD S., 1999.** Effects of fruit characteristics and climatic conditions on tomato transpiration in greenhouses. *Science et Biotechnology*, 44 : 1-9.
- MACHLIN L.J., 1980.** Vitamine E. A comprehensive treatise. Marcel Dekker New York.
- MATOS H. R., 2000.** Protective effect of lycopene on lipid peroxidative DNA. Edition *Arch Bioch. Bioph.* 23 :56-59.
- MONTIGAUD J.C et al., 1983.** La filière tomates transformées. Problèmes techniques et économiques : Série études et recherche n°75 de *DLAA-INRA*. Montpellier. 133.
- MULOKZI G., 1995.** Carotenoid content of thermally processed tomato-based food products. *J. Agric. Food Chem.* 65 : 579-586
- ONS, 1988:** Annuaire statistique n° 45 de l'office national des statistiques.
- PASCAUD M., 1998.** Vitamines. Eyclopaedia universalis. Version 4.0, FRANCE.
- POGSON B J., BRADY, C J., 1993.** Do multiple forms of tomato fruit endopolygalacturonase exist in situ? *Pasthorvest Biology and Technology*, 32.pp : 527-534.
- REBERFROID M., 2002.** Aliments fonctionnels. *Tec et Doc*, Lavoisier, Paris: 386p.
- ROSSALL S., 1991.** Ripening-related changes in tomato resulting in susceptibility to *Colletotrichum gloeosporioides*. *Plant Sci. University of Nottingham*, pp : 22-23.
- ROUGERAEU A., 1981.** Techniques d'analyses et de contrôle de la qualité dans l'industrie agroalimentaire. Edition Lavoisier, *Tec et Doc*, (5)Paris 9. 246-247.
- ROUX J L., 1995.** Conserver les aliments. Comparaison des méthodes et de technologies. Edition Lavoisier, *Tec et Doc* Paris : 706p.
- ROZIER J., CARÉLIER V.,BOINOT F., 1978.** Bases microbiologiques de l'hygiène des aliments. Édition SEPALC : pour le développement international des industries de l'agroalimentaire, du commerce et de l'habitats, Paris : 203p.

- RUASSE J P., 1998.** Comportement alimentaire : Hygiène alimentaire. Encyclopaedia universalis, Version 4.0, France.
- SOUICI W S., FACHMANN W., KRAUT H., 1994.** La composition des aliments. Tableau des valeurs nutritives, 5<sup>ième</sup> édition Med Pharm, publishers, CRC Press Tokyo , pp :733-737.
- STAHL W., SIE H., 1992.** Uptake of lycopene and its geometrical isomers is greater from heat processed than from unprocessed tomato juice in humans *J. Nutr.*: P2161-P2166.
- STAHL W., SIE H., 1996.** Lycopene: a biologically important carotenoid for humans. *Arch. Biochem. Biophys.*: 336p.
- TOUCCI L H.; HOLDEN J M.,BEECHER G R.,KHACHIK F., DAVIS C.S., et**  
**VERET C., 2000.** Réfractométrie et interférométrie en analyse chimique, Techniques de l'ingénieur. P500. *ISTRA* in. Paris. 11 p.
- WANG K., MAGA J A., BECHTEL P J., 1995.** Stability of beefy meaty peptide to pasteurization and sterilization temperatures. *Food Sci. Tech.*, 28 (5) pp:539-542
- WIM JONGEN, 2002.** Fruit and vegetable processing. Improving quality. Published by Woodhead Publishing Ltd and CRC Press LLC. Cambridge England. pp :401.

**Liste des textes juridiques et officiels :**

**Arrêtés :**

**JORA N° 077 :** Arrêté interministériel du 21 Rabie Ethani 1418 correspondant au 24 août 1997 relatifs aux conserves de purée de tomates.P26-P35.

**JORA N° 035 :**Arrêté interministériel du 25 Ramadhan 1419 correspondant au 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté du 14 Safar 1415 correspondant au 23 juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires P7-24.

