

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

UNIVERSITE DE BLIDA 1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRES

## MEMOIRE DE MASTER

En vue de l'obtention du diplôme de Master (LMD)

Spécialité : Nutrition et Contrôle des Aliments

### THEME

ETUDES DE LA QUALITE MICROBIOLOGIQUE ET PHYSICO-  
CHIMIQUE D'UNE SAUCE TOMATE INDUSTRIELLE ET SUIVI DE  
L'EVOLUTION DU LYCOPENE AU COURS DU PROCESSUS DE  
FABRICATION

Présenté par : **BOUFRIDI Soumia**

**Promotrice:** Mme.BOUTEKRABT.L MCA USDB

**Soutenu devant le jury**

Mr. RAMDANE S.	MAA	USDB	Président.
Mr. EL HADI D.	MCA	USDB	Examineur.
Mr. MEGATLI I.	MCB	USDB	Examineur.

Année universitaire : 2012- 2013

## **REMERCIEMENTS**

*Tout d'abord, je remercie « **ALLAH** » le tout puissant de m'avoir aidé et m'a donné la force d'achever cette étude.*

*Un grand remerciement à mes très chers parents et mon époux pour leurs soutiens et leurs patiences.*

*Je tiens à remercier ma responsable de thèse **Mme BOUTEKRABT L.** pour son suivi et ses conseils durant l'évolution de ce travail.*

*Mes remerciements vont également aux membres de jury qui m'on fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire.*

*Je tiens aussi à remercier le directeur de l'unité de conserverie « **SIM** », ainsi que la technicienne du laboratoire **Mme Samia** pour sa biodisponibilité et son aide durant toute l'expérimentation.*

*Et à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.*

## DEDICACES

*En premier lieu je tiens à remercier le bon Dieu de m'avoir aidé et donner la volonté et la patience pour réaliser ce travail, que je le dédie :*

*A mes très chers parents, que Dieu tout puissant les gardes en bonne santé*

*A mon époux : Mohamed Fouaad OTMANE TOLBA.*

*A mes sœurs : Lila, Wahiba, Nacira, Fethia, Nadjette, Amina, Khadija*

*A MA BELLE FAMILLE : OTMANE TOLBA*

*Mes beaux parents Kamel et Zahida*

*Mes belles sœurs Manel et Nesma*

*Mon beau frère Fateh*

*A mes nièces : Nerdjess, Nour el houda, Chahira, Souhila, Selma, Sarah, Hadjer, Hanene, Romaiassa, Hayet, Randa, Meriem et Ikram.*

*A mes neveux : Abd el raouf, Walid, Sid ali, Haythem, Mohamed cherif et abd elselam.*

*A toute la famille BOUFRIDI.*

*A toutes mes amies surtout HALFAOUI imène.*

## **Résumé :**

De nombreuses études épidémiologiques ont démontré les effets bénéfiques d'un régime riche en fruits et légumes. La tomate a été étudiée à de nombreuses reprises, elle s'est révélée être riche en plusieurs nutriments et plus particulièrement le lycopène qui est considéré comme un antioxydant très puissant. La transformation de la tomate permet l'élaboration d'une grande diversité de produits tels que les sauces de tomate et le concentré de tomate. Au cours de notre expérimentation, nous avons étudié la qualité microbiologique et organoleptique d'une sauce de tomate industrielle et nous avons également suivi l'évolution de certains paramètres physico-chimiques au cours du processus de fabrication tels que le Brix, l'acidité, pH, le lycopène et le  $\beta$ -carotène.

Nos résultats révèlent que le produit fini est de qualité microbiologique et organoleptiques satisfaisante. Concernant les résultats des analyses physico-chimiques nous avons constaté une augmentation de la teneur du Brix, pH, acidité, et une légère diminution du taux du lycopène de 1,41 mg/100g de MS pour la tomate fraîche à 1,39 mg/100g de MS pour la sauce de tomate, ainsi qu'une diminution de la teneur en  $\beta$ -carotène de 0,25 mg/100g de MS pour la tomate fraîche à 0,15 mg/100g de MS pour la sauce de tomate.

**Mots clés :** tomate, sauce de tomate, lycopène, qualité.

## **Abstract:**

Numerous epidemiological studies have demonstrated the beneficial effects of a diet rich in fruits and vegetables . The tomato has been studied many times , it has proven to be rich in many nutrients , especially lycopene , which is considered a very powerful antioxidant. The tomato processing allows the development of a wide range of products such as tomato sauce and tomato paste. In our experiment , we studied the microbiological quality and organoleptic an industrial tomato sauce and we also followed the evolution of some physico- chemical parameters in the manufacturing process such as Brix , acidity, pH , lycopene and  $\beta$  - carotene.

Our results show that the finished product is of satisfactory organoleptic and microbiological quality . Regarding the results of physicochemical analyzes we found an increase in the content of Brix , pH, acidity and a slight decrease of 1.41 mg/100 g of lycopene MS for fresh tomato to 1.39 mg / 100g MS for tomato sauce , and a decrease in  $\beta$  -carotene content of 0.25 mg/100 g DM for the fresh tomato to 0.15 mg/100 g DM for tomato sauce .

**Keywords:** tomato, tomato sauce, lycopene, quality.

## الملخص

لقد أظهرت عدة دراسات وبائية الآثار المفيدة من اتباع نظام غذائي غني بالفواكه والخضروات. وقد درست الطماطم عدة مرات، حيث اثبت أنها غنية بعدة مغذيات، وخاصة الليكوبين، الذي يعتبر أحد مضادات الأكسدة القوية جدا. إن تحويل الطماطم يسمح بتحضير مجموعة متنوعة من المنتجات كصلصة الطماطم و مركز الطماطم. من خلال دراستنا، سلسلة من التجارب أجريت على صلصة الطماطم الصناعية، حيث قمنا بدراسة النوعية الميكروبيولوجية والحسية للمنتج النهائي، بالإضافة إلى التحاليل الفيزيائية والكيميائية، والتي تابعنا من خلالها تطور بعض المعلمات خلال عملية التصنيع مثل بركس، الحموضة، والليكوبين و  $\beta$ -كاروتين.

أظهرت النتائج أن المنتج النهائي ذو نوعية ميكروبيولوجية وحسية مرضية. بخصوص نتائج التحاليل الفيزيائية والكيميائية لاحظنا هناك ارتفاع في نسبة بركس، الحموضة و، وانخفاض طفيف في كمية الليكوبين من 1.41 مغ/100 غ من المادة الجافة في الطماطم الطازجة إلى 1.39 مغ/100 غ من المادة الجافة. بالإضافة إلى انخفاض في كمية  $\beta$ -كاروتين من 0.25 مغ/100 غ من المادة الجافة إلى 0.15 مغ/100 غ من المادة الجافة

الكلمات الأساسية : الطماطم، صلصة الطماطم، الليكوبين، الجودة

## Liste des abréviations

<b>C</b>	Carbone
<b>°C.</b>	Degré Celsius
<b>Ca</b>	Calcium
<b>Cl</b>	Chlore
<b>Cm</b>	Centimètre
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de Carbone
<b>DTC</b>	Double Concentré de Tomate
<b>FAO</b>	Food and Agriculture Organisation
<b>Fe</b>	Fer
<b>g</b>	Gramme
<b>Ha</b>	Hectare
<b>J. O.</b>	Journal Officiel N° 35 de 27 Mai 1998
<b>K</b>	Potassium
<b>Kg</b>	Kilogramme
<b>K joule</b>	Kilojoule
<b>L</b>	Litre
<b>MADR</b>	Ministère d'Agriculture et de Développement Rurale
<b>MCV</b>	Maladies Cardio-vasculaires
<b>Min</b>	Minutes
<b>mg</b>	Milligramme
<b>Mg</b>	Magnésium
<b>ml</b>	Millilitre
<b>mmHg</b>	Millimètre de mercure
<b>Mn</b>	Manganèse
<b>Ms</b>	Matière sèche
<b>Mt</b>	Million de tonne
<b>N</b>	Normalité
<b>NA</b>	Norme Algérienne
<b>Na</b>	Sodium
<b>Na OH</b>	Hydroxyde de sodium
<b>nm</b>	Nanomètre
<b>OGA</b>	Gélose Oxytétracycline Glucose Agar
<b>P</b>	Phosphore
<b>pH</b>	Potentiel d'Hydrogène
<b>Qx</b>	Quintaux
<b>S</b>	Souffre
<b>SR</b>	Sulfito-réducteur
<b>T</b>	Tonne
<b>T°</b>	Température
<b>TGEA</b>	Tryptone, Glucose à l'extrait de levure Agar
<b>TSE</b>	Tryptone Sel Eau
<b>V</b>	Volume
<b>VF</b>	Gélose Viande Foie
<b>Vit</b>	Vitamine.
<b>Vit A</b>	Vitamine A (Rétinol)
<b>Vit B<sub>1</sub></b>	Vitamine B <sub>1</sub>

Glucose, Agar

<b>Vit B<sub>6</sub></b>	Vitamine B <sub>6</sub> ()
<b>Vit C</b>	Vitamine C (Acide ascorbique)
<b>Vit E</b>	Vitamine E (tocophérole)
<b>VRBL</b>	Gélose (Violet, Read, Bile, Agar)
<b>Zn</b>	Zinc
<b>1<sup>er</sup></b>	Première
<b>2<sup>ème</sup></b>	Deuxième
<b>µg</b>	Micro gramme
<b>β</b>	Béta
<b>%</b>	Pourcentage
<b>&lt;</b>	Inférieur
<b>&gt;</b>	Supérieur

## Liste des tableaux

<b>Tableau (1) :</b> Composition de la tomate* (données pour 100g de produit consommable). .....	6
<b>Tableau (2) :</b> Concentration en caroténoïdes dans les tomates (mg /g) .....	8
<b>Tableau (3) :</b> La production mondiale de tomate .....	10
<b>Tableau (4) :</b> Superficies, productions et rendements de tomate industrielle.....	11
<b>Tableau (5) :</b> Propriétés physico-chimiques du lycopène .....	19
<b>Tableau (6) :</b> Aliments contenant le lycopène (mg/100g).....	20
<b>Tableau (7) :</b> Contenu en caroténoïdes des tomates et de jus de tomate.....	20
<b>Tableau (8) :</b> L'estimation de l'apport quotidien en lycopenes de la tomate et des produits à base de tomate.....	23
<b>Tableau (9) :</b> Les analyses physico-chimiques effectuées sur la sauce tomate aux olives.....	31
<b>Tableau (10) :</b> les résultats des analyses microbiologiques du produit I.....	59
<b>Tableau (11) :</b> les résultats des analyses microbiologiques du produit II.....	60
<b>Tableau (12) :</b> les résultats des analyses microbiologiques du produit III.....	61
<b>Tableau (13) :</b> Evolution du Brix au cours de la fabrication exprimée en % .....	64
<b>Tableau (14) :</b> Evolution du pH au cours de la fabrication.....	65
<b>Tableau (15) :</b> Evolution de l'acidité au cours de la fabrication exprimée en % .....	66
<b>Tableau (16) :</b> Evolution de la teneur en chlorure de sodium exprimée en g/kg.....	67
<b>Tableau (17) :</b> Evolution du lycopène au cours de la fabrication de la sauce de tomate exprimé en mg/100g de MS. ....	68
<b>Tableau (18) :</b> Evolution du taux de la $\beta$ -carotène au cours de la fabrication exprimé en mg/100g de MS.....	69
<b>Tableau (19) :</b> Résultats des analyses physico-chimiques pour le concentré de tomate.....	70
<b>Tableau (20) :</b> Résultats des analyses périodiques du TH.....	71

<b>Tableau (21) : Résultats des analyses périodiques du TA et TAC.....</b>	<b>72</b>
<b>Tableau (22) : Résultats des analyses périodiques du pH.....</b>	<b>73</b>
<b>Tableau (23) : Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de la chaudière.....</b>	<b>74</b>
<b>Tableau (24) : Description des caractères organoleptiques.....</b>	<b>75</b>



## Liste des figures

<b>Figure (1) :</b> Feuille de tomate (Anonyme (3), 2013).....	2
<b>Figure (2) :</b> Fleur de tomate (Anonyme (3), 2013).....	3
<b>Figure (3):</b> Structure du fruit de tomate (Anonyme (3), 2013).....	4
<b>Figure (4) :</b> Les principales formes de la tomate (Anonyme (3), 2013).....	5
<b>Figure (5) :</b> Diagramme de fabrication de concentré de tomate (source : Carvajal, 1992).....	17
<b>Figure (6) :</b> Structure chimique du lycopène (Olempska-Beer, Z. , 2006) .....	18
<b>Figure (7) :</b> Les fonctions biologiques du lycopène (Rao, A.V. ,2006).....	29
<b>Figure (8) :</b> La chaine de fabrication de la sauce tomate à l'unité « SIM ».....	37
<b>Figure (9) :</b> Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles à 30°C.....	40
<b>Figure (10) :</b> Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	42
<b>Figure (11) :</b> Recherche et dénombrement des <u>Staphylococcus aureus</u> .....	44
<b>Figure (12) :</b> Recherche et dénombrement des <u>Clostridium sulfito-réducteurs</u> .....	46
<b>Figure (13) :</b> Recherche des salmonelles.....	48
<b>Figure (14) :</b> Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	50
<b>Figure (15) :</b> Schéma de principe d'un spectrophotomètre UV-VIS (Lafont R et al . , 2002).....	55

## **Annexes**

**Annexe 1** : présentation de l'entreprise.

**Annexe 2** : Milieux de culture, composition et préparation.

**Annexe 3** : Réactifs et leur composition.

**Annexe 4** : Table de MAC GRADY.

**Annexe 5** : Matériels utilisés :

**Figure (a)**: Spectrophotomètre UV-Visible.

**Figure (b)**: Homogénéisateur.

**Figure (c)**: Balance électrique.

**Figure (d)**: réfractomètre électronique.

**Figure (e)**: pH mètre de type Hanna Instrument .

**Figure (f)**: agitateur magnétique.

## SOMMAIRE

Introduction

### **Partie I : Etude bibliographique**

Chapitre I : Généralité sur la tomate ..... 1

Chapitre II : Les produits issus de la transformation industrielle.....12

Chapitre III : le lycopène.....19

### **Partie II : Etude expérimentale**

Chapitre I : Matériels et méthodes.....31

Chapitre II : Résultats et discussion.....59

Conclusion

Références bibliographiques

Annexes

Table des matières

# **Introduction**

Les produits agro-alimentaires d'origine végétale occupent une bonne place dans l'alimentation en raison de leur richesse en nutriments nécessaires pour les besoins d'entretiens.

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

La tomate est l'un des principaux aliments du régime alimentaire méditerranéen. C'est un fruit dont les bienfaits sur la santé humaine sont bien connus. A cet effet, de nombreuses études ont montré que la consommation de tomate ou de produits à base de tomate diminue le risque d'attaques cancéreuses et de certaines maladies cardio-vasculaires. Cette action sur la santé humaine est attribuée à la composition biochimique de la tomate, car elle est la source principale de nombreux nutriments. Parmi ces constituants, les antioxydants comme le lycopène, la  $\beta$ -carotène, dont l'action préventive et les avantages sur la santé publique sont confirmés par de nombreuses études.

Des quantités importantes de tomate sont produites en Algérie chaque année, plus de 8.2 million de qx sont transformés en produit alimentaires tels que les sauces et produits en conserve, L'objectif de l'Etat est d'atteindre 80.000 à 120.000 tonnes de double concentré de tomate par an et c'est pour cette raison la filière de la tomate industrielle est devenue de plus en plus importante dans l'économie nationale vu qu'elle réalise en moyenne 52 milliards de DA/an et emploie 30.000 personnes (Oubraham S., 2012).

Au cours des différentes opérations du processus industriels, la tomate peut subir plusieurs modifications, parmi les quelles on peut citer : la diminution de l'intensité de la couleur rouge et l'apparition du brunissement.

Plusieurs marques ont fait leur apparition sur le marché, ouvrant une large concurrence dans le domaine des conserves (concentré, sauce de tomate).

Devant cette diversité de produit et de fabricants, nous pensons à la question de qualité et de conformité et quelle protection fournissent-ils aux consommateurs ?

C'est ce qui nous amène à se pencher sur l'étude de la qualité d'une sauce de tomate industrielle en se basant sur son analyse microbiologique, son analyse physico-chimiques et le

suivi de l'évolution du lycopène au cours du processus de fabrication ainsi que les caractéristiques organoleptique.

**CHAPITRE I**  
**GENERALITES SUR LA**  
**TOMATE**

## **I-1- Généralités :**

La tomate est une plante herbacée qui appartient à la famille des solanacées. (Jacqueline P. et al., 1999). Le mot « tomate » est dérivé de *tomalt*, le nom de ce légume en nahuatl, la langue parlée par les Aztèques (Anonyme (2), 1996). Elle est largement cultivée pour son fruit. Le terme désigne aussi ce fruit charnu, qui est l'un des légumes les plus importants dans l'alimentation humaine et qui se consomme frais ou transformé (Anonyme (3), 2013).

### **I-1-1- Histoire :**

Elle est originaire d'Amérique tropicale, mais elle a débordé très largement son cadre climatique original pour devenir le légume de première importance dans tous les continents. (CHAUX C., 1994). Les Européens ne l'ont connue qu'au XVI<sup>e</sup> siècle. Elle reste longtemps considérée comme une plante médicinale ou même ornementale. Ce n'est que vers les années 1920-1930 qu'elle commence à être largement commercialisée dans tous les territoires, la tomate devient alors un « Légume » à part entière (bien que botaniquement, il s'agisse d'un fruit), consommé en cruditité, comme légume ou base de sauce ou encore sous forme de jus (Jacqueline P. et al., 1999).

### **I-1-2- Classification :**

Famille	: Solanacées
Genre	: <i>Lycopersicon</i>
Espèce	: <i><u>Lycopersicon esculentum</u></i>
Nom commun	: tomate (Dominique M., 2010).

### **I-1-3-La culture et les conditions de récoltes de la tomate :**

La tomate est cultivée dans de nombreux pays du monde et sous divers climats. Cette plante est capable de pousser sous des climats variés et des sols de plus ou moins de bonne qualité. Son développement optimal requiert un climat tempéré chaud et des températures comprises entre 16 et 27 °C. L'intensité lumineuse joue également sur le développement de la plante et sa floraison, la durée du jour ayant une grande importance (Yamagushi M., 1983).