**Normes :**

**AFNOR, 1986:** Produits dérivés des fruits et des légumes, jus de fruits. Recueil des normes françaises n°02. 343p.

**AFNOR, 1992:** Contrôle de la qualité des produits alimentaires : Echantillonnage et contrôle. Recueil des normes françaises (NFV08-011 et NFV08-016).

**Codex alimentarius, 1995:** Fruits et légumes traités et surgelés (5A) Programme mixte de FAO et OMS sur les normes alimentaires, Rome.P3- P9.

**FAO, 1988:** Culture protégées en climat méditerranéen. Etude FAO (organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture), production végétale et protection des plantes N° 90. Manuel préparé par le groupe des cultures, Division de la production végétale et de la protection des plantes. 317p

**Méthode d'analyse n°08.97.22** concernant la détermination de la teneur en acide ascorbique des fruits, Légumes et produits dérivés (partie 2: Méthodes pratiques). Méthode d'analyse du CACQE. Ministère de Commerce.

**Méthode d'analyse n°08.96.17** concernant le dosage des sucres réducteurs des concentrés de tomates (méthode Fihling Soxhlet modifiée selon Latte et Aynone). Méthode d'analyse du CACQE Ministère de Commerce.

**Norme Algérienne NA 652 -1992** concernant les produits d'origines animale et végétale : détermination de la teneur en azote.

**Norme Française NF V 05-101** concernant les produit dérivés des fruits et légumes: détermination de la teneur des chlorures totaux.

**Norme Algérienne NA 5669** concernant les produits dérivés des fruits et légumes : détermination du résidu sec

**Règlement (CEE) n° 1764/86** de la Commission du 27 mai 1986 fixant des exigences minimales de qualité pour les produits à base de tomate Document 386 R 1764

# *Annexes*

Produced with ScantOPDF

## Annexes

### Annexe 1 : tableau Layne Eynon

Sucre réducteur total exigé pour la réduction complète de 10 ml de la solution Soxhlet utilisée en conjonction avec la méthode Lane -Eynon.											
Titre	Sucre Inverti	gsaccharose / 100ml de sucre inverti				Maltose				Lactose	
		Saccharose	1	5	10	25	Glucose	Fructose	Anhydre	$C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$	Anhydre
Quantité pour la réduction de 10 ml de la solution Soxhlet											
15	50.5	49.9	47.6	46.1	43.4	49.1	52.2	77.2	81.3	64.9	68.3
16	6	50.0	6	1	4	2	3	1	2	8	2
17	.7	.1	.6	.1	.4	.3	.3	.0	.1	.8	.2
18	8	.1	.6	.1	.3	.3	.4	.0	.0	.7	.1
19	.8	.2	.6	.1	.3	.4	.5	76.9	80.9	.7	.1
20	.9	.2	6	.1	.2	.5	.5	.8	.8	.6	.0
21	51.0	.2	.6	1	.2	.5	.6	7	7	.6	.0
22	.0	.4	6	1	1	6	7	6	6	.6	0
23	.1	.3	6	1	0	.7	.7	.5	.5	.5	67.9
24	.2	.3	6	1	9	.8	.8	.4	.4	.5	.9
25	.2	.4	6	0	.8	.8	.8	.4	.4	.5	.9
26	.3	.4	6	.0	.8	.9	.9	.3	.3	.5	.9
27	.4	.4	6	.0	.7	.9	.9	.2	.2	.4	.8
28	.4	.5	47.7	.0	.7	50.0	53.0	.1	.1	.4	.8
29	.5	.5	.7	.0	.6	.0	1	0	.0	.4	.8
30	.5	.5	.7	.0	.5	.1	2	.0	.0	.4	.8
31	.6	.6	7	45.9	.5	.2	2	75.9	79.9	.4	.8
32	.6	.6	7	.9	.4	.2	.3	.9	.9	.4	.8
33	.7	.6	7	.9	.3	.3	.3	.8	.8	.4	.8
34	.7	.6	7	.8	.2	.3	.4	.8	.8	.4	.9
35	.8	.7	7	.8	.2	.4	.4	.7	.7	.5	.9
36	.8	.7	7	.8	.1	.4	.5	.6	.6	.5	.9
37	.9	.7	7	.7	.0	.5	.5	.6	.6	.5	.9
38	.9	.7	7	.7	.0	.5	.6	.5	.5	.5	.9
39	52.0	.8	.7	.7	41.9	.6	.6	.5	.5	.5	.9
40	.0	.8	.7	.6	.8	.6	.6	.4	.4	.5	.9
41	.1	.8	.7	.6	.8	.7	.7	.4	.4	.6	68.0
42	.1	.8	.7	.6	.7	.7	.7	.3	.3	.6	.0
43	.2	.8	.7	.5	.6	.8	.8	.3	.3	.6	.0
44	.2	.9	.7	.5	.5	.8	.8	.2	.2	.6	.0
45	.3	.9	.7	.4	.4	.9	.9	.2	.2	.7	.1
46	.3	.9	.7	.4	.4	.9	.9	.1	.1	.7	.1
47	.4	.9	.7	.3	.3	51.0	.9	.1	.1	.8	.2
48	.4	.9	.7	.3	.2	0	54.0	.1	.1	.8	.2
49	.5	.0	.7	.2	1	0	.0	.0	.0	.8	.2
50	.5	.0	.7	.2	.0	.1	.0	.0	.0	.9	.3