Sa culture fait appel à diverses techniques (en plein champ, sous abri léger, en serre, culture hydroponique, etc) dans le cadre de deux filières distinctes: la tomate de marché, pour la consommation en frais, et la tomate d'industrie pour la transformation. Les variétés destinées à la transformation sont spécifiques puisque leurs caractéristiques répondent aux exigences de l'industrie. Elles sont cultivées en plein champ et doivent alors résister à des conditions climatiques particulières ainsi qu'aux pathologies et ravageurs affectant ce fruit.

La récolte se fait, à maturation, de façon mécanique ce qui implique l'utilisation de variétés caractérisées par une croissance déterminée et une croissance groupée des fruits (Gould, W., 1991).

Les tomates destinées au marché du frais sont généralement cultivées en serre ou en plein champ. Elles se récoltent manuellement à un stade de maturité incomplet lorsque les fruits sont encore très fermes et peu colorés (Céline C., 2010).

## **I-2-Structure et morphologie :**

### **I-2-1- Le système racinaire :**

Il est bien développé, pivotant avec des racines secondaires importantes et nombreuses. La plupart des racines se situent à une profondeur de 30 à 40cm. La racine centrale peut atteindre 100 à 150cm (CHAUX C. ,1994).

### **I-2-2- La tige :**

Elle est herbacée presque ligneuse, elle comprend de nombreuses ramifications : la hauteur de la tige varie en fonction de la variété et les conditions de culture (CHAUX C. ,1994).

### **I-2-3-La feuille :**

Elle est composée, à plusieurs folioles ovales, un peu dentées. L'odeur spécifique dégagée par cette plante est liée à la variété (CHAUX C. ,1994).



**Figure (1) :** Feuille de tomate (Anonyme <sup>(3)</sup>, 2013).

#### **I-2-4-La fleur :**

La tomate est une plante autogame, du type (5), avec un ovaire bicarpellé. Sa formule florale est : 5 sépales + 5 pétales + 5 étamines + 2 carpelles (CHAUX C. ,1994).

Les fleurs, petites, jaunes, en forme d'étoile, sont groupées sur un même pédoncule en bouquet lâche de trois à huit fleurs. Ces bouquets apparaissent en générale régulièrement sur la tige chaque fois que la plante a émis trois feuilles (en conditions favorables, la plante pousse continuellement en émettant des feuilles et des bouquets de fleurs) (Hervé C., 2007).



**Figure (2) :** Fleur de tomate (Anonyme <sup>(3)</sup>, 2013).

#### **I-2-5- Le fruit :**

D'un point de vue botanique, la tomate est un fruit (baie), mais elle est cultivée et utilisée comme un légume. Ce fruit est constitué de trois parties :

##### **A- Le péricarpe :**

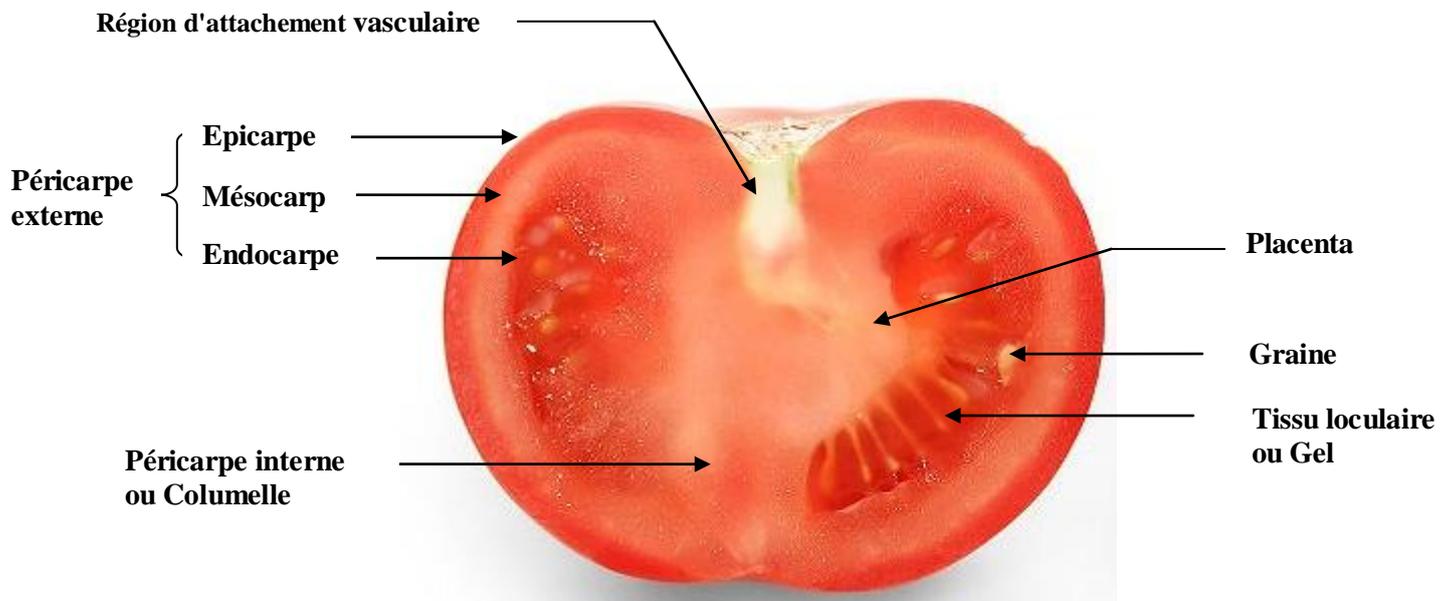
Provient du développement de l'ovaire, il comprend la peau et la partie charnue. La peau consiste en quatre à cinq couches de cellules de type épidermique ou hypodermique sous une fine cuticule (Hulme, A., 1971).

### **B- Le mésocarpe (les loges) :**

Le fruit de tomate a une placentation centrale, les cavités sont séparées entre elles par des cloisons. Il peut y avoir une ou plusieurs cloisons par fruit selon les variétés (CHAUX C. ,1994).

### **C-Endocarpe (les graines) :**

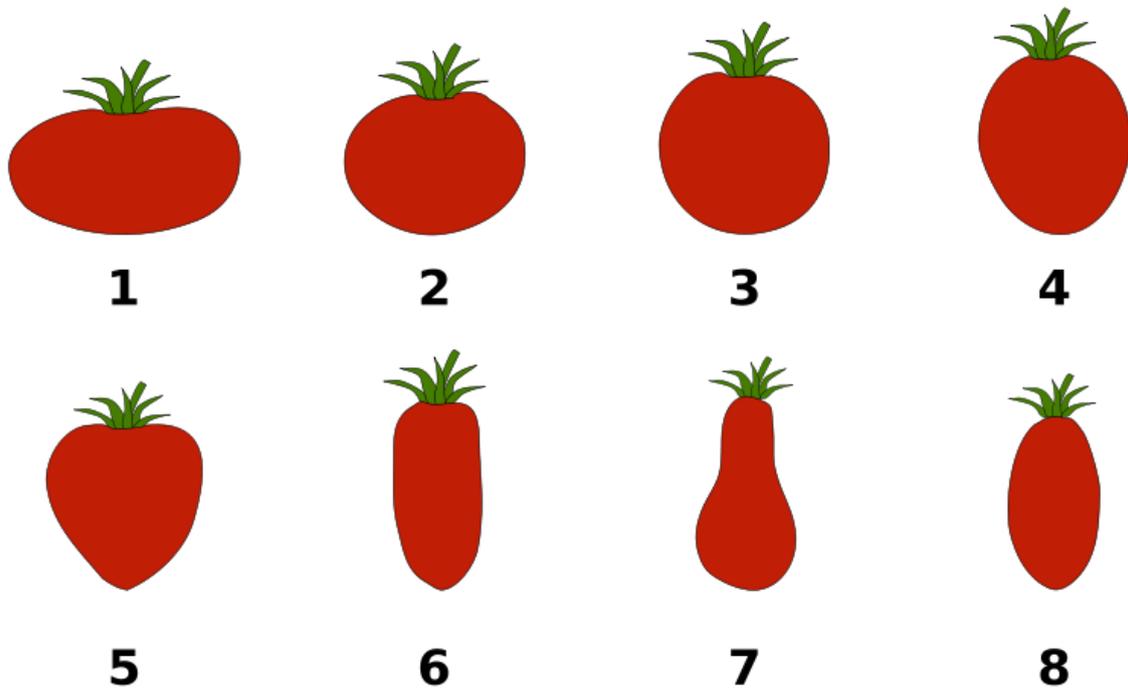
Les graines sont petites, plates d'une couleur grisâtre ou beige et velues. Elles sont enveloppées par un mucilage et noyées dans la pulpe du fruit. Elles sont présentes en nombre très variable (80-500) dans chaque fruit. Leur longévité est de 4 à 5 ans (CHAUX C. ,1994)



**Figure (3):** Structure du fruit de tomate (Anonyme (3), 2013).

### I-3- Les variétés de la tomate industrielle:

En section méridienne, le fruit peut revêtir des formes très variées : ellipsoïdales, plus au moins aplaties, globuleuses, ovales plus au moins allongées, voire subcylindriques ou pyriformes. (Fig. 2). La taille est extrêmement variable, allant de 1,5 cm de diamètre - pour les tomates dites "cerises" - à plus de 10 cm (CHAUX C. ,1994).



- 1 : aplatie
- 2 : légèrement aplatie
- 3 : arrondie
- 4 : haute et ronde
- 5 : en forme de coeur
- 6 : cylindrique
- 7 : en forme de poire
- 8 : en forme de poire

**Figure (4) :** Les principales formes de la tomate (Anonyme <sup>(3)</sup>, 2013).

#### I-4-La composition biochimique :

**Tableau (1) :** Composition de la tomate\* (données pour 100g de produit consommable).

(Dominique G. et *al.*, 2000).

(g)	variations	Minéraux (mg)	variations	Vitamines (mg)	Variations
Eau	93,4- 95 ,2	Ca	9,7 – 15,0	Provitamine A	0,5 – 0,8
Protides	0,9- 1,1	K	202 - 300	Vit B1	0,04 – 0,06
Lipides	Trace- 0,3	Na	3 - 11	Vit B2	0,02 – 0,05
Glucides	2,8- 4,7	P	20 - 27	Vit B6	0,08 – 0,1
Fibres	0,5- 1,5	Fe	0,2 - 0,6	Vit C	15 - 23
Minéraux	0,6	Mg	10 - 11	Vit E	0,04 – 1,2

Valeur caloriques pour 100 g de produit consommable :

Elaboré d'après Davies Hobson 1981

Totale : 71 Kjoule / digestible :65 Kjoule (16 Kcal) .

et Souci et al., 1986

\* valeurs indicatives susceptible de varier selon les variétés, la saison, le degré de maturité et les conditions de culture

La tomate ne renferme que de faibles quantité d'éléments énergétiques (environ 3 % de glucides, moins de 1% de protéines, des traces de lipides). De ce fait, elle ne fournit guère plus de 15 kcalories aux 100 g, soit 63 kjoules. (Anonyme<sub>(1)</sub>, 1992)

#### I-4-1- La teneur en matière sèche :

Une tomate mure est composée d'environ 93 à 95 % d'eau soit 5 à 7% de matière sèche.

Environ la moitié de la matière sèche est composée de sucres (glucose et fructose essentiellement) un quart d'acides organiques, d'acides aminés, de minéraux et de lipides, et un quart de protéines, pectines, cellulose et hémicellulose. (Dominique G. et *al.*, 2000)

#### I-4-2- La teneur en sucre :

Les sucres représentent près de la moitié de la matière sèche du fruit mure. Les sucres sont stockés principalement sous forme de fructose et de glucose en bien moindre quantité de saccharose. L'intensité de la saveur sucrée de la tomate reste limitée car la quantité de sucre est relativement faible (Dominique G. et *al.*, 2000).

### **I-4-3- Les protéines :**

Les constituants protéiques bien que présents en faible concentration sont d'une importance capitale, non seulement comme composant des structures nucléiques et cytoplasmiques, mais aussi comme coenzymes impliquées dans le métabolisme des fruits en croissance, en développement et en maturation.

La tomate malgré sa faible teneur en protéines (1,1%) contient pratiquement tous les acides aminés. Qui sont plus concentrés dans la pulpe que dans les parois des fruits, l'acide aminé prédominant dans la tomate est l'acide glutamique (Davies J.N. et Hobson C.L., 1981).

### **I-4-4- Les lipides :**

La fraction des lipides de la tomate est de 0,31 % et constituée de triglycérides, de diglycérides, de stérols, d'esters stérol, d'acides gras libres, et d'hydrocarbures (Sunkhe D.K. et *al.*, 1974).

### **I-4-5- La teneur en acides organiques :**

Les acides organiques sont déterminants pour la saveur de la tomate, plus de un huitième de la matière sèche du fruit est composée d'acides organiques essentiellement citriques et maliques et d'acides dicarboxyliques (surtout glutamique et aspartique) dont les concentrations relatives dépendent des variétés et de la nutrition minérale. (Dominique G. et *al.*, 2000). Le taux de ces acides organiques a tendance de se diminuer au cours de la maturation, en même temps que celui des glucides s'élève (Anonyme<sub>(1)</sub>,1992).

### **I-4-6- Les minéraux :**

Les minéraux représentent 8% de la matière sèche du fruit mure (Dominique G. et *al.*, 2000). Le potassium domine largement (il représente près de la moitié du total). Sont assez abondants également le chlore, le phosphore et le magnésium (env. 10 mg/100 g). Il faut noter que selon le type de sol, et les engrais mis en œuvre, les teneurs en minéraux peuvent varier largement, et passer du simple au double, voire au triple ou davantage (chlore ou sodium par exemple). Les minéraux se combinent aux acides organiques pour donner des résidus aux propriétés alcalinisantes (basiques). De ce fait, la tomate, malgré sa saveur acide, s'oppose aux excès d'aliments acidifiants (telle la viande), et participe au maintien d'un bon équilibre acido-basique (Anonyme<sub>(1)</sub>,1992).

#### I-4-7- Les pigments :

##### A- Les pigments liposolubles :

- **Les chlorophylles :**

Elles sont responsables de la couleur verte des végétaux. Leur couleur peut varier selon les traitements physico-chimiques subis par les végétaux (exemple : la cuisson transforme les chlorophylles vertes en chlorophylles brune ou vertes olive) (Emilie F., 2005).

- **Les caroténoïdes jaune et orangés :**

Le  $\beta$ -carotène et le lycopène sont les caroténoïdes responsables de la coloration des tomates, ils leur confèrent des propriétés nutritionnelles intéressantes liées à leur pouvoir antioxydant et vitaminiques dans le cas du  $\beta$ -carotène. (Dominique G. et al., 2000). Ces pigments sont sensibles à la chaleur mais plus encore à l'oxydation et à la lumière (Emilie F., 2005).

**Tableau (2) :** Concentration en caroténoïdes dans les tomates (mg /g) (Kadick, 1992).

Caroténoïdes	Tomate crue	Tomate cuite	Concentré de tomate
-lutéine	0,13	0,15	0,43-0,82
-lycopène 5, 6 epoxide	0,53	0,52	1,24-2,10
-lycopène	3,92	0,40	32,7-68,2
-neuropène	0,30	0,28	0,90-1,19
- $\alpha$ carotène	0,84	0,87	0,42-1,36
- $\beta$ carotène	0,28	0,30	0,26-1,66
-phytfluène	0,51	0,54	2,08-4,13
-phytoène	0,60	0,66	1,52-3,31

##### B- Les pigments hydrosolubles :

C'est le cas de certains **polyphénols** :

- Les flavonoïdes : de couleur jaune clair à jaune d'or.
- Les anthocyanes qui, liés à un ou plusieurs glucides, donnent des pigments bleus en milieu basique et rouge en milieu acide (Emilie F., 2005).

#### **I-4-8-les vitamines :**

Toutes les vitamines hydrosolubles sont bien représentées dans la tomate, à commencer par la vitamine C, dont le taux peut varier de 10 à 30 mg (10 à 20 mg le plus souvent). La teneur en provitamine A, précurseur de la vitamine A, est de l'ordre de 0,4 mg aux 100 g : mais là encore, on peut relever des teneurs très diverses, selon les variétés et les degrés de maturité (de 0,2 à 0,8 mg). Les vitamines du groupe B sont nombreuses et relativement abondantes, toutes sont représentées, y compris la biotine et l'acide folique (Anonyme<sup>(1)</sup>, 1992).

#### **I-5- Aspect économique de la filière tomate :**

- **L'échelle mondiale :**

La tomate est, après la pomme de terre, le légume le plus consommé dans le monde. Selon les statistiques de l'organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture, la production mondiale de tomates s'élevait en 2007 à 126,2 millions de tonnes, répartie dans 164 pays sur une surface de 4,63 millions d'hectares, soit un rendement moyen de 27,3 tonnes à l'hectare (FAO-STAT, 2009).

Les trois grands producteurs mondiaux furent : la Chine avec 33.645.000 millions de tonnes, suivit des Etats-Unis avec 11.500.000 millions de tonnes et la Turquie avec 9.920.000 millions de tonnes. Quatre pays méditerranéens produisant plus de 1.000.000 millions de tonnes dans l'ordre : Italie, Espagne, Grèce et Portugal (Anonyme <sup>(3)</sup>, 2013).

**Tableau (3):** La production mondiale de tomate (FAO-STAT, 2009).

Année 2007	Production de tomate (Mt)
<b>Chine</b>	33.645.000
<b>Etats-Unis</b>	11.500.000
<b>Turquie</b>	9.950.000
<b>Inde</b>	8.586.000
<b>Egypte</b>	7.550.000
<b>Italie</b>	6.026.000
<b>Iran</b>	5.000.000
<b>Espagne</b>	3.615.000
<b>Brésil</b>	3.364.000
<b>Mexique</b>	2.900.000
<b>Fédération de Russie</b>	2.393.000
<b>Grèce</b>	1.450.000
<b>Chili</b>	1.270.000
<b>Maroc</b>	1.140.000

- **L'échelle nationale :**

Apparue en Algérie dans les années 20, la production et la transformation de tomate d'industrie destinée à la fabrication de concentré et de produits dérivés (sauces, ketchup,...).

Ces superficies se répartissent entre les trois principales zones de production de 6 à 7 000 ha chacune que constituent les Wilayates de Annaba, Skikda, et El-Tarf, et la zone de Guelma pour 2 700ha (LENNE P. et BRANTHOME F., 2006).