## Annexe 2 : traitement statistiques des données par Minitab® 13

### ANOM pour Brix (%) par TRT

Niveau 1 = sans traitement thermique d'appertisation  
 Niveau 2 = avec traitement thermique d'appertisation à 96°C  
 Niveau 3 = avec traitement thermique d'appertisation à 92°C

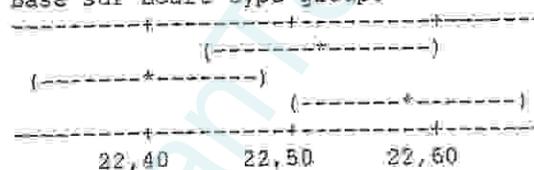
### ANOVA à un facteur contrôlé : Brix (%) en fonction de TRT

Analyse de variance pour Brix (%)				
Source	DL	SC	CM	F
TRT	2	0,04927	0,02463	7,64
Erreur	6	0,01933	0,00322	
Total	8	0,06860		

Niveau	N	Moyenne	EcartType
1	3	22,5233	0,0709
2	3	22,4000	0,0600
3	3	22,5767	0,0321

Ecart-type groupé = 0,0568

IC individuel à 95% pour la moyenne  
 Basé sur Ecart-type groupé



### ANOM pour pH par TRT

### ANOVA à un facteur contrôlé : pH en fonction de TRT

Analyse de variance pour pH				
Source	DL	SC	CM	F
TRT	2	0,004822	0,002411	5,86
Erreur	6	0,002467	0,000411	
Total	8	0,007289		

Niveau	N	Moyenne	EcartType
1	3	4,2100	0,0173
2	3	4,1800	0,0200
3	3	4,1533	0,0231

Ecart-type groupé = 0,0203

IC individuel à 95% pour la moyenne  
 Basé sur Ecart-type groupé



### ANOVA à un facteur contrôlé : Acidité (%) en fonction de TRT

Analyse de variance pour Acidité				
Source	DL	SC	CM	F
TRT	2	0,0182	0,0091	0,74
Erreur	6	0,0738	0,0123	0,517
Total	8	0,0920		

Niveau	N	Moyenne	EcartType
1	3	5,9667	0,1250
2	3	6,0433	0,0751
3	3	6,0733	0,1250

Ecart-type groupé = 0,1108

IC individuel à 95% pour la moyenne  
 Basé sur Ecart-type groupé



### ANOVA à un facteur contrôlé : Viscosité Bostwick (cm) en fonction de TRT

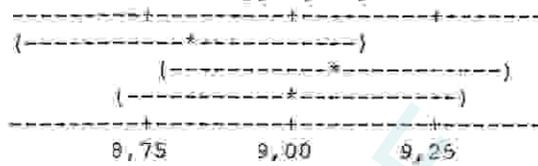
Analyse de variance pour Viscosité				
Source	DL	SC	CM	F
TRT	2	0,0867	0,0433	0,95
				0,438