**Tableau (4) : Superficies, productions et rendements de tomate industrielle (MADR, 2006)**

	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006
<b>Superficie (ha)</b>	23 070	24 690	27 080	27 307	21 265	10 569
<b>Production (qx)</b>	4 569 970	4 135 770	4 301 640	5 785 520	5 096 590	2 472 265
<b>Rendement (Qx/ha)</b>	198,1	167,5	158,8	212,4	239,7	233,9
<b>Quantités transformées (T)</b>	243 136	241 514	209 448	276 038	155 238	121 829
<b>Equivalents DCT (T)</b>	47 518	49 172	37 503	51 981	31 984	22 913

Les superficies consacrées à la culture des tomates industrielles qui étaient de 21 265 ha en 2005, ont été portées à 10 569 ha en 2006, représentant une chute importante de plus que la moitié (-50,30%), cette dernière a engendré une chute aussi marquante pour la production (-51,49 %) puisqu'elle est passée de 5 096 590 Qx en 2005 à 2 472 265 Qx en cette année. En effet les rendements ont baissé de -2,41 %. Selon les prévisions du ministère de l'Agriculture La production de tomate industrielle atteindra 8,2 millions de quintaux (qx) en 2012, contre 7,7 millions qx en 2011, en hausse de 6,5% (Oubraham S. ,2012).

**CHAPITRE II**

**LES PRODUITS ISSUS DE**

**LA TRANSFORMATION**

**INDUSTRIELLE**

## **II-1- Définition des sauces :**

D'après le Larousse Gastronomique, les sauces se définissent comme « des *assaisonnements plus ou moins liquides chauds, ou froids, qui accompagnent ou servent à cuisiner un mets* ».

Les sauces sont composées en général d'un liquide, un corps gras et des condiments ou des épices. Les gastronomes soulignent qu'une sauce doit mettre en valeur le plat qu'elle accompagne. A partir de cette définition, il existe une grande variété de sauces qui vont conférer à un plat sa typicité.

### **II-1-1- Les différentes familles de sauces :**

D'après Lambert J.L. (2000), les nombreuses sauces sont pour la plupart des dérivés de sauces de base en ajoutant une garniture, un produit ou une liaison supplémentaire à cette dernière. Il convient de distinguer en premier lieu les sauces froides des sauces chaudes.

- **Les sauces chaudes :**

Parmi celles-ci, il est nécessaire de distinguer les sauces dont la liaison est assurée par l'emploi d'un épaississant (farine par exemple) ou d'un émulsifiant (jaune d'oeuf par exemple).

- A. Les sauces émulsionnées :**

Ces sauces à base d'œufs semi-coagulés, sont difficiles à réaliser et constituent un milieu particulièrement propice au développement bactérien. Elles regroupent des sauces Hollandaise et Béarnaise ainsi que leurs dérivés c'est à dire des sauces obtenues par ajout d'un ingrédient caractéristique (Lambert J.L. , 2000).

- B. Les sauces épaissies :**

Pour ces sauces, la texture souhaitée est obtenue grâce à l'emploi d'un agent épaississant. En termes de saveur, on distingue un groupe particulier de sauces épaissies : celles dont l'aromatisation est réalisées grâce à l'utilisation d'un fond, qui est une préparation culinaire aromatique claire (c'est-à-dire non liées), plus ou moins concentrée et légèrement parfumée.

Parmi les sauces épaissies, on distingue des sauces qui n'incorporent pas de fond. C'est le cas de la sauce tomate et la sauce béchamel (Lambert J.L. , 2000).

- **Les sauces froides :**

Il s'agit toujours de sauces émulsionnées, deux groupes sont à différencier :

- **Groupe 1 :** les sauces émulsionnées stables telles la mayonnaise et les sauces qui en dérivent
- **Groupe 2 :** les sauces émulsionnées instables telles les vinaigrettes et les sauces qui en dérivent (Lambert JL. , 2000).

## **II-1-2- Définition d'une sauce tomate :**

Selon le CODEX STAN. 57-1981, le concentré de tomate traité sous le nom de sauce tomate désigne le produit préparé par concentration du liquide extrait des tomates (*Lycopersicum esculentum*) substantiellement saines, mûres et rouges. Ce liquide est filtré, ou préparé de toutes autres façons, de manière que le produit fini soit débarrassé des peaux et des pépins, ainsi que d'autres parties dures et gros morceaux.

Cependant, la sauce tomate peut contenir des ingrédients caractérisant tels que les poivrons, les oignons, les ails, le sel, l'huile végétale etc., en quantités suffisantes pour changer d'une manière appréciable la saveur, l'arôme et le goût de la composante tomate utilisée pour la sauce tomate de pizza et des pâtes alimentaires.

## **II-2- La sauce tomate et le concentré de tomate :**

Les tomates choisies pour le concentré et la sauce suivent le même procédé de lavage et de tri que les tomates à peler, mais elles peuvent éviter l'étape de pelage car elles vont être filtrées et raffinées.

Le concentré de tomate et la sauce de tomate suit le même procédé de production, mais le concentré doit passer à travers un procédé d'évaporation plus intense.

### **II-2-1-Utilisation du concentré pour la préparation d'autres produits :**

Le concentré de tomate peut être considéré comme un produit "semi-fini" car il entre dans la préparation de nombreux produits industriels, en particulier des jus, des sauces ou encore des soupes. La préparation de ces aliments se fait, le plus souvent, à partir de concentré dilué et mélangé à d'autres ingrédients, qui varient selon le produit désiré (oignons, huile, sucre, sel, épices, etc). Le mélange subit un traitement thermique et, éventuellement, une étape d'homogénéisation à chaud permettant d'épaissir le produit. Il est ensuite conditionné puis pasteurisé (Gould, 1992) [in Céline C., 2010].

## II-2-2-nomenclature des produits à base de tomate :

Hayes et *al.* (1998) ont défini ces produits comme étant des fruits de tomate écrasés avant ou après élimination des peaux et des graines.

- **La pulpe de tomate** : il s'agit de tomates écrasées avant ou après élimination des peaux et des graines.
- **Le jus de tomate** : c'est le jus provenant des tomates entières écrasées dans lesquelles la peau et les graines ont été éliminées et qui a été soumis à une fine dégradation. Il est donné à la consommation sans dilution ou concentration.
- **La purée de tomate** : c'est le terme appliqué aux pâtes de tomate de faible concentration comprise entre 8 et 24 % de substances solides soluble.
- **Les pâtes de tomate** : c'est le produit résultant de la concentration de la pulpe de tomate après l'élimination des peaux et des graines et contenant 24% ou plus de substances solubles totales, les pâtes de tomate sont commercialisées dans des petits emballages.
- **Le sérum de tomate** : c'est le jus de tomate qui a été filtré ou centrifugé pour éliminer complètement les particules solides en suspension.
- **Le sirop de tomate** : il correspond au sirop de tomate qui a été concentré.
- **Les sauces de tomate** : dans lesquelles on trouve :
  - **Le ketchup** : c'est une sauce de tomate fabriquée à partir de purée de tomate à laquelle on ajoute le vinaigre, le sucre, le sel, l'oignon, l'ail et le poivre.
  - **La sauce chili** : la préparation de cette sauce est identique au ketchup sauf que les tomates sont utilisées entières et pelées.

## II-3- Technologie de la transformation industrielle :

La transformation du produit dépend de sa forme initiale, de la manière dont on souhaite le voir dans l'assiette, les saveurs peuvent être modifiées, mais jamais complètement changées, il est important avant de rechercher le processus de transformation de connaître la présentation finale qu'on souhaite donner au produit (Bartholin G., 1982).

### **II-3-1- Caractéristiques de la tomate destinées à la transformation :**

Les tomates utilisées pour la préparation de concentré doivent répondre à certains nombres de critères de qualité, les fruits doivent être fermes, sains, résistants à l'éclatement et l'écrasement au moment de la récolte, durant le transport et le stockage (CODEX SATN. 13-1981). Cependant, d'autres critères sont à considérer :

#### **II-3-1-1 Forme et calibre du fruit :**

Ces deux critères sont très importants, pour le marché frais, les fruits sont ronds à légèrement aplatis, parfois allongés, de calibre réguliers. Pour les industries, la forme des fruits importe pour les tomates pelées, les fruits pour le concentré sont oblongs le plus souvent (Jacqueline P. *et al.*, 1999).

#### **II-3-1-2-Couleur du fruit :**

Les fruits doivent être de couleur homogène à maturité, de plus la coloration doit être intense, à l'extérieur comme à l'intérieur du fruit (Jacqueline P. *et al.*, 1999).

#### **II-3-1-3- La viscosité :**

La viscosité est recherchée pour certaines préparations (ketchup, jus, concentré). Elle est en relation avec la teneur des fruits en substances insolubles dans l'alcool (protéines, cellulose, pectine, polysaccharides) (Jacqueline P. *et al.*, 1999).

#### **II-3-1-4- pH :**

Le pH du produit à transformer doit être inférieur à 4,5 de façon à limiter le temps de stérilisation nécessaire pour préserver la qualité du produit fini (Miladi, 1970).

#### **II-3-1-5- Extrait sec :**

L'extrait sec total du fruit de tomate est essentiel pour l'élaboration du concentré, plus l'indice réfractométrique est grand, moins il faut de Kg de tomate fraîche pour fabriquer 1 Kg de double concentré à 28 % (Miladi, 1970).

#### **II-3-1-6- L'acidité :**

Même importance que le pH, la teneur en acide citrique dans la tomate ne doit pas être inférieure à 0,35 % (Miladi, 1970).

### **II-3-1-7- La vitamine C :**

Elle augmente la valeur nutritive du produit et joue un rôle d'antioxydant, les valeurs moyenne en acide ascorbique vont de 21,5 à 26,3 mg/100 g de jus de tomate (Miladi, 1970).

### **II-3-1-8- les sucres totaux :**

Selon Rey et Castes, 1965 la teneur en sucre est de 2,5 % à 3,5 % du poids frais, elle varie avec la variété et la période de maturation.

### **II-3-2- De la tomate au concentré (Processus de fabrication):**

A leur arrivée sur le lieu de la transformation, les tomates sont lavées et triées selon leur taille (Gould, 1992) [in Céline C., 2010]. Après qu'elles sont débarrassées de leurs peaux et de leurs graines, les tomates sont envoyées alors au broyeur qui assure le concassage (GOOSE *et al.* , 1973).

Elles sont ensuite soumises à un premier traitement thermique (préchauffage) qui varie selon le produit désiré (Gould, 1992) [in Céline C., 2010], deux modes de préchauffage sont pratiqués ; il s'agit du cold break qui consiste à un broyage à température ambiante suivi d'un préchauffage à 60° C. et le hot break dont le principe consiste à porter les tomates immédiatement après leur broyage à la température de 90 à 95° C. pendant un temps très court 15s (Bartholin G.,1982).

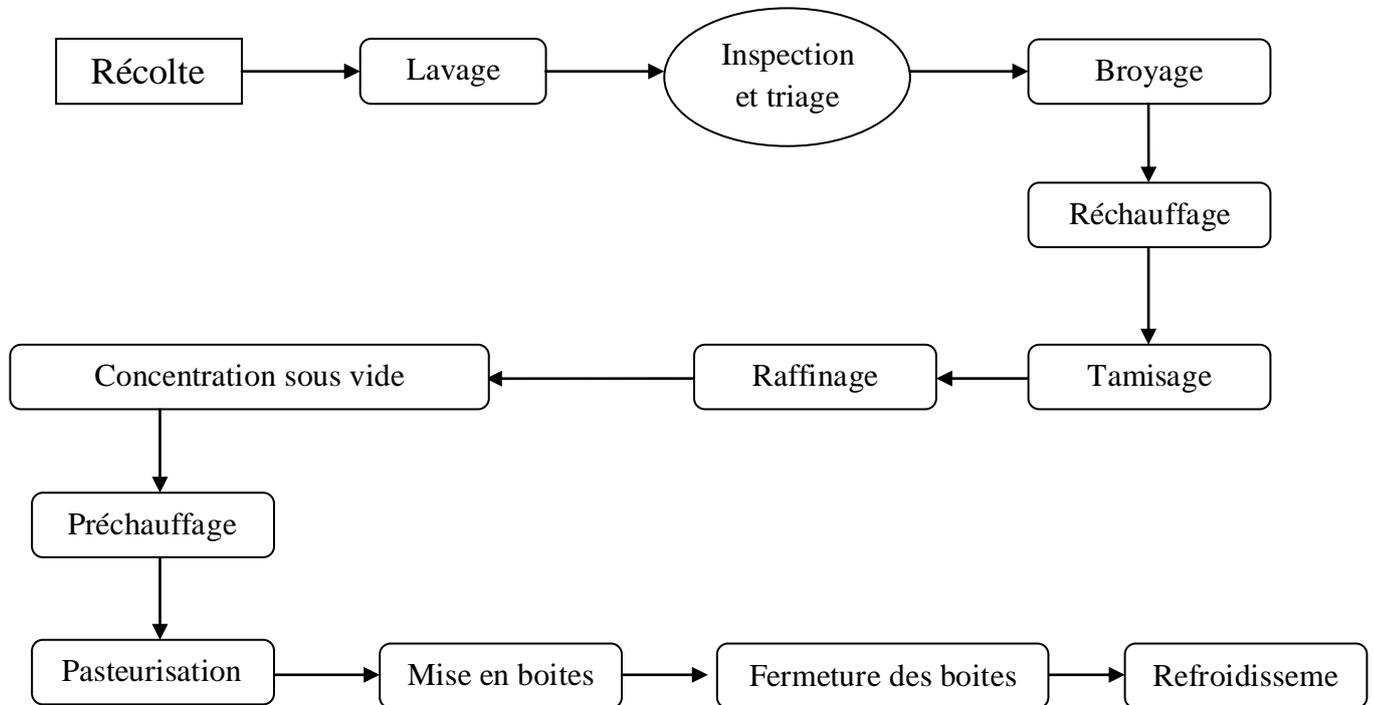
Une fois l'étape de préchauffage est terminée, le produit est tamisé afin d'éliminer les particules de peau restantes et les pépins. Il est ensuite concentré puis pasteurisé. La concentration consiste à réduire la teneur en eau grâce à un chauffage sous vide jusqu'à obtention d'un taux de 28-30 % de solides solubles pour des doubles concentrés, voire 36 à 45 % pour des concentrés plus épais.

Le conditionnement du produit, peut se faire avant ou après la pasteurisation (Gould, 1992) [in Céline C., 2010]. La pâte pasteurisée est automatiquement versée dans les boites en fer blanc pré-stérilisée avec la vapeur vive à 100-110°C. pendant 1 à 2 minutes, de sorte que la température des parois atteigne 100°C. minimum. Le produit est introduit dans les boites à une température des parois 90-95° C. en laissant un espace libre compris entre 1 à 2 cm, de manière à assurer un bon brassage du produit durant le refroidissement (Bartholin G., 1982).

Les boîtes sont immédiatement sorties puis retournées et laissées ainsi pendant 3 minutes pour stériliser le couvercle (Moresi et Liverotti, 1982).

Les boîtes de pâte de tomate doivent ensuite être rapidement refroidies afin d'éviter la détérioration de la saveur et de la couleur à la suite de la rétention de la chaleur (Gould, 1992) [in Céline C., 2010].

La figure 4 résume les principales étapes entrant dans la fabrication du concentré de tomates.



**Figure (5) :** Diagramme de fabrication de concentré de tomate

(Source : Carvajal, 1992)

**CHAPITRE III**  
**LE LYCOPENE**

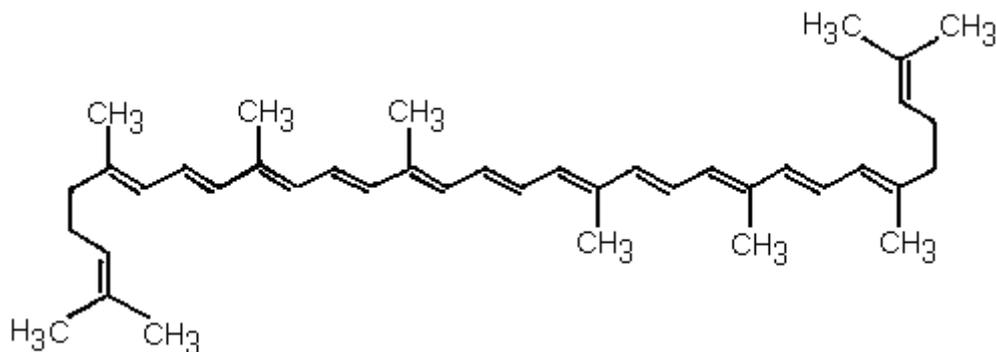
### III-1-Définition :

Le lycopène, un pigment caroténoïdien naturel liposoluble, est synthétisé par beaucoup de plantes et de micro-organismes pour absorber la lumière durant le processus de photosynthèse et les protéger contre la photosensibilité. Toutefois il n'est pas synthétisé par les animaux ni par les humains (Rao, A.V. ,2006)

Le lycopène est le pigment principal responsable de la couleur rouge de la tomate mûre (*Lycopersicon esculentum*) et des produits à base de tomate (Shie et Le Maguer, 2000). Plusieurs études épidémiologiques ont suggéré qu'une consommation élevée de tomates et de produits de la tomate contenant du lycopène peut protéger contre les maladies cardiovasculaires et certains cancers (Wu et *al.*, 2003).

### III-2-Structure chimique :

Le lycopène est un hydrocarbure polyène, acyclique, non saturé, composé de 13 double liaisons dont 11 sont des doubles liaisons conjuguées, disposées linéairement. Sa formule moléculaire est  $C_{40}H_{56}$ . Les autres caroténoïdes seront obtenus par cyclisation, déshydrogénation et oxydation du lycopène (Shie et Le Maguer, 2000).



**Figure (6) :** Structure chimique du lycopène (Olempska-Beer, Z. , 2006).

Dans la nature, le lycopène est présent principalement sous forme isomérique tout-trans. Il peut toutefois subir une mono ou poly isomérisation à ses formes isomériques cis. Il s'agit d'une molécule fortement stable. Cependant, elle peut subir des changements d'ordre oxydatif, thermique et de photodégradation (Rao, A.V. ,2006). De toutes les formes isomériques de

lycopène, le 5-*cis* lycopène est le plus stable et compte le plus grand nombre de propriétés anti oxydantes (Chasse GA. et al., 2001).

### III-3-Les propriétés physico-chimiques :

Le tableau ci-dessous résume les plus importantes d'entre elles.