Ecart-type groupé = 0,438

Erreur	6	0,2733	0,0456
Total	8	0,3600	

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType
1	3	8,8333	0,2887
2	3	9,0667	0,1155
3	3	9,0000	0,2000



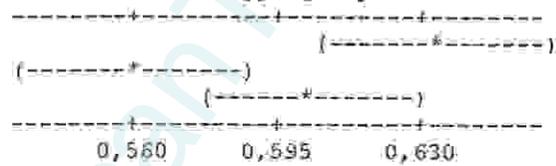
Ecart-type groupé = 0,2134

### ANOVA à un facteur contrôlé : Chlorures totaux (%) en fonction de TRT

Analyse de variance pour Chlorure					
Source	DL	SC	CM	F	P
TRT	2	0,008156	0,004078	11,47	
Erreur	6	0,002133	0,000356		
Total	8	0,010289			

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType
1	3	0,63333	0,01155
2	3	0,56000	0,01732
3	3	0,60333	0,02517



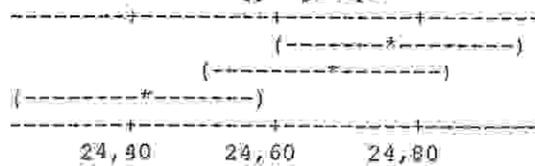
Ecart-type groupé = 0,01886

### ANOVA à un facteur contrôlé : Couleur L en fonction de TRT

Analyse de variance pour Couleur					
Source	DL	SC	CM	F	P
TRT	2	0,2031	0,1015	6,92	
Erreur	6	0,0881	0,0147		
Total	8	0,2912			

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType
1	3	24,770	0,125
2	3	24,670	0,044
3	3	24,413	0,163



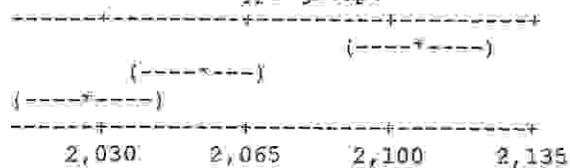
Ecart-type groupé = 0,121

### ANOVA à un facteur contrôlé : Couleur a/b en fonction de TRT

Analyse de variance pour Couleur					
Source	DL	SC	CM	F	P
TRT	2	0,009956	0,004978	37,33	
Erreur	6	0,000800	0,000133		
Total	8	0,010756			

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType
1	3	2,1067	0,0058
2	3	2,0533	0,0153
3	3	2,0267	0,0115



Ecart-type groupé = 0,0115

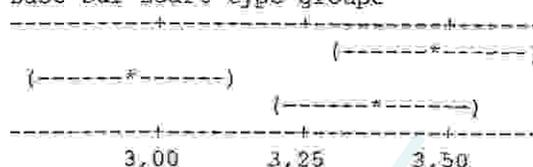
### ANOVA à un facteur contrôlé : Protéines mg/100g en fonction de TRT

Analyse de variance pour Protéine					
Source	DL	SC	CM	F	P
TRT	2	0,4785	0,2392	15,71	
Erreur	6	0,0914	0,0152		

Total 8 0,5699

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType
1	3	3,4733	0,1320
2	3	2,9467	0,0981
3	3	3,3867	0,1365



Ecart-type groupé = 0,1234

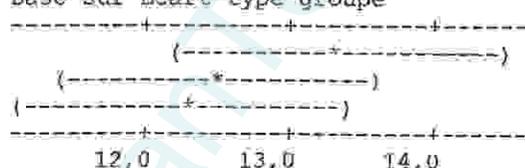
### ANOVA à un facteur contrôlé : Vit C mg/100g en fonction de TRT

Analyse de variance pour Vit C mg

Source	DL	SC	CM	F	P
TRT	2	1,922	0,961	1,49	0,298
Erreur	6	3,871	0,645		
Total	8	5,793			

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType
1	3	13,340	1,168
2	3	12,507	0,599
3	3	12,260	0,460



Ecart-type groupé = 0,803

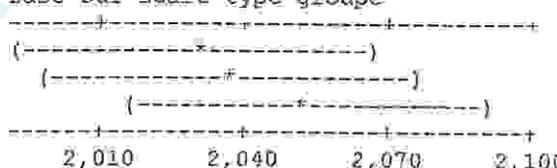
### ANOVA à un facteur contrôlé : Vit E mg/100g en fonction de TRT

Analyse de variance pour Vit E mg

Source	DL	SC	CM	F	P
TRT	2	0,000857	0,000433	0,60	0,579
Erreur	6	0,004333	0,000722		
Total	8	0,005200			

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType
1	3	2,0300	0,0436
2	3	2,0367	0,0153
3	3	2,0533	0,0058



Ecart-type groupé = 0,0269

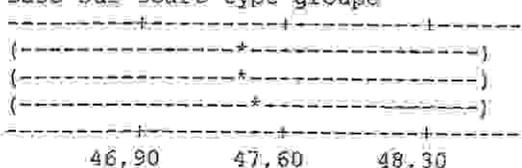
### ANOVA à un facteur contrôlé : Sucres réducteur en fonction de TRT

Analyse de variance pour Sucres r

Source	DL	SC	CM	F	P
TRT	2	0,001	0,000	0,00	0,999
Erreur	6	3,945	0,657		
Total	8	3,946			

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType
1	3	47,420	0,165
2	3	47,423	1,039
3	3	47,440	0,931



Ecart-type groupé = 0,811

Triple concentré de tomate

Niveau 1 = sans traitement thermique d'appertisation

Niveau 2 = avec traitement thermique d'appertisation

**ANOVA à un facteur contrôlé : Brix (%) en fonction de TRT**

Analyse de variance pour Brix (%)				
Source	DL	SC	CM	
TRT	1	0,30827	0,30827	F
Erreur	4	0,02833	0,00708	P
Total	5	0,33660		

F = 43,52  
P = . . .

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Écart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	ÉcartType
1	3	30,3367	0,0351
2	3	29,8833	0,1137



Écart-type groupé = 0,0842

**ANOVA à un facteur contrôlé : pH en fonction de TRT**

Analyse de variance pour pH				
Source	DL	SC	CM	
TRT	1	0,0000167	0,0000167	F
Erreur	4	0,0002667	0,0006667	P
Total	5	0,0002833		

F = 0,25  
P = 0,613

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Écart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	ÉcartType
1	3	4,22000	0,01000
2	3	4,21667	0,00577



Écart-type groupé = 0,00816

**ANOVA à un facteur contrôlé : Acidité (%) en fonction de TRT**

Analyse de variance pour Acidité				
Source	DL	SC	CM	
TRT	1	0,00602	0,00602	F
Erreur	4	0,03967	0,00992	P
Total	5	0,04569		

F = 0,61  
P = 0,480

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Écart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	ÉcartType
1	3	6,2100	0,1039
2	3	6,2733	0,0950



Écart-type groupé = 0,0996

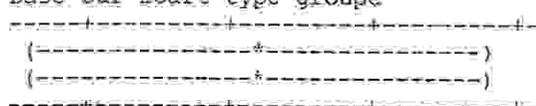
**ANOVA à un facteur contrôlé : Viscosité Bostwick (cm) en fonction de TRT**

Analyse de variance pour Viscosité				
Source	DL	SC	CM	
TRT	1	0,0000	0,0000	F
Erreur	4	0,2600	0,0650	P
Total	5	0,2600		

F = 0,00  
P = 1,000

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Écart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	ÉcartType
1	3	5,8000	0,3000
2	3	5,8000	0,2000



Écart-type groupé = 0,2550

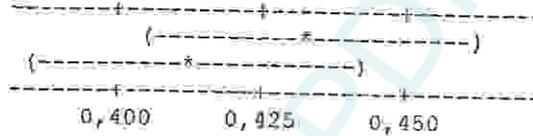
### ANOVA à un facteur contrôlé : Chlorures totaux (%) en fonction de TRT