**Tableau (5):** Propriétés physico-chimiques du lycopene (Shie et Le Maguer, 2000).

<b>Paramètres</b>	<b>Propriétés</b>
Formule moléculaire	C <sub>40</sub> H <sub>56</sub>
Poids moléculaire	536,85
Point de fusion	172-175°C.
Forme des cristaux	Aiguilles rouges
Couleur	Rouge foncé
Solubilité	Hydrophobe (insoluble dans l'eau et alcool), liposoluble, soluble dans chloroforme, acétone, éther de pétrole.
Sensibilité	Oxygène, lumière, acides, températures élevées, ions métalliques.
Absorbance dans l'hexane	472 nm

### III-4- Sources alimentaires du lycopène :

Les aliments qui contiennent le plus de lycopène sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau (6) :** Aliments contenant le lycopène (mg/100g) (Agarwal et Rao, 2000)

<b>Aliments</b>	<b>Teneur en lycopen</b>
Abricot frais	<0,01
Abricot en conserve	0,06
Abricot séché	0,86
Pamplemousse rose frais	3,36
Goyave fraiche	5,4
Tomate fraiche	0,88 à 4,2
Tomate cuite	3,7
Sauces aux tomates	6,2
Jus de tomate	5 à 11,6
Ketchup	9,9 à 13,44

Le contenu en lycopène des tomates dépend en grande partie de la variété de la tomate et de son degré de mûrissement (Clinton, S.K., 1998).

**Tableau (7) :** Contenu en caroténoïdes des tomates et de jus de tomate (Gibault T., 2006).

<b>µg/100g</b>	<b>Tomate crus</b>	<b>Jus de tomate</b>
<b>β carotène</b>	449	270
<b>α carotène</b>	101	0
<b>lycopene</b>	2573	9037

### **III-5- Localisation et biosynthèse du lycopène :**

Le lycopène est présent dans les membranes cellulaires de la tomate. El wandawi et *al.* (1985) ont rapporté que les peaux contiennent 12 mg de lycopène par 100 g de peau, alors qu'une tomate entière n'en contient que 3,4 mg/100 g du poids frais, soit trois fois moins que dans les peaux. Mais le Maguer et *al.* (1996) ont estimé que la concentration des peaux est cinq fois plus élevée que la tomate entière, soit 53,9 mg de lycopène par 100 g de peau contre 10,78 mg par 100g en poids frais.

La couleur rouge, en revanche, est conférée par des cristaux de lycopène accumulés dans les chromoplastes.

La biosynthèse du lycopène se traduit visuellement lors de la maturation par un changement de la pigmentation des fruits. Au niveau cellulaire, elle se traduit par la transformation des chloroplastes en chromoplastes. Cette transformation indique la maturation du fruit et donc la possibilité d'y observer les aiguilles de lycopène (Kirk et Tilney- Bassett, 1978).

### **III-6-Stabilité du lycopène durant le process :**

De nombreuses études se sont intéressées à l'évolution des caroténoïdes, et en particulier du lycopène, au cours de la préparation des produits à base de tomate. Lors de la transformation, ces produits subissent des pertes en lycopène due essentiellement à l'oxydation et l'isomérisation, conduisant ainsi à une variation de la couleur en passant du rouge au rouge brun (Shie et Le Maguer, 2000).

#### **III-6-1-La température :**

Les hautes températures sont les causes principales de la dégradation du lycopène lors de la cuisson et de la pasteurisation. Deux études ont suivi le devenir du lycopène dans des tomates ou des tomates broyées cuites au four et à la poêle en présence d'huile (de tournesol ou d'olive) pour ce second traitement (Mayeaux et *al.* , 2006 ; Sahlen et *al.* , 2004). La teneur en lycopène diminue bien plus lors de la cuisson à la poêle, la disparition du lycopène s'accélérait avec une augmentation de la température et un allongement de la durée du traitement.

Au cours d'autres études, l'évolution du trans-lycopène a été suivie pendant la préparation de concentré et de jus dans des conditions industrielles. Celui-ci semblait significativement affecté seulement lors de l'étape de concentration et pasteurisation (Takeoka et *al.* , 2001 ; Seybold et *al.* , 2004).

#### **III-6-2- L'oxygène :**

En 1954, Monselise et Beirk sont les premiers à rapporter que l'oxydation du lycopène a lieu durant la fabrication du concentré de tomate. D'autres études postérieures ont montré que 30% du lycopène est dégradé lorsque le produit est exposé à une température de 100°C. En présence d'oxygène, alors que la dégradation n'est que de 5% en présence de CO<sub>2</sub> (Shie et Le Maguer, 2000).

#### **III-6-3- La lumière :**

La lumière est aussi un facteur favorisant la dégradation du lycopène, mais son effet est d'autant plus important si elle est combinée à de hautes températures (Shie et Le Maguer, 2000).

#### **III-6-4- Pertes dues à l'isomérisation du lycopène :**

Le lycopène sous forme *trans*, majoritairement présent dans les fruits de tomate est susceptible de se dégrader par des réactions d'oxydation ou d'isomérisation. Les isomères *cis* du lycopène sont parfois présents dans les tomates fraîches et retrouvés dans tous les produits à base de tomate. L'isomérisation du (*trans*)-lycopène en (*cis*)-lycopène est favorisée par la chaleur et l'exposition à la lumière, des conditions auxquelles sont soumis les produits lors de la transformation. Les formes *cis* du lycopène apparaissent ainsi au cours des procédés, avant d'être à nouveau isomérisées en (*trans*)-lycopène ou par oxydation ce qui explique les faibles proportions d'isomères *cis* retrouvés dans les produits à base de tomate (Britton et *al.*, 2009 ; Re et *al.*, 2002 ; Shie et le Maguer, 2000).

D'après Zumbrun et *al.*, 1985, l'isomérisation du lycopène et la quantité et la quantité des isomères *cis* augmentent en fonction du temps d'exposition au traitement thermique. Ce traitement provoque une isomérisation, les isomères les plus abondants sont *5-cis*, *9-cis*, *15-cis*.

#### **III-7- Consommation et besoin en lycopène :**

De nos jours, les nutritionnistes mettent l'accent sur la consommation en anti-oxydants en générale, et sur le lycopène en particulier. L'apport quotidien moyen de lycopène varie considérablement d'un pays à l'autre, de 0,7 mg par jour en Finlande à 25 mg par jour au Canada. Cependant, 2,5 mg quotidiennement sont un taux universel généralement accepté. Il n'existe pas d'apport quotidien recommandé pour le lycopène, mais sur la base des travaux de recherche publiés, un apport quotidien de 7 mg est suggéré (Agarwal et Rao, 2000).

Le principal apport de lycopène est réalisé par la de la tomate et de ses produits dérivés. On peut considérer que la consommation régulière cumulée de tomates et d'aliments à base de tomate (sous formes de sauces et de concentrés) par rapport à celle de tomates seules est susceptible d'augmenter d'un facteur 10 l'apport journalier en lycopène. La teneur en lycopène de préparations concentrées est de l'ordre de 20 mg/100 g de produit frais et peut dépasser 40 mg/100 g dans certains cas (Reboul et *al.*, 2005).

Le tableau ci-dessous nous donne l'estimation de l'apport quotidien en lycopène de la tomate et des produits à base de tomate.

**Tableau (8):** L'estimation de l'apport quotidien en lycopène de la tomate et des produits à base de tomate (Agarwal et Rao, 2000).

Produits	Portion	Apport en lycopène (mg/jour/sujet)	% de l'apport quotidien recommandé en lycopène
tomates	200g	12,70	50,5
Sauce à spaghetti	125 ml	2,44	9,7
Pâte de tomate	30 ml	2,29	9,1
Jus de tomate	250 ml	2,20	8,7
Sauce aux tomates	227 ml	1,52	6,0
Purée de tomate	60 ml	1,02	4,1
Soupe aux tomates	227 ml	0,79	3,1
Sauce à pizza	60 ml	0,66	2,6
Ketchup aux tomates	15 ml	0,53	2,1

### III-8-Digestion et absorption intestinale :

Plus de 50 caroténoïdes d'origine alimentaire sont susceptible d'être dégradés dans l'estomac et l'intestin, puis absorbés, métabolisés et retrouvés dans le plasma et organes humains (Faure *et al.*, 1999).

L'absorption, la distribution, le métabolisme et l'excrétion du lycopène diffèrent beaucoup selon les substances caroténoïdes. La plupart des connaissances actuelles dans ce domaine dérivent des recherches effectuées avec le bêta carotène. Les substances caroténoïdes sont fortement liées aux macromolécules dans les aliments (Véronique B. *et al.*, 2001).

Pour que le lycopène soit efficace dans la prévention de maladies chroniques, il doit être absorbé, atteindre les tissus ciblés et maintenir ses propriétés anti oxydantes. L'absorption du lycopène peut être facilitée par un dérangement à la matrice cellulaire où se lie le lycopène ainsi que par la présence de lipides. De façon générale, l'absorption du lycopène provenant de source alimentaire chez l'humain est de l'ordre de 10 à 30%.

- **L'absorption intestinale a lieu en trois phases :**

La première phase est la dissolution du lycopène dans les gouttelettes lipidiques au niveau de l'estomac et du duodénum sous l'action combinée des lipases et des sels pancréatiques formant ainsi des vésicules lipidiques multicellulaires (Clinton, S.K., 1998). Le lycopène est ensuite inclus dans d'autres composés lipidiques formant des micelles mixtes, structure indispensable à l'absorption (Parker et Van Villet, 1996).

La deuxième phase se traduit par l'absorption proprement dite qui a lieu au niveau des cellules de la muqueuse duodénale par un mécanisme de diffusion passive déterminé par un gradient de concentration entre les micelles et la membrane entérocytaire (El-Gorab, 1975).

Le lycopène étant fortement hydrophobe, un contact étroit entre micelle et membrane est probablement nécessaire, ce contact peut en effet avantager l'absorption intestinale.

Cependant, certains facteurs tels que les fibres alimentaires solubles peuvent entraver cette dernière en diminuant ce contact (Faure et *al.*, 1999).

La troisième phase est la translocation intracellulaire qui reste à ce jour mal connue. Il semblerait que les protéines de transfert des acides gras effectuent le transfert du lycopène ainsi que les autres caroténoïdes depuis la membrane entérocytaire jusqu'aux organites cellulaires notamment l'appareil de Golgi site d'assemblage des chylomicrons (Gartner, 1997). Une fois que le lycopène est incorporé aux chylomicrons, il est secrété dans l'espace intracellulaire et passe dans la lymphe pour rejoindre la circulation générale. Il est important de signaler que 50 à 80% des caroténoïdes sont éliminés par l'organisme et retrouvés dans la matière fécale (Faure et *al.*, 1999).

- **Le transport :**

Les chylomicrons sont responsables du transport des substances caroténoïdes, de la muqueuse intestinale vers le sang, par le système lymphatique. Dans le plasma, les substances caroténoïdes sont transportées exclusivement par les lipoprotéines. Le lycopène, substance caroténoïde dominante dans le plasma humain, possède une demi-vie de deux à trois jours dans l'organisme. Dans le plasma humain, le lycopène est présent sous forme d'un mélange contenant 50 % de forme *cis* et 50 % de forme *trans* (Véronique B. et *al.*, 2001).

### III-9-La biodisponibilité du lycopène :

La biodisponibilité est définie par la fraction d'un nutriment ingéré, disponible dans le corps après son absorption dans le but d'être utilisé par les fonctions biologiques et le processus métabolique (Macrae et al. , 1993 ; Jackson, 1997).

Des études ont démontré que le lycopène est absorbé plus efficacement s'il provient de produits à base tomate par comparaison avec la consommation de tomates crues (Rao, A.V. ,2006).

Giovanucci et *al.* (1995), comparent la différence de la biodisponibilité des tomates fraîches et du concentré de tomate, et rapportent que les taux de lycopène sérique sont plus élevés lors de la consommation des produits transformés, cela est dû à la faible biodisponibilité du lycopène dans le matériel végétal cru où il se trouve fortement lié (Gartner et *al.*, 1997).

A l'état naturel, le lycopène est sous la forme ***all trans*** (Agarwal et Rao, 2000). Lors du process, le lycopène subit une isomérisation dont le degré dépend de l'intensité et la durée du traitement (Shie et le Maguer, 2000).

Dans le plasma humain, on retrouve une mixture d'isomères composés de 50% de la forme ***cis***, qui est la plus stable et plus disponible que la forme ***trans*** probablement parce qu'ils sont plus solubles dans les micelles et incorporés de manière préférentielle dans les chylomicrons (Boileau et *al.*, 1999).

La biodisponibilité de l'isomère ***cis*** dans les aliments est plus grande que celle de l'isomère ***trans***. De même, la biodisponibilité du lycopène augmente par la transformation des tomates, comparativement aux tomates fraîches. La transformation des tomates peut améliorer la biodisponibilité et l'absorption du lycopène en augmentant l'isomérisation, mais également en brisant les membranes cellulaires, rendant le lycopène plus accessible (Véronique B. et *al.*, 2001).

Plusieurs paramètres sont capable de diminuer l'absorption du lycopène et de ce fait diminuer sa biodisponibilité tels que :

- la concentration des aliments en lycopène.
- La nature de l'aliment.
- La richesse de l'aliment en fibres et en graisses.
- Interaction entre le lycopène et autre caroténoïdes (Shie et le Maguer, 2000).

### **III-10- Effets bénéfiques sur la santé humaine :**

Les effets bénéfiques du lycopène sur la santé peuvent être dus à ses propriétés anti oxydantes puissantes, bien que d'autres mécanismes (p. ex. ses effets sur la fonction de communication intercellulaire par jonction lacunaire et sur le cycle cellulaire) puissent intervenir.

Contrairement à d'autres caroténoïdes comme  $\alpha$ - $\beta$  et-carotène, le lycopène même s'il manque d'une activité provitamine, il est connu pour être un puissant antioxydant (Livny et *al.*, 2002). **Les espèces réactives de l'oxygène** (ROS) ont été impliqués à jouer un rôle majeur dans l'apparition et la progression de plusieurs maladies chroniques. Ces ROS sont des molécules oxydantes très réactives qui sont produites de façon endogène par l'activité métabolique normale. Ils réagissent avec les composants cellulaires, causant des dommages oxydatifs à ces critiques biomolécules cellulaires comme les lipides, les protéines et l'ADN. Les antioxydants sont des agents protecteurs qui inactive les ROS et par conséquent, considérablement retarder ou prévenir les dommages oxydatifs associés à un risque de maladies chroniques. Le lycopène est l'un des antioxydants les plus puissants parmi les caroténoïdes alimentaires et peut aider à réduire le risque de maladies chroniques, dont le cancer et les maladies cardiaques.

- **Le cancer :**

Le cancer est un processus qui se déroule en plusieurs étapes, qui sont l'initiation, la promotion et la progression. Des études *in vitro* et *in vivo* démontrent que le lycopène prévient les trois stades de développement du cancer. En 1995, une publication a démontré une corrélation inverse entre la consommation de tomates et le risque de cancer de la prostate (Giovannucci et *al.*, 1995). Cet effet était dépeint comme étant plus significatif dans les cas de maladie plus agressive. Les auteurs ont avancé que le lycopène, le composant présent dans les tomates, aurait peut-être un effet bénéfique. En 1999, une publication donna suite (Giovannucci E. ,1999) et a évalué 72 études ayant rapporté un rôle joué par le lycopène dans des cancers chez l'humain.

Des études ont porté à croire qu'il existait une association entre un apport alimentaire accru en lycopène ou des taux sériques élevés en lycopène d'une part et une réduction significative du risque de cancers. Bien que des études épidémiologiques aient fourni des preuves convaincantes appuyant un rôle protecteur du lycopène contre le cancer, le bilan en stress oxydatif et en lycopène chez des patients cancéreux était inconnu. Une étude de cas-témoin récente a affiché des taux significativement plus faibles de lycopène sérique et des taux sériques plus élevés de l'antigène prostatique spécifique (PSA), en plus de marqueurs de stress oxydatif, chez des cancéreux en comparaison avec leurs témoins du même âge. Le  $\beta$ -carotène,

la lutéine, la cryptoxanthine, la vitamine E et la vitamine A n'ont signifié aucune différence entre les cancéreux et les témoins (Rao AV. et Agarwal, 1999). Pour expliquer les résultats observés, les auteurs de l'étude proposent soit une absorption affaiblie ou une utilisation accrue du lycopène chez les cancéreux. Une étude pharmacocinétique de suivi auprès de personnes atteintes de cancer de la prostate qui comprenait aussi des cas témoins du même âge a soulevé la possibilité d'absorption affaiblie du lycopène chez les cancéreux, car les courbes d'absorption étaient significativement plus faibles chez ces personnes en comparaison à leurs cas-témoins. Cela fait actuellement l'objet d'études scientifiques (Rao AV.,2002).

En fait, des études épidémiologiques, des études de cultures tissulaires in vitro, des études sur des animaux et, maintenant, certaines études sur le terrain effectuées avec des humains démontrent qu'un apport accru en lycopène produira des taux accrus de lycopène en circulation et dans les tissus. Le lycopène in vivo peut agir comme un antioxydant puissant, protéger les cellules contre les dommages oxydatifs et prévenir ou réduire le risque de plusieurs formes de cancer.

Des mécanismes autres que les autoxydants ont aussi démontré leurs participations à des effets médiateurs du cancer attribués au lycopène . Dans une étude rapportée plus récemment, le lycopène a montré une diminution des taux de PSA et de progression du cancer de la prostate chez des patients au diagnostic récent qui recevaient 15 mg de lycopène chaque jour pendant les trois semaines précédant une prostatectomie radicale (Kucuk O. et Woo DP. , 2002). Peu nombreuses, ces observations émettent tout de même la possibilité que le lycopène participe non seulement à la prévention de cancers, mais qu'il joue un rôle dans le traitement de la maladie.

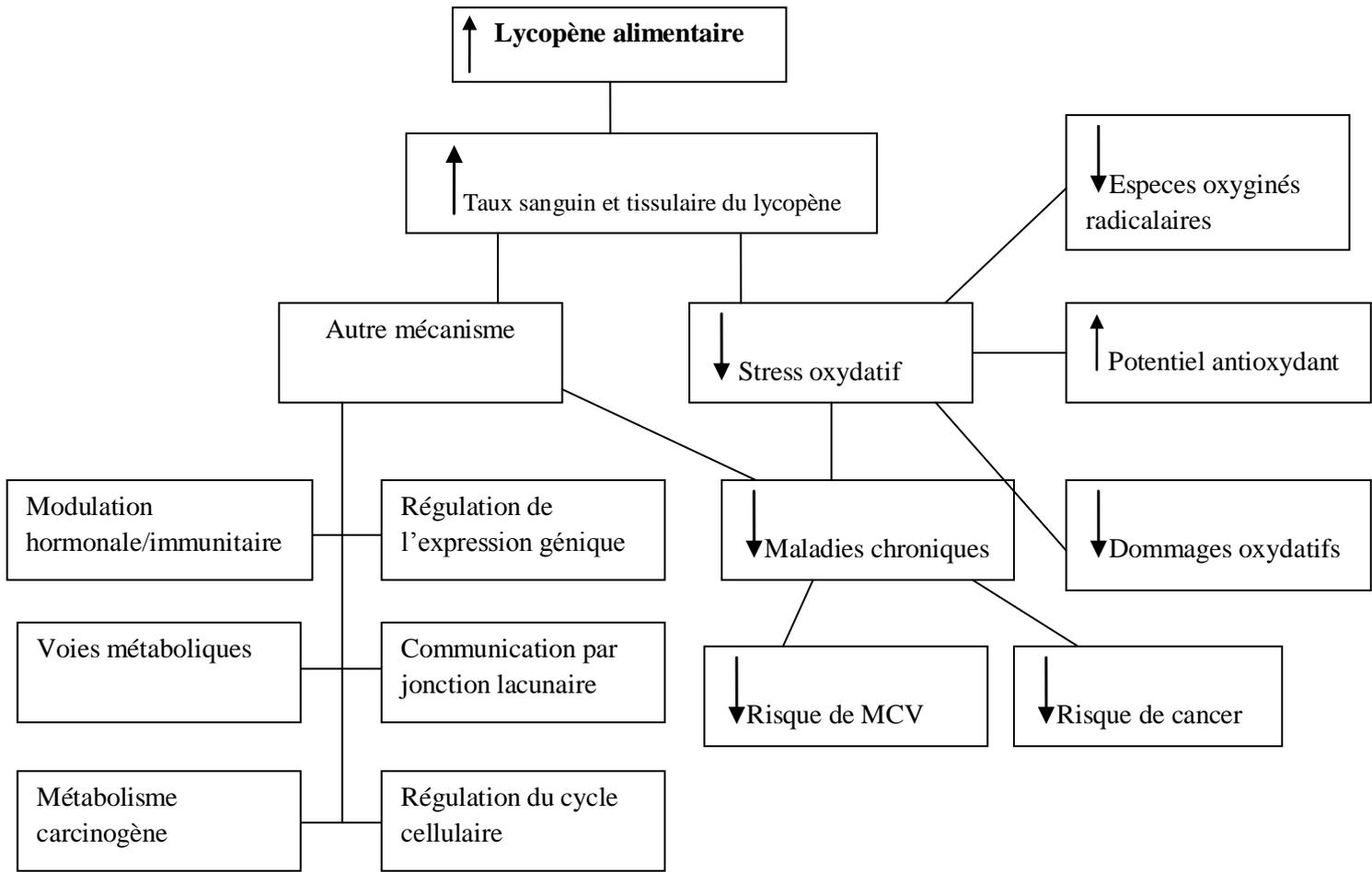
- **Ostéoporose :**

Des études se penchent maintenant sur le rôle du lycopène dans d'autres maladies humaines. Rao et ses collègues étudient par exemple le rôle du lycopène dans la prévention de l'ostéoporose. Des études de cultures tissulaires ont démontré que le lycopène stimule la prolifération et le marqueur de formation des os, l'activité phosphatase alcaline des ostéoblastes et qu'il réduisait l'activité de résorption des os et la formation d'ostéoclastes multinucléés. En se fondant sur ces résultats positifs, l'auteur a entrepris des études cliniques transversales chez des femmes postménopausiques qui présentent un risque d'ostéoporose. Elles montrent une corrélation directe en un apport en lycopène et le lycopène sérique, ce qui indique que l'absorption du lycopène est efficace. De plus, un taux sérique plus élevé de

lycopène s'est trouvé associé à un faible niveau de N-Télopeptides ( $p < 0,005$ ) et les groupes dont les taux sériques de lycopène étaient plus élevés présentaient une oxydation plus faibles des protéines ( $p < 0,05$ ). En conclusion, ces résultats portent à croire que le lycopène antioxydant alimentaire cause une réduction des marqueurs du stress oxydant et des taux de renouvellement des cellules osseuses chez des femmes post ménopausiques; il peut s'avérer bénéfique pour réduire le risque d'ostéoporose (Rao, A.V. ,2006).

- **Hypertension**

La consommation de lycopène chez des sujets légèrement hypertensifs a résulté en réductions significatives de la tension artérielle systolique et diastolique. Ces observations sont importantes dans la mesure où la majorité des cas de personnes qui souffrent d'hypertention légère dans une population donnée peut bénéficier de sources alimentaires et supplémentaires de lycopène (Rao, A.V. ,2006).



**Figure (7) :** Les fonctions biologiques du lycopène (Rao, A.V. ,2006).

# **Matériel et méthodes**

## **I-1-Matériel :**

### **- Appareillage**

- Autoclave.
- Bain-marie.
- Agitateur magnétique.
- Réfractomètre.
- Spectrophotomètre.
- Balance analytique.
- Burettes.
- Béchers.
- Pipettes (Pasteur, graduées).
- Erlenmeyers.
- Propipettes.
- Tubes à essais.
- Fioles.
- Ampoule à décompté.
- Capsules.
- Papier aluminium.
- Entonnoir.
- Papier filtre.
- pH mètre.
- L'étuve.
- Dessiccateur.
- Bec Bunsen.
- Four à moufle.
- Boites de pétri.
- Cuve en quartz

### **-Milieux de cultures et réactifs**

- TGEA.
- OGA.
- VF.
- Sulfite de sodium.
- Alun de fer.
- Alcool 96°.
- Eau physiologique.
- TSE.
- Ethanol.
- Acétone.
- Hexane.
- NaOH à 0,1N.
- Eau distillée.
- Phénol phtaléine.

## I-2-Objectifs du travail :

Le but de ce travail est l'étude de la stabilité microbienne d'une sauce tomate aux olives fabriquée au niveau de l'unité de conserverie « SIM » ainsi que la mise en évidence de ses caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques.

### I-2-1- Présentation de la démarche suivie :

Nous avons procédé à un contrôle effectué à posteriori pour évaluer la qualité du produit fini :

Ainsi, trois lots de 5 boîtes de sauce tomate d'une capacité de 340g ayant des dates de fabrication très proches ont fait l'objet de notre étude.

Pour réaliser ce travail nous avons effectué une série d'analyse : physico-chimiques sur la matière première, le produit semi fini et le produit fini comme indique dans le tableau suivant :

**Tableau (9)** : Les analyses physico-chimiques effectuées sur la sauce tomate aux olives.

	Matière première			Produit semi fini	Produit fini
	La tomate	Eau	Concentré de tomate	Purée de tomate	Sauce tomate
Brix	+	-	+	+	+
pH	+	+	+	+	+
Acidité	+	-	+	+	+
Chlorure	+	-	+	+	+
TA/TAC/TH	-	+	-	-	-
Lycopène	+	-	+	+	+
$\beta$ -carotène	+	-	+	+	+

(+) : analyse effectuée.

(-) : analyse non effectuée.

Le travail a porté aussi sur le contrôle microbiologique : la recherche et le dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux, les coliformes, *Staphylococcus aureus*, clostridium sulfito-réducteurs, les salmonelles.

Les tests organoleptiques sur le produit fini ont consisté à évaluer les caractéristiques suivantes : l'Apparence, la Texture, l'Odeur et la Saveur.

### **I-2-2- présentation du produit :**

La sauce tomate aux olives fabriquée au niveau de l'unité de conserverie « SIM » de Ben Boulaid, porte le nom « sauce tomate », il est obtenu à partir de la tomate fraîche et d'huile d'olive et délicatement relevée par des oignons et des herbes, utilisé à quantité souhaité et réchauffage plus rapide. Elle se déguste chaude avec des pâtes, volailles, poisson, œufs brouillés. C'est un produit naturel puisqu'il ne renferme aucun additif alimentaire, ni colorants artificiels.

### **I-2-3- Présentation des composants de la sauce :**

- **Les olives de table :**

L'olive de table est très riche en eau avec une teneur de 60g, et 20 g d'huile, mais il est pauvre en protéines environ 1g, il contient plusieurs vitamines les prédominantes sont : la vitamine A, la vitamine C, la vitamine B<sub>1</sub>, et la vitamine E (Anonyme (1), 1996).

Le rôle des olives vertes est de rendre la sauce tomate épaisse.

- **Le concentré de tomate :**

Le concentré de tomate est utilisé dans la sauce tomate comme ingrédient principal pour rendre la sauce plus concentrée.

- **L'oignon :**

Il est riche en eau 89,7% et de glucides 8,6g/100g, et pauvre en protéines et matières grasses (Anonyme (1), 1996).

C'est un aromate universel, il donne de la saveur aux sauces et aux plats cuisinés dans la sauce tomate, on utilise des oignons hachés pour rendre la sauce plus épaisse.

- **L'Huile :**

L'huile utilisée dans la sauce tomate est une huile végétale, en Algérie on trouve sur le marché plusieurs marque d'huile végétale soit pure ou mélangée, celle-ci utilisés pour l'assaisonnement, la cuisson ou la friture.

L'unité SIM utilise l'huile d'olive et l'huile Elio pour la préparation de la sauce tomate, qui se compose de 80% d'huile de soja et 20% d'huile de tourne sol.

- **Le Basilic :**

C'est l'herbe par excellence pour relever les tomates et les pâtes alimentaires, il s'associe très bien à l'ail, l'oignon et l'olive.

- **Le sel de table:**

Il stabilise la couleur, la saveur et la texture des aliments.

### **I-3- Processus de fabrication de la sauce tomate au niveau de la Conserverie**

« SIM » (figure 7):

#### **V-2-3-1- La réception de la matière première:**

La matière première qui est fournie par les agriculteurs ayant cultivé de la tomate industrielle doit être saine et pesée à sa réception, des échantillons doivent être prélevés pour des analyses telle que le Brix et le pH.

#### **V-2-3-2- Lavage et triage :**

La tomate est versée dans un bassin plein d'eau par un effet de barbotage, cette étape est indispensable pour éliminer toutes particules polluantes, terre, parasites, résidus du traitement parasitaire etc.

Le produit est versé sur un tapis transporteur, les tiges, les feuilles et les tomates moisies sont ainsi éliminées.

#### **V-2-3-3- La préparation du jus :**

Le jus représente 97% de la tomate, 3% sont représentés par la peau et les graines. La tomate après traitement préliminaire passe par un broyeur où elle est déduite en purée, la purée est portée à une température de 75 à 80°C. pour faciliter le détachement des peaux.

Le raffinage permet de séparer le jus de la peau et graines, ce raffinage est suivi d'un super raffinage qui permet de réduire le jus en particules de très fines.

#### **V-2-3-4- La cuisson sous vide et l'ajout des ingrédients :**

Après le raffinage, une fois la purée de tomate est prête, on la fait monter dans des boules de cuisson à une température de 65 à 80°C. Dans cette étape la tomate atteint 10% de Brix, puis les autres ingrédients sont ajoutés. Ensuite elle s'opère dans des enceintes de cuisson sous vide à une température de 65 à 80°C. pendant 30 à 40 minutes à 600 jusqu'à 650 mmHg de pression résiduelle et qui permet de fabriquer des tonnages importants.

#### **V-2-3-5- La stérilisation:**

Cette opération précède la mise en boîte du produit, elle consiste alors au traitement à la chaleur du produit et des boîtes.

La stérilisation même si elle n'est pas indispensable, reste tout de même très efficace pour éliminer tous germes ayant résistés au préchauffage. Les températures de stérilisation dépendent du format de la boîte.

#### **V-2-3-6- Le remplissage et sertissage :**

Le remplissage de la boîte doit se faire à une température de 85°C. minimum absolue. Le respect de cette opération élimine beaucoup de problème sur le produit.

Le sertissage est la fermeture étanche de la boîte, cette opération est délicate car la moindre fuite au niveau du sertis équivaut à la perte du produit par contamination.

#### **V-2-3-7-La pasteurisation et refroidissement :**

La pasteurisation consiste à faire chauffer les boîtes remplis sous une température dépassant 110°C. . Elle est moins longue que la stérilisation et aboutit à un maintien des qualités organoleptique et nutritionnelles du produit.

Le refroidissement se fait à 45°C. et l'eau de refroidissement ne doit pas être agressive, il se fait immédiatement après pasteurisation pour permettre aux boîtes de subir un changement brusque qui est nécessaire à la destruction des bactéries thermorésistantes.

#### **V-2-3-8- Encartonnage :**

La mise en cartons des boites peut être mécanique grâce à une encartonneuse placée derrière le Pasto-refroidisseur.

#### **V-2-3-9- Stockage :**

Le stockage se fait au sein de l'entreprise dans un hangar à une température ambiante. Le produit fini doit être mis en observation pendant 15 jours avant de sortir de l'usine, afin de s'assurer de sa capacité à la conservation.

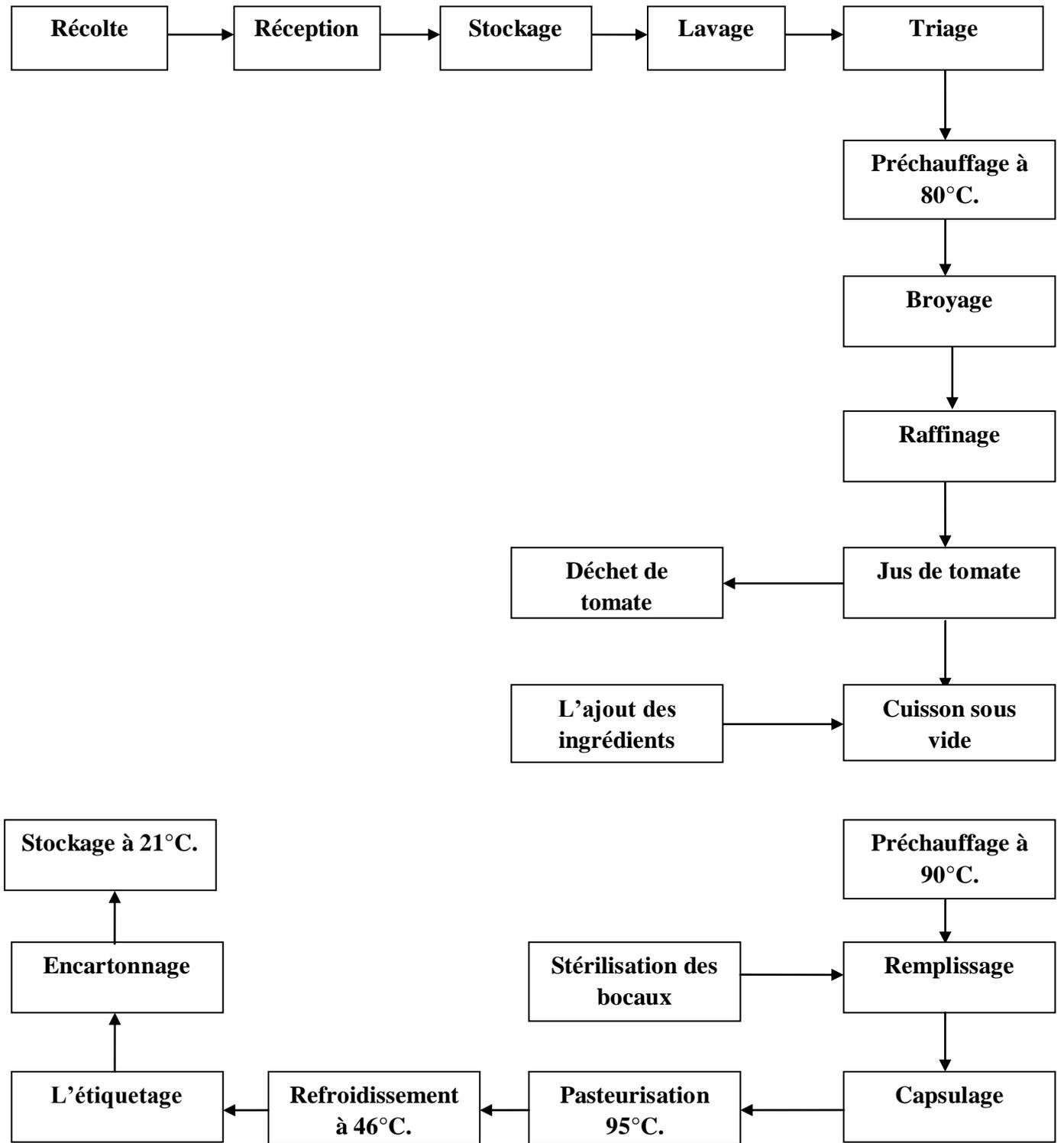


Figure (7) : la chaîne de fabrication de la sauce tomate à l'unité « SIM »

## **II-Analyses microbiologiques (NA N°35/98):**

Le contrôle effectué a pour but d'apprécier la qualité microbiologique des semis conserves d'origine végétale.

Il permet au laboratoire de prononcer sur la présence éventuelle ou l'absence de micro-organismes revivifiables, et dans le cas positif, d'en déterminer le motif du rejet mais aussi d'expliquer et de situer l'origine de la contamination.

### **II-1-Préparation des dilutions mères et des dilutions décimales :**

La prise d'essai a une importance capitale, elle doit être réalisée dans des conditions d'asepsie rigoureuses pour éviter d'introduire et de compter faussement les germes de l'environnement, donc pour éviter de condamner à tort les denrées à analyser.

Pour cela l'emballage doit être soigneusement nettoyé et désinfecté à l'alcool et l'ouverture de la boîte doit se faire dans une zone stérile. On pèse 25g du produit, les mettre dans 225 ml de diluant (TSE), la dilution doit être homogénéisée par des mouvements de va et vient, la solution mère correspond à la dilution de  $10^{-1}$ .

A partir de cette dilution mère, préparer les dilutions décimales, on prélève 1 ml de la dilution mère pour la diluer dans 9 ml de TSE :  $10^{-2}$ , prélever 1 ml de la dilution précédente dans 9 ml de TSE donnant une nouvelle dilution  $10^{-3}$ .

On effectue les ensemencements dans les milieux de cultures préconisés à cet effet.

### **II-2-Recherche et dénombrement des germes aérobies totaux :**

- **Objectif :**

Ce dénombrement reflète la qualité microbiologique générale d'un produit et permet d'en suivre l'évolution. Le nombre de germes totaux pourra donner une indication de l'état de décomposition des produits, il peut aussi dans certains cas constituer un indice de la qualité.

- **Mode opératoire :**

A partir des dilutions décimales, on prend aseptiquement 1 ml et on met dans une boîte de pétrie vide.

Compléter ensuite avec 19 ml de Gélose de T.G.E.A préalablement fondue dans un

Bain-marie puis refroidie à 45°C.

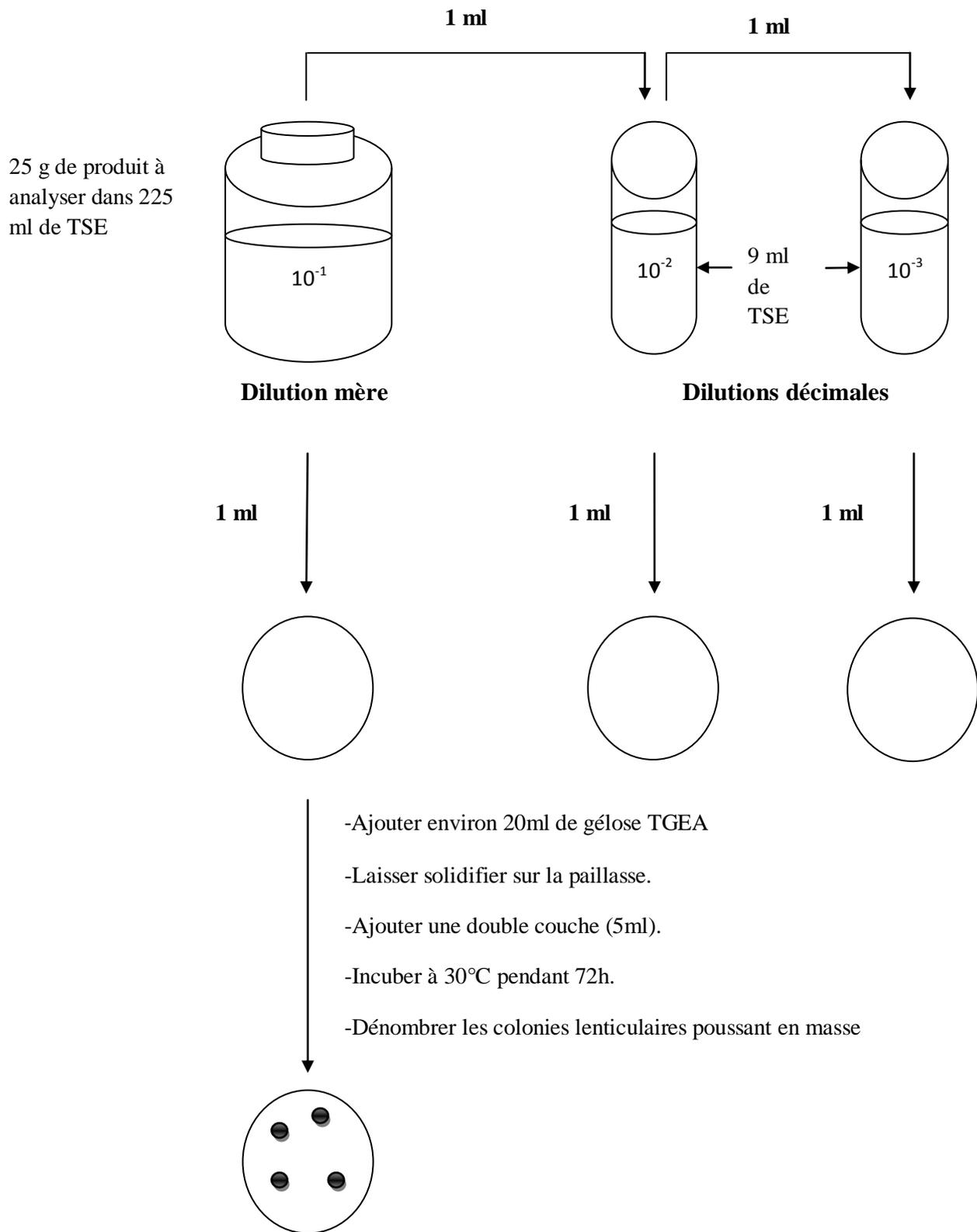
Ensuite agiter lentement par mouvement circulaire de va et vient.

- **Incubation :**

L'incubation des boites à 30°C. pendant 72 h avec des lectures périodiques à 24h, 48h et 72 heures.

- **La lecture :**

Elle se fait sur des colonies ayant poussé en masse sous forme lenticulaire et le dénombrement se fait par le compte de toutes les colonies ayant poussé sur les boites contenant 15 à 300 colonies.



**Figure (9)** : Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles à 30°C.

### **II-3-Recherche et dénombrement des coliformes :**

- **Mode opératoire :**

A partir des dilutions décimales, porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution dans une boîte de pétri vide et stérile.

Cette opération doit être effectuée en double pour chaque dilution pour la recherche des :

- Coliformes totaux à 37°C.

- Coliformes fécaux à 44°C.

Compléter ensuite avec environ 15ml de Gélose V.R.B.L fondue puis refroidie à 45°C. , faire ensuite des mouvements circulaires pour bien mélanger la gélose à l'inoculum, laisser solidifier les boîtes puis couler à nouveau environ 5 ml de la même gélose pour éviter toutes sortes de contaminations.

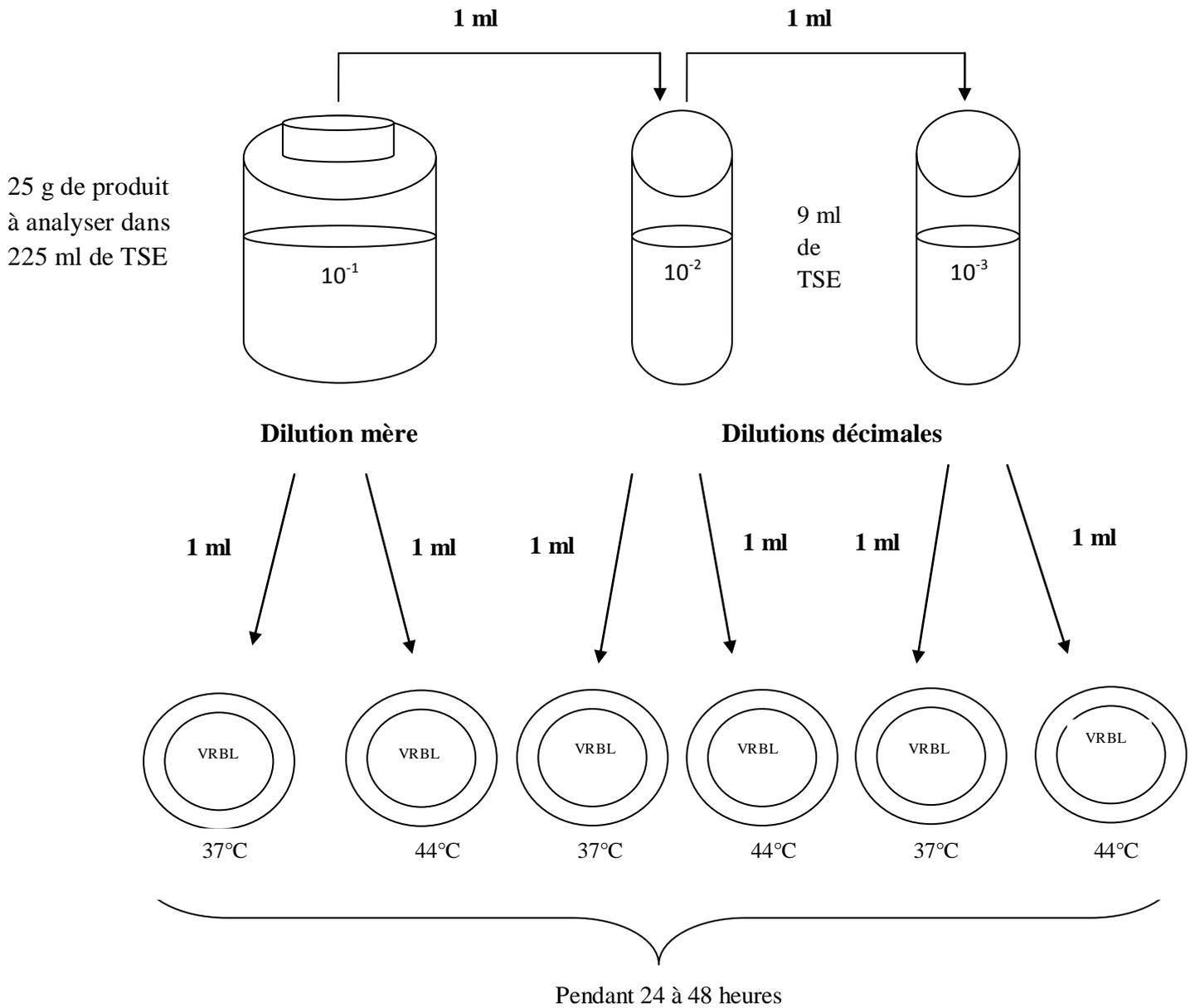
- **Incubation :**

Les boîtes seront incubées, couvercle en bas pendant 24 à 48 heures à :

- 37°C pour la recherche des Coliformes totaux.
- 44°C pour la recherche des Coliformes fécaux.

- **Lecture :**

La lecture se fait par l'apparition en masse des petites colonies de couleur rouge foncée.



**Figure (10) :** Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.

### **II-3-Recherche et dénombrement des Staphylococcus aureus :**

- **Mode opératoire :**

La recherche Staphylococcus aureus nécessite des étapes consécutives. La première consiste à l'enrichissement sur milieu Giolitti contoni et la deuxième dans l'isolement sur milieu solide Chapman pour mettre le dénombrement des colonies.

- **Enrichissement :**

En premier lieu on doit préparer le milieu d'enrichissement par l'addition d'une ampoule de 15ml de tellurite de potassium dans un flacon de Giolitti contoni.

Prélever aseptiquement 1 ml des dilutions  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  dans des tubes à essai stériles, ajouter dans chaque tube 15 ml milieu d'enrichissement.

- **Incubation :**

Incuber à 37°C. pendant 24 à 48 heures.

- **Lecture :**

Après incubation, les tubes dont la couleur du milieu vire au noir sont considérés positifs.

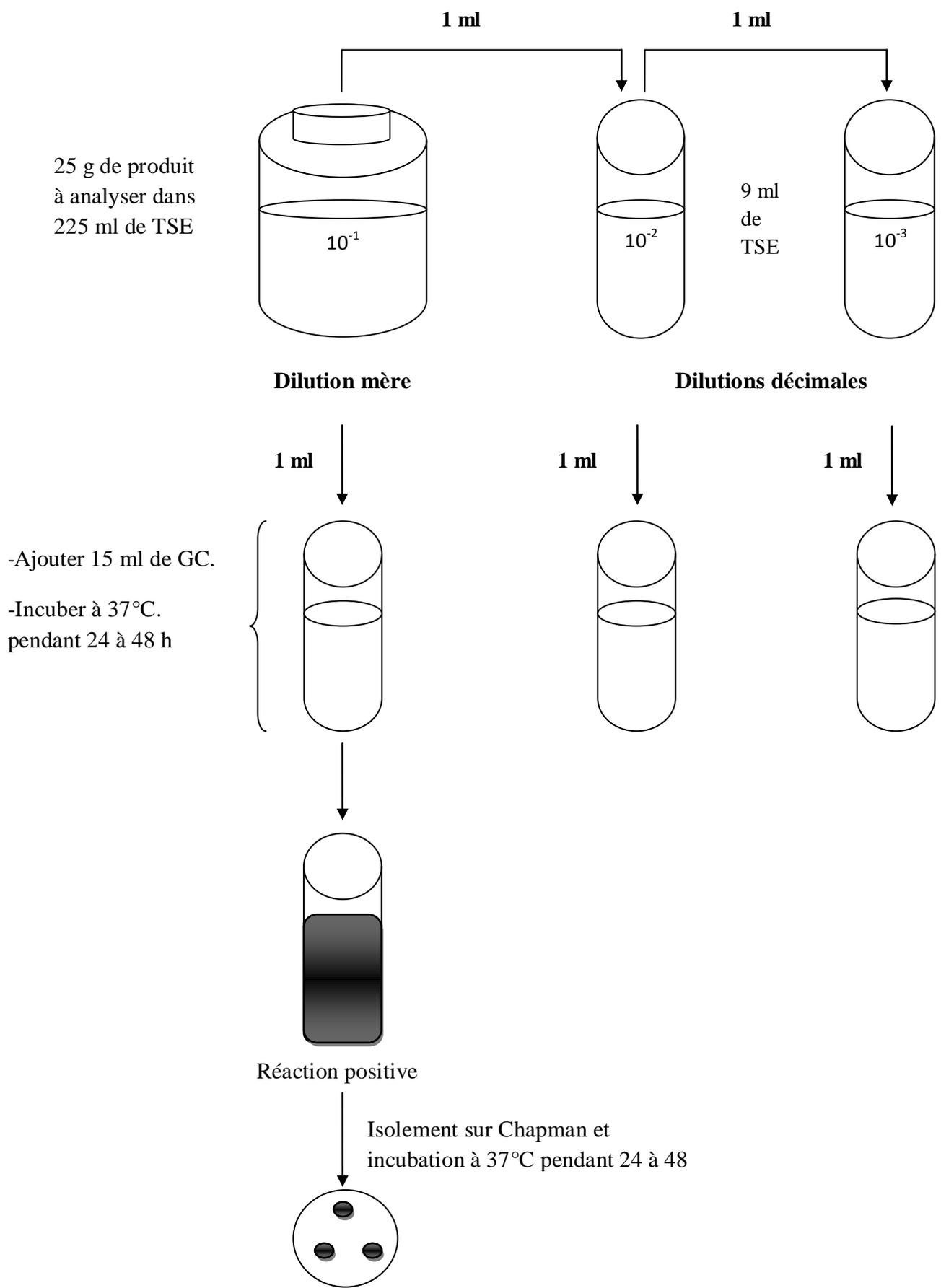
- **Isolement :**

Les tubes positifs sont l'objet d'un isolement sur milieu Chapman, le milieu étant préalablement fondu puis coulé en boîtes.

On ensemence en utilisant la technique d'étalement en râtaux puis on incube à 37°C pendant 24 à 48 heures.

- **Lecture :**

Les Staphylococcus aureus sont présent en milieu Chapman sous forme de colonies de taille moyenne, lisses, légèrement bombées et pigmentées en jaune et pourvue d'une catalase et d'une coagulase.



**Figure (11) :** Recherche et dénombrement des Staphylococcus aureus.

#### **II-4-Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteur :**

- **Mode opératoire :**

Préparation du milieu : faire fondre un flacon de gélose VF, la refroidir à 45°C. , puis ajouter une ampoule d'Alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium, mélangé soigneusement et aseptiquement.

Les tubes contenant les dilutions décimales seront soumis à un chauffage à 80°C pendant 8-10 mn, puis un refroidissement sous l'eau de robinet.

A partir de ces dilutions porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution en double dans deux tubes stériles, puis ajouter environ 15 ml de gélose VF dans chaque tube, laisser solidifier sur la paillasse.

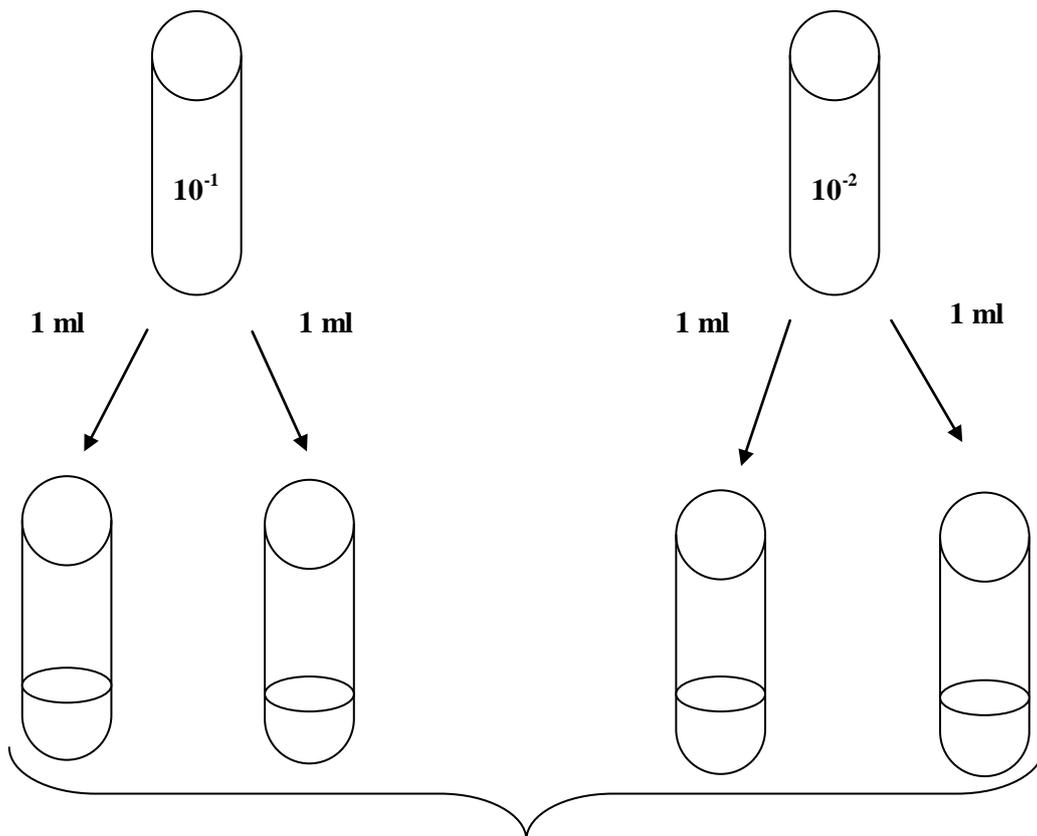
- **Incubation :**

Incuber 46°C pendant 16h, 24h, 48h.

- **Lecture :**

Après la période d'incubation, les considérés positifs sont ceux qui contiennent les colonies noires de spores de clostridium sulfito-réducteurs.

A partir des dilutions décimales

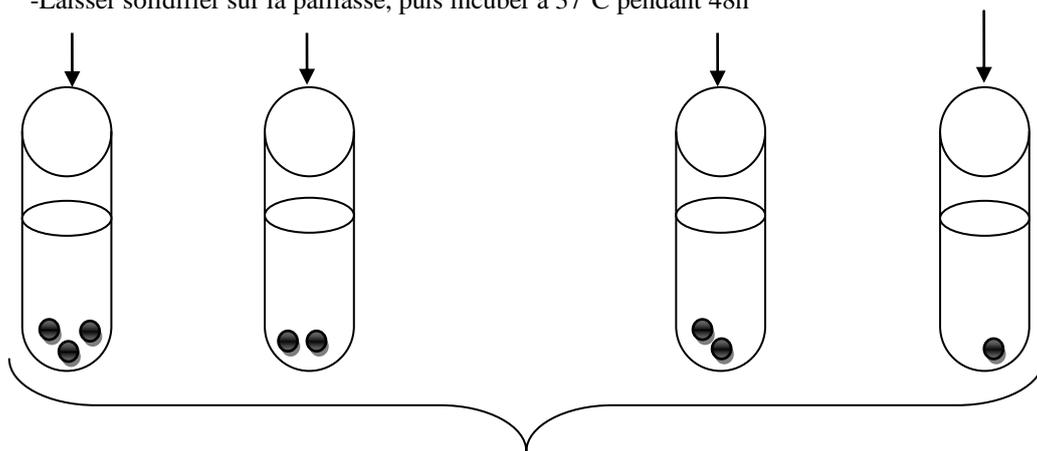


-Chauffage à 80°C pendant 8 à 10 min.

-Refroidissement sous l'eau de robinet.

-Ajouter 15 ml de gélose VF.

-Laisser solidifier sur la paille, puis incuber à 37°C pendant 48h



Dénombrer les colonies noires ayant poussé en profondeur

**Figure (12) :** Recherche et dénombrement des Clostridium sulfito-réducteurs.

## **II-5-Recherche des salmonelles :**

La prise d'essai pour la recherche des salmonelles est particulière car la recherche se fait sur 25 g de produit solide ou 25 ml de produit liquide.

- **Mode opératoire :**

### **-Jour 1 : Pré-enrichissement :**

Selon le produit analysé, on prélève 25g de produit analysé puis on introduit dans un flacon contenant 225ml d'eau peptonée (EPT) qui sera incubée à 37°C pendant 18 à 24 heures.

### **-Jour 2 : Enrichissement :**

L'enrichissement doit s'effectuer sur deux milieux sélectifs :

-Le milieu de rapport vassiliadis réparti à raison de 10 ml par tube.

-Le milieu de Sélénite cystéine réparti à raison de 100ml par flacon.

L'enrichissement se fait à partir du milieu de pré-enrichissement de la façon suivante :

-0,1 ml en double pour les tubes de Rappaport.

-10 ml en double pour les flacons de Sélénite Cystéine.

L'incubation : un tube de Rappaport et un flacon de Sélénite seront incubés à 37°C pendant 24 heures. Un autre tube de Rappaport et le flacon de Sélénite seront incubés à 42°C pendant 24 heures.

### **-Jour 3 : Isolement :**

Chaque tube et chaque flacon feront l'objet d'un isolement sur deux milieux gélosés différents :

-Le milieu gélose Hektoen.

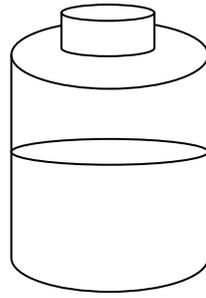
-Le milieu gélose Bilié lactose au vert brillant et au rouge de phénol.

Toutes les boîtes ainsi isolées seront incubées à 37°C pendant 24 heures.

### **-Jour 4 : Lecture des boîtes :**

Les salmonelles se présentent par des colonies Grise et centre noir sur milieu Hektoen.

Pré enrichissement à 37°C pendant 18 à 24 h.



10 ml

1 ml

Enrichissement

SFB D/C+Cystéine

SFB D/C+Cystéine

Incuber à 37°C pendant 24h- résultat positif/ virement au rouge

Quelques gouttes

Quelques gouttes

10 ml

1 ml

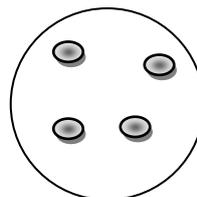
Hektoen + additif hektoen

2<sup>ème</sup>

SFB D/C+Cystéine

Hektoen + additif hektoen

Incuber à 37°C pendant 24h



Résultat positif : des colonies grises et centre noire

Figure (13) : Recherche des salmonelles.

## **II-6-Recherche et dénombrement des levures et moisissures :**

### **❖ Mode opératoire :**

Faire couler le flacon d'OGA fondue et refroidie à 45°C en boîtes de pétri et laisser solidifier sur la pailasse.

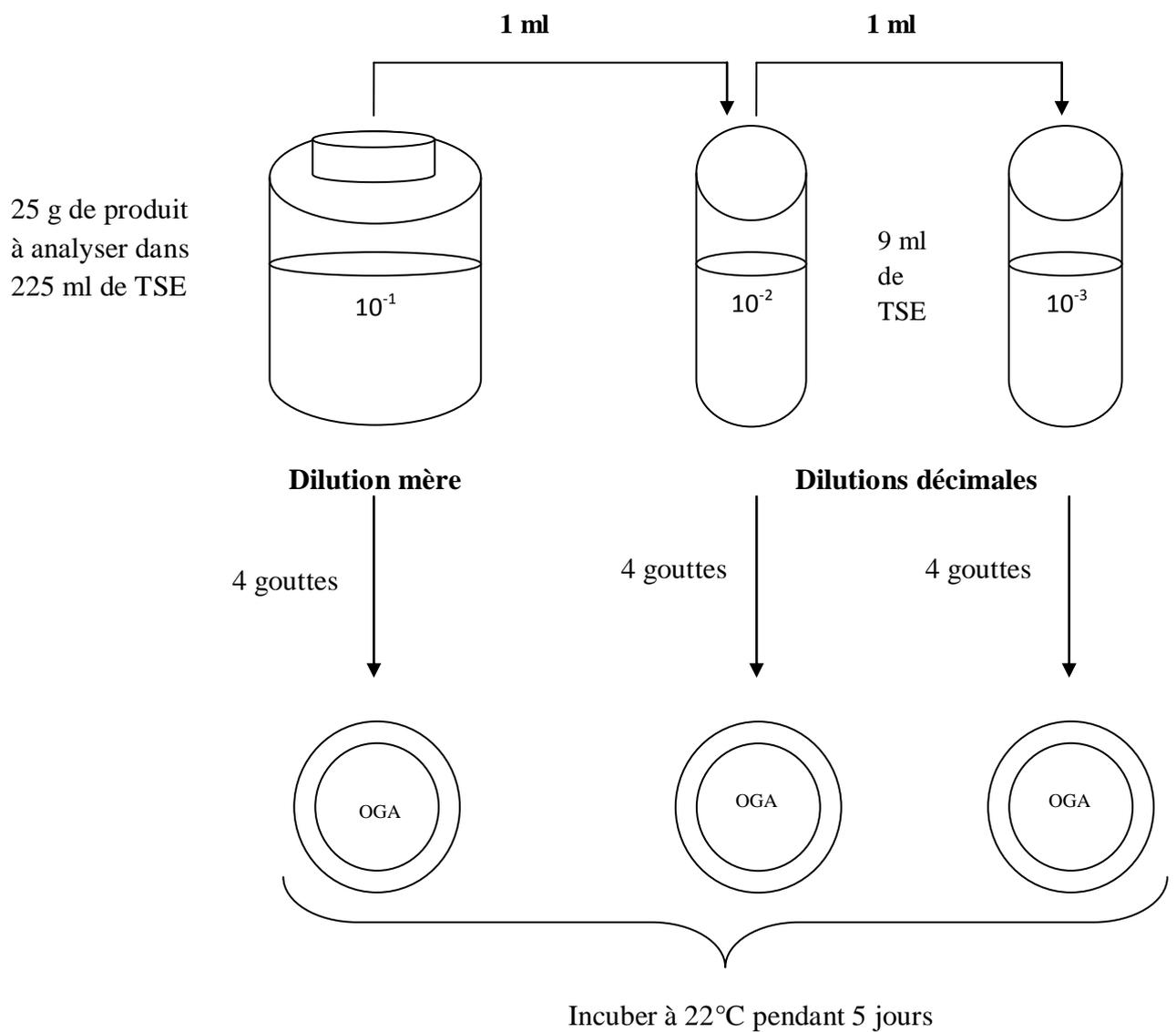
L'ensemencement se fait à partir des dilutions décimales, porter aseptiquement 4 gouttes par dilution sur la boîte d'OGA correspondante puis les étaler à l'aide d'un râteau stérile en commençant par la plus haute dilution.

### **❖ Incubation :**

L'incubation de ces boîtes se fait à 22°C donc à température ambiante, couvercle en haut pendant 5 jours.

### **❖ Lecture :**

Le dénombrement se fait pour les colonies de levures à part et les colonies de moisissures à part.



**Figure (14) :** Recherche et dénombrement des levures et moisissures.

### **III-Analyses physico-chimiques :**

#### **III-1- Détermination du Brix :**

- ❖ **Définition :** c'est la teneur en matières sèches solubles exprimées en équivalent saccharose.
- ❖ **Principe :** la mesure se fait par une simple lecture sur un réfractomètre qui indique l'indice de réfraction des échantillons.
- ❖ **Mode opératoire :** après l'étalonnage du réfractomètre par l'eau distillée, on place une goutte du produit sur la surface du prisme, en dirigeant le réfractomètre vers une source lumineuse. On observe sur l'échelle deux zones indiquant la longueur de réfraction ensuite la lecture de la valeur se fait directement sur le réfractomètre.

#### **III-2- Détermination du pH (NA 2233):**

La détermination du pH s'effectue par lecture directe en utilisant un pH mètre de type (HANNA INSTRUMENT).

#### **III-3- Détermination de l'acidité titrable (NA 691) :**

- ❖ **Définition :**

L'acidité titrable est exprimée conventionnellement en mg d'acide citrique par 100g de produit.

- ❖ **Principe :**

La détermination de l'acidité titrable est effectuée par un titrage à l'hydroxyde de sodium NaOH 0,1N en présence d'un indicateur coloré phénolphtaléine jusqu'à apparition de la coloration rose persistante.

- ❖ **Mode opératoire :**

Dans un bécher mettre 2g d'échantillon et diluer avec 20ml d'eau distillée et homogénéiser avec une baguette en verre.

Ajouter 8 gouttes de phénolphtaléine à 95% (v/v<sub>1</sub>) à solution préparée. Titrer par une solution basique Na OH (0.1N) jusqu'au virage rose pâle persistant.

❖ **Expression des résultats :**

L'acidité est donnée par l'expression suivante :

$$\% \text{ acidité titrable} = \text{volume de NaOH } 0,1 \text{ N} \times 0,64$$

0,64 : est le facteur de conversion d'acide citrique.

### **III-4-Détermination des chlorures (Cl<sup>-</sup>) : (AFNOR, 1986)**

❖ **But :**

Le présent mode opératoire a pour but de décrire la méthode de détermination des chlorures (Cl<sup>-</sup>) du produit.

❖ **Définition :**

On entend par les chlorures, l'ensemble de chlore sous forme Cl<sup>-</sup> ou Na Cl en solution.

❖ **Principe :**

Les chlorures sont dosés en milieu neutre par solution de nitrate d'argent (Ag NO<sub>3</sub>). Ce titrage est fait en présence de bichromate de potassium (K<sub>2</sub> CrO<sub>4</sub>) comme indicateur coloré.

La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

❖ **Mode opératoire :**

Dans un bécher de 250ml, on introduit 1 g du produit à analyser, diluer avec 10 ml d'eau distillée puis on ajoute 10 gouttes de bichromate de potassium (KCr<sup>-</sup> O<sub>4</sub>) à 10%, titrer avec la solution de nitrate d'argent à 0,1N jusqu'au virage rouge brique.

❖ **Expression des résultats :**

Le chlorure est exprimé en mg de Cl<sup>-</sup> par litre de produit (mg/l).

$$\text{Teneur de Cl}^- = V \times 5 \times 0,585$$

Avec V : le volume nécessaire pour le titrage.

### **III-5-Analyse de l'eau :**

#### **III-5-1-Détermination du titre hydrométrique TH (AFNOR, 1986) :**

Le titre hydrométrique (TH) indique la teneur totale de l'eau en sel de calcium et magnésium.

La dureté d'une eau est proportionnelle au nombre total d'atome de calcium et de magnésium qu'elle renferme.

$$\text{TH} = [\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]$$

#### **❖ Principe :**

Il consiste à doser un échantillon d'eau avec le sel di sodique de l'acide Ethylène Diamine Tétracétique (EDTA) en présence du noir-Eriochrome T (N.E.T.) comme indicateur coloré avec une solution tampon (pH = 10) qui permet d'augmenter l'alcalinité de la solution.

Le dosage est basé sur une liaison instable entre l'indicateur coloré (N.E.T.) et les ions de Ca et Mg qui est la base de coloration rouge, violette.

#### **❖ Mode opératoire :**

-Rincer l'éprouvette avec l'eau à analyser.

- Remplir l'éprouvette d'eau à analyser jusqu'au repère 5 ml.

-Ajouter la solution de titrage goutte à goutte en agitant le contenu après chaque adjonction.

-Compter les gouttes jusqu'au changement de couleur, le rouge virant au vert.

#### **❖ Expression des résultats :**

Le titre hydrométrique est exprimé en degré français (°F) selon la formule suivante :

$$\text{TH (}^\circ\text{F)} = V$$

V : c'est le volume de la solution EDTA en millilitre qui servi pour le titrage.

### III-5-2-Détermination du titre alcalimétrique TA et TAC (AFNOR, 1986) :

#### A. Détermination du TA :

La mesure du titre alcalimétrique est simple, elle permet de déterminer la quantité des ions d'hydroxydes alcalins et les ions de carbonates.

$$\text{TA} = [\text{OH}^-] + \frac{1}{2} [\text{CO}_3^{2-}]$$

#### ❖ Mode opératoire :

-Prélever 50 ml d'eau dans un Erlenmeyer de 250 ml.

-Ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine à 1%.

- Si la couleur rose, titrer par le  $\text{H}_2 \text{SO}_4$  0,1N jusqu'à l'obtention d'une solution incolore (A).
- Si la couleur est incolore dès le début, donc le  $\text{TA} = 0$ .

#### ❖ Expression des résultats :

$$\text{TA} = 2 \times V_1 \times 5^\circ\text{F} \quad \text{donc} \quad \text{TA} = V_1 \times 10^\circ$$

TA est exprimé en meq et elle est convertie en degré Français.

1 meq = 5°F.

$V_1$  : volume d' $\text{H}_2 \text{SO}_4$  utilisé pour le titrage.

#### B. Détermination du TAC :

Le titre alcalimétrique complet (TAC) correspond à la teneur total en hydroxydes, carbonates et hydrogénocarbonate alcalins.

#### ❖ Mode opératoire :

-Ajouter à la solution (A) quelques gouttes de méthyle orange.

-Continuer de titrer par  $\text{H}_2 \text{SO}_4$  jusqu'à que la couleur devient jaune.

-Soit  $V_2$  le volume de  $\text{H}_2 \text{SO}_4$  versé.

### ❖ Expression des résultats :

$$\text{TAC} = 2 \times V \times 5^\circ\text{F} \quad \text{donc} \quad \text{TAC} = V \times 10^\circ\text{F}$$

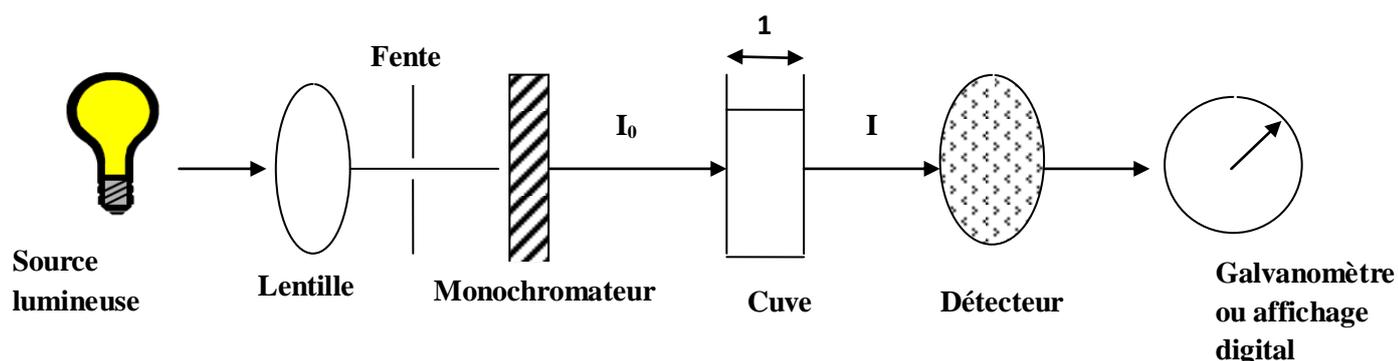
V : volume H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> versé dans la solution V<sub>2</sub>+V<sub>1</sub> .

### III-6- Analyse par spectrophotométrie UV-VIS :

#### III-6-1-Principe :

Cette technique est basée sur l'exploitation du phénomène d'interaction entre la matière et les radiations lumineuses qui appartiennent aux domaines de l'ultraviolet et du visible.

L'intensité lumineuse absorbée est proportionnelle à la concentration d'un élément dans la solution. La spectrophotométrie UV-VIS emploie le spectre dans le domaine des longueurs d'ondes comprise entre 190 et 760 nm (dalmeyd, V., 2000).



**Figure (15) :** Schéma de principe d'un spectrophotomètre UV-VIS

(lafont R et *al.* , 2002).

#### III-6-2- Les constituants d'un spectrophotomètre UV-VIS :

Un spectrophotomètre UV-VIS comprend quatre parties essentielles (lafont R et *al.* , 2002).

**2-1-Source lumineuse :** pour la plupart des spectrophotomètres UV-VIS, on utilise principalement deux types de lampes afin de couvrir la totalité du spectre :

- Une lampe à décharge au deuterium utilisée dans le domaine de 190 à 400 nm.
- Une lampe à filament de tungstène pour la région allant de 400 à 760 nm.

Une lampe à décharge au xénon utilisée dans le domaine UV-VIS, ce type de lampe est très énergétique, elle fonctionne sous forme de flash, juste au moment de faire une mesure.

### **2-2-monochromateur :**

La fonction du monochromateur est de sélectionner une longueur d'onde parmi le spectre du rayon incident.

Les monochromateurs les plus utilisés sont composés en général d'une fente d'entrée, d'un dispositif de dispersion comme un prisme ou un réseau, et d'une fente de sortie.

L'échantillon et le détecteur, placés just derrière le monochromateur ne seront donc traversés que par un domaine étroit de longueur d'onde, pour changer cette longueur d'onde, il suffit alors de faire pivoter le dispositif de dispersion.

### **2-3- Cuve :**

Elle contient soit l'échantillon soit la référence, la longueur de la cuve est de 1, 2, 4 ou 5cm de trajet optique. Elle doit être transparente aux radiations, par exemple en UV, les cuves sont en quartz, elles ne peuvent être ni en verre ni en plastique.

### **2-4- Détecteur :**

Les plus couramment utilisés sont les photodiodes (semi-conducteurs), lorsqu'un photon rencontre un semi-conducteur, il peut transférer un électron de la bande de valence (niveau énergétique bas) vers la bande de conduction (niveau énergétique haut), en créant une paire électron-trou. Le nombre de paire électrons-trou est fonction de la quantité de lumière reçue par le semi conducteur qui peut donc être utilisé tant que détecteur optique.

## **III-6-3-Dosage du lycopène et de la $\beta$ -carotène (Sadler et *al.* ,1990) :**

### **❖ Définition :**

La détermination des pigments caroténoïdes est réalisée selon la méthode spectrophotométrique en utilisant un spectrophotomètre. On procède par une extraction suivie d'une lecture à des longueurs d'onde 451nm et 503nm.

❖ **Principe :**

Consiste à une extraction de ces pigments par un mélange de solvant (acétone, hexane, alcool) suivie de la lecture de la densité optique à la longueur d'onde suivant le pigment considéré.

❖ **Mode opératoire :**

- L'extraction est réalisée, respectivement, sur 2 g pour le concentré de tomate et 5 g pour les tomates fraîches, la pulpe et les sauces.
- Ajouter 100 ml d'un mélange : éthanol (25ml), acétone (25 ml), hexane (50ml).
- Agiter magnétiquement pendant 30mn à l'abri de la lumière.
- Filtrer à l'aide d'un papier filtre.
- Mettre la solution filtrée dans une ampoule à décompté.
- Laver en deux fois avec l'eau distillée (20ml).
- Récupérer la phase hexanique dans un bécher (50ml).

❖ **Expression des résultats :**

La concentration en lycopène est donnée suivant la loi de Beer Lambert :

$$D_o = \epsilon.C.I$$

$D_o$  : Absorbance.

$\epsilon$  : 184900  $\text{l.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$  pour le lycopène dans l'hexane.

$C$  : concentration en  $\text{mol.l}^{-1}$

$I$  : 1 cm

• **Mesure des concentrations en lycopène et en  $\beta$ -carotène :**

Mesurer l'absorbance à 451nm (maximum pour le  $\beta$ -carotène et minimum pour le lycopène) et 503nm (maximum pour le lycopène et minimum pour le  $\beta$ -carotène).

La concentration en (mg/l) en lycopène est donnée par l'équation ci-dessous :

$$C = 3,956 D_o 503 - 0,806 D_o 451$$

Celle en  $\beta$ -carotène est donnée par :

$$C = 4,624 \text{ Do } 451 - 3,091 \text{ Do } 503$$

#### **IV-Les analyses organoleptiques :**

##### **IV-1- La texture :**

Le produit doit avoir une texture homogène dont les éléments constitutifs sont répartis également indiquant de bonnes pratiques de fabrication.

##### **IV-2- L'apparence :**

L'apparence de la sauce tomate est aussi influencée par les méthodes de transformation. La quantité de morceaux notamment, impacte l'apparence plus ou moins fournie de la sauce. Les ingrédients utilisés influencent aussi la couleur et la quantité d'herbes visible.

##### **IV-3- L'odeur :**

L'odeur de la sauce tomate est principalement influencée par la qualité des tomates, les herbes et les arômes ajoutés.

##### **IV-4- La saveur :**

Le produit doit avoir une bonne saveur caractéristique des sauces de tomate convenablement traitées et être exempte de toutes saveurs étrangères.

# RESULTATS ET DISCUSSIONS

## I-1-Résultats des analyses microbiologiques :

Le contrôle microbiologique effectué a consisté à évaluer la stabilité du produit fini, c'est-à-dire de savoir la présence ou l'absence de microorganismes pathogènes.

### I-1-1-Produit I :

**Date de fabrication : 22/02/2013.**

**Tableau (10) :** les résultats des analyses microbiologiques du produit I

	Les résultats			
Paramètre recherchés	Test n° 1	Test n° 2	Test n° 3	Normes (NA n°35)
Germes aérobie mésophiles totaux	<30	<30	<30	$10^5$
Coliformes totaux	Absence	Absence	Absence	Absence
Coliformes fécaux	Absence	Absence	Absence	Absence
<u>Clostridium sulfito-réducteurs</u>	Absence	Absence	Absence	Absence
<u>Staphylococcus aureus</u>	Absence	Absence	Absence	Absence
Salmonelles	Absence	Absence	Absence	Absence

**Conclusion :** qualité microbiologique satisfaisante.

**I-1-2-Produit II :**

**Date de fabrication : 03/03/2013**

**Tableau (11) : les résultats des analyses microbiologiques du produit II**

	<b>Les résultats</b>			
<b>Paramètre recherchés</b>	<b>Test n° 1</b>	<b>Test n° 2</b>	<b>Test n° 3</b>	<b>Normes (NA n°35)</b>
Germes aérobie mésophiles totaux	<30	<30	<30	10 <sup>5</sup>
Coliformes totaux	Absence	Absence	Absence	Absence
Coliformes fécaux	Absence	Absence	Absence	Absence
<u>Clostridium</u> <u>sulfito-réducteurs</u>	Absence	Absence	Absence	Absence
<u>Staphylococcus</u> <u>aureus</u>	Absence	Absence	Absence	Absence
Salmonelles	Absence	Absence	Absence	Absence

**Conclusion :** qualité microbiologique satisfaisante.

**I-1-3-Produit III :**

**Date de fabrication : 16/03/2013**

**Tableau (12) : les résultats des analyses microbiologiques du produit III**

	<b>Les résultats</b>			
<b>Paramètre recherchés</b>	<b>Test n° 1</b>	<b>Test n° 2</b>	<b>Test n° 3</b>	<b>Normes (NA n°35)</b>
Germes aérobie mésophiles totaux	<30	<30	<30	10 <sup>5</sup>
Coliformes totaux	Absence	Absence	Absence	Absence
Coliformes fécaux	Absence	Absence	Absence	Absence
<u>Clostridium</u> <u>sulfito-réducteurs</u>	Absence	Absence	Absence	Absence
<u>Staphylococcus</u> <u>aureus</u>	Absence	Absence	Absence	Absence
Salmonelles	Absence	Absence	Absence	Absence

**Conclusion :** qualité microbiologique satisfaisante.

Tous les échantillons ont été jugés de qualité microbiologiques satisfaisante car les différents résultats sont au dessous des normes cités par l'Arrêt Interministériel du 27/Mai/1998 paru le Journal Officiel de la RADP N° :35/98.

Cette qualité résulte de la bonne conduite de l'opération de pasteurisation et de stérilisation, et la bonne étanchéité des boites et à la présence d'hygiène au cours de la production.

A partir des résultats obtenus, on constate une absence totale de la flore aérobie mésophile totale. Donc les produits analysés sont de bonne qualité hygiénique.

On remarque une légère augmentation du nombre de levures et moisissures, cela peut être traduit par une légère acidité de la sauce tomate aux olives, qui favorise la prolifération des levures et moisissures dans les produits acides.

Dans tous ces résultats, on ne doit pas oublier l'existence du chlorure utilisé dans l'industrie de conserve qui joue un rôle contre le développement microbien. Ainsi que les aliments acides sont naturellement protégés contre les attaques microbiennes (Oudot C., 1999).

Pour les coliformes totaux et fécaux, les Staphylococcus aureus, ne montrent aucune présence dans les produits analysés donc ils ont été soumis à des conditions hygiéniques durant le processus de transformation.

Les coliformes sont des bactéries acidophiles qui touchent la qualité organoleptique de l'aliment, donc elles doivent être marquées par leur absence totale, vu que la tomate est un milieu acide ( $\text{pH} < 4,5$ ).

Si on prend en considération que la tomate est un milieu acide ( $\text{pH} < 4,5$ ), donc c'est un milieu défavorable au développement des salmonelles, mais en vu de sa pathogénicité, les salmonelles doivent être marquées absentes.

La norme est stricte pour les salmonelles et les résultats obtenus sont à la norme (absence totale), car les salmonelles se sont des bactéries mésophile qui sont détruites par des températures assez élevées.

En effet la résistance des bactéries et des spores bactériens décroît à la chaleur plus rapidement quand le milieu est acide (Espirad E., 2002). En ce qui concerne les clostridiums qui sont sporulant, elles doivent être marquées absentes.

Reste les Staphylocoques qui sont des micro-organismes qui tolèrent des concentrations élevées de Na Cl. Les analyses microbiologiques doivent confirmer l'absence totale de ces germes producteurs d'enterotoxines.

On conclue que les échantillons sont de bonne qualité microbiologique puisqu'on constate une absence totale des germes de contamination fécale et des germes d'altération.

## II-Résultats des analyses physico-chimiques :

### II-1-Suivi du produit au cours de sa fabrication :

#### II-1-1-Le Brix ou résidus secs solubles :

C'est la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit analysé (NA 299). Cette concentration ensuite mesurée par l'indice réfractométrique est ensuite exprimée par le pourcentage en masse.

Les résidus secs solubles représentent un critère de qualité très important sur le plan commercial et font l'objet d'une réglementation très stricte. Le classement du produit se fait sur la base de son indice de réfraction exprimé en pourcentage de Brix.

Les différents résultats du Brix exprimé en % et son évolution au cours de la fabrication de la sauce de tomate sont mentionnés dans le tableau suivant :

**Tableau (13) :** Evolution du Brix au cours de la fabrication exprimée en %.

Les étapes Produits	Matière première (la tomate)	Produit semi-fini	Produit fini
Produit n°1	4,2%	8,1%	11,41%
Produit n° 2	5,1%	8,5%	11,80
Produit n° 3	4,6%	8%	11,25

Selon J.C. Anaud et V. Jasethi, 1986 la valeur moyenne de l'indice réfractométrique pour la tomate d'industrie est situé entre 4,1 et 6,4. Concernant nos échantillons, les valeurs obtenues pour la tomate fraîche varient de 4.2 à 5.1, ces teneurs correspondent à celles trouvées par la majorité des auteurs et. Pour le produit semi fini et le produit fini, les valeurs obtenues sont conformes aux normes de l'entreprise.

A partir des résultats de nos analyses qui sont donnés dans le tableau (13), on observe une augmentation de la valeur du Brix, au cours de la fabrication allant de 4,2 à 11,41% (produit n°1), 5,1 et 11,80% (produit n°2) et entre 4,6 et 11,25 pour le troisième produit.

Cette augmentation est expliquée par l'évaporation de l'eau au cours de la cuisson de la sauce de tomate. On peut dire aussi que les traitements thermiques tels que la pasteurisation, la stérilisation et le refroidissement ne modifient pas la valeur du Brix.

## II-1-2-Le pH :

**Tableau (14) :** Evolution du pH au cours de la fabrication.

Les étapes Produits	Matière première (la tomate)	Produit semi fini	Produit fini
Produit n°1	3,6	4	4,1
Produit n°2	3,5	4	4,3
Produit n°3	3,9	4	4,5

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

Selon Cheftel (1979), la tomate appartient aux aliments acides dont le pH est situé dans un intervalle de 4 et 4,4. Cette valeur de pH permet d'éviter la stérilisation responsable des modifications indésirables, pour ce type de produit une simple pasteurisation suffit pour assurer leur stabilité.

Les valeurs de pH de l'ensemble de nos échantillons sont données dans le tableau (14), ces valeurs sont comprises 3,5 et 3,9 pour la tomate, entre 4 et 4,5 pour le produit semi fini et le produit fini, on observe une légère augmentation de la valeur du pH qui est due à l'ajout des autres ingrédients à la sauce de tomate tels que les olives et le concentré de tomate. Les résultats de ces analyses indiquent la conformité aux normes de l'entreprise.

Cette stabilité des paramètres explique la bonne qualité de l'eau, des matières premières, des ingrédients et le respect de la durée et de la température de cuisson. et cependant on peut

conclure que les traitement thermiques (la pasteurisation, la stérilisation et le refroidissement) ne provoquent pas la variation du pH.

### II-1-3-L'acidité :

La flaveur caractéristique de la tomate et des produits à base de tomate provient principalement des hautes concentrations en sucre et en acides organiques. La teneur moyenne en acides organiques de ces produits représentée essentiellement par l'acide citrique est comprise entre 0,22 et 0,36% (Villary et *al.*, 1994). Cette acidité représente une importance pour la qualité du fruit de tomate et des produits à base de tomate.

**Tableau (15) :** Evolution de l'acidité au cours de la fabrication exprimée en %.

Les étapes Produits	Matière première (la tomate)	Produit semi fini	Produit fini
Produit n°1	4,8	8,5	10,20
Produit n°2	5,2	9,5	11,7
Produit n°3	5,5	9,8	11,95

Le tableau (15) montre une évolution de cette acidité dans nos échantillons, ces derniers ont une acidité comprise entre 4,8 à 5,5% pour la tomate fraîche, 8,5 à 9,8% pour le produit semi fini et 10,20 à 11,95% pour le produit fini.

Selon Etienne Espirade (2002), la teneur en acides dans la tomate industrielle varie entre 3 à 5%. Cataneli (1979), a signalé que les facteurs tels que la physiologie de la plante, nature du sol, le stade de maturité, la variété et les conditions climatique peuvent influencés l'acidité titrable.

On remarque une augmentation de la teneur de l'acidité du produit fini par rapport au produit semi fini à cause de l'ajout d'une quantité de concentré de tomate comme ingrédient, ainsi l'influence de la durée de la cuisson qui est un peu prolongée. Mais cette augmentation reste toujours dans l'intervalle de la norme imposée par l'entreprise.

#### II-1-4-Chlorure :

**Tableau (16) :** Evolution de la teneur en chlorure de sodium exprimée en g/kg.

Les étapes Produits	Matière première (la tomate)	Produit semi fini	Produit fini
Produit n°1	5,14 g/kg	8,55 g/kg	16,20 g/kg
Produit n°2	5,55 g/kg	9 g/kg	17,38 g/kg
Produit n°3	5,05 g/kg	8 g/kg	17,65g/kg

Le chlorure de sodium est la teneur en sel et la quantité en sodium exprimée en pourcentage pondérale (en masse de chlorure de sodium).

Le tableau (16) montre les teneurs en chlorure de nos échantillons, ces teneurs varient entre 5,14 à 16,20 pour le premier produit, 5,55 à 17,38 pour le produit n°2 et de 5,05 à 17,65 pour le troisième produit. Ces valeurs sont conformes aux normes exigées par l'entreprise.

Pour le produit semi fini, on remarque une augmentation de la teneur de chlorure de sodium par rapport à la matière première. Cette augmentation est due à l'effet de cuisson (concentration du produit).

Concernant le produit fini, on constate une augmentation du taux de chlorures de sodium jusqu'au 17,65%, cette élévation est due à l'ajout du sel comme ingrédient et qui a comme rôle de stabiliser la couleur, cacher l'amertume et démontrer le gout de la sauce de tomate.

#### II-1-5-Le Lycopène :

Le lycopène est le caroténoïde prédominant dans la tomate, il lui confère la couleur rouge, il représente 87% des pigments totaux, et les autres caroténoïdes sont à des quantités négligeables (Curel, 1961). La distribution de ces caroténoïdes est considérée comme l'un des facteurs contribuant à la saveur et l'arome de la tomate (Hobsen et Davies, 1981).

**Tableau (17):** Evolution du lycopène au cours de la fabrication de la sauce de tomate exprimé en mg/100g de MS.

Les étapes	Matière première (la tomate)	Produit semi fini	Produit fini
Lycopène en mg/100g de MS	1,41	1,405	1,39

Des études réalisées par plusieurs chercheurs tels que Tanucci et *al.* (1995) indique que la teneur en lycopène varie d'une variété à l'autre, elle est de l'ordre de 17% dans le jus de tomate localisé dans les chloroplastes.

Le tableau (17) montre une diminution en lycopène passe de 1,41 à 1,39 mg/100g de matière sèche durant le processus de fabrication de la sauce de tomate.

Selon Gould (1983) la diminution du lycopène durant les différentes étapes du processus est expliquée par leur dégradation, dont la cause principale est l'oxydation, la destruction de la structure des caroténoïdes est liée à la présence de l'O<sub>2</sub> contribuant à l'intensification de l'oxydation des carotènes.

En effet, Nguyen et *al.*(2001) ont trouvés que les traitements thermiques non excessifs ne produisent pas de changement notable sur la teneur globale en lycopène et qu'ils n'affectent que les pourcentages en isomères *Cis et Trans* du lycopène.

Selon Stahl et *al.* (1992) la diminution du taux du lycopène est liée aux variations de la viscosité de la tomate, qui intervient en tant que facteur limitatif de la pénétration de la chaleur. Ils ont démontré l'importance et le rôle de la viscosité du produit dans la préservation des différents nutriments présents dans les conserves de tomate.

Sharma et *al.* (2003) ont démontré qu'une diminution du taux du lycopène est observée lors des traitements thermiques de transformation de la tomate (100°C.) c'est-à-dire lors des étapes de concentration et de pasteurisation. Ils ont conclure qu'une augmentation de la concentration du Brix, des acides organiques et des sucres contribuait fortement à sa dégradation, donc il y a une variation inverse entre le taux du lycopène en fonction du Brix.

## II-1-6-La $\beta$ -carotène :

**Tableau (18) :** Evolution du taux de la  $\beta$ -carotène au cours de la fabrication exprimé en mg/100g de MS.

Les étapes	Matière première (la tomate)	Produit semi fini	Produit fini
$\beta$ -carotène en mg/100g de MS	0,25	0,21	0,15

Le  $\beta$ - carotène est un caroténoïde présent aussi dans la tomate, mais dans une certaine mesure responsable de la coloration jaune du fruit (Hobson et Davies, 1981).

Tanucci *et al.* (1995) indiquent que le jus de tomate contient environ 27 mg/100g de MS du  $\beta$ - carotène. Ainsi que d'autres chercheurs tels que Vijaysethi *et al.* ,1986 ont trouvé que la teneur en  $\beta$ - carotène d'après leurs analyses sur 9 variétés de tomate est d'environ 0,006 à 0,0015 mg/100g de MS.

L'analyse du tableau (18) montre une diminution du taux du  $\beta$ - carotène au cours de la fabrication de la sauce de tomate.

Selon les recherches de Celine C.(2010) la diminution du taux du  $\beta$ - carotène est due aux réaction d'oxydation. Les résultats d'Abushita *et al.*(.) montrent que ce composé est affecté lors de la fabrication du concentré, ce qui concorde avec nos observations.

## II-2- Le concentré de tomate :

**Tableau (19) :** Résultats des analyses physico-chimiques pour le concentré de tomate

<b>Production