Analyse de variance pour Chlorure					
Source	DL	SC	CM	F	P
TRT	1	0,000600	0,000600	1,80	0,251
Erreur	4	0,001333	0,000333		
Total	5	0,001933			

Niveau	N	Moyenne	EcartType
1	3	0,43333	0,01155
2	3	0,41333	0,02309

Ecart-type groupé = 0,01826

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Ecart-type groupé



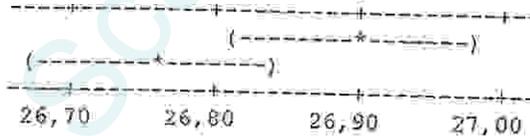
### ANOVA à un facteur contrôlé : Couleur L en fonction de TRT

Analyse de variance pour Couleur					
Source	DL	SC	CM	F	P
TRT	1	0,02940	0,02940	9,85	
Erreur	4	0,01193	0,00298		
Total	5	0,04133			

Niveau	N	Moyenne	EcartType
1	3	26,8967	0,0577
2	3	26,7567	0,0513

Ecart-type groupé = 0,0546

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Ecart-type groupé



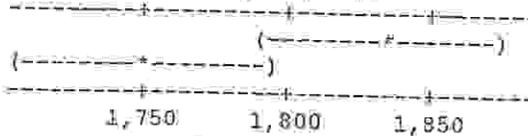
### ANOVA à un facteur contrôlé : Couleur a/b en fonction de TRT

Analyse de variance pour Couleur					
Source	DL	SC	CM	F	P
TRT	1	0,010417	0,010417	14,53	
Erreur	4	0,002867	0,000717		
Total	5	0,013283			

Niveau	N	Moyenne	EcartType
1	3	1,8333	0,0153
2	3	1,7500	0,0346

Ecart-type groupé = 0,0268

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Ecart-type groupé



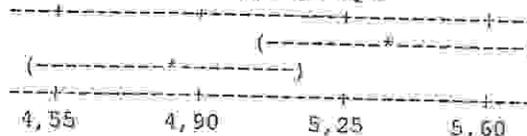
### ANOVA à un facteur contrôlé : Protéines mg/100g en fonction de TRT

Analyse de variance pour Protéine					
Source	DL	SC	CM	F	P
TRT	1	0,4593	0,4593	10,48	
Erreur	4	0,1753	0,0438		
Total	5	0,6346			

Niveau	N	Moyenne	EcartType
1	3	5,3667	0,2836
2	3	4,8133	0,0850

Ecart-type groupé = 0,2094

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Ecart-type groupé



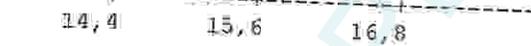
### ANOVA à un facteur contrôlé : Vit C mg/100g en fonction de TRT

Analyse de variance pour Vit C mg				
Source	DL	SC	CM	
TRT	1	5,704	5,704	F
Erreur	4	1,945	0,486	P
Total	5	7,649		

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType
1	3	16,747	0,967
2	3	14,797	0,193

Ecart-type groupé = 0,697



### ANOVA à un facteur contrôlé : Vit E mg/100g en fonction de TRT

Analyse de variance pour Vit E mg				
Source	DL	SC	CM	
TRT	1	0,1014	0,1014	F
Erreur	4	0,0479	0,0120	P
Total	5	0,1493		

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType
1	3	3,7667	0,1528
2	3	3,5067	0,0252

Ecart-type groupé = 0,1095



### ANOVA à un facteur contrôlé : Sucres réducteur en fonction de TRT

Analyse de variance pour Sucres r				
Source	DL	SC	CM	
TRT	1	0,038	0,038	F
Erreur	4	3,231	0,808	P
Total	5	3,270		

IC individuel à 95% pour la moyenne  
Basé sur Ecart-type groupé

Niveau	N	Moyenne	EcartType
1	3	48,427	0,646
2	3	48,267	1,095

Ecart-type groupé = 0,699



Produced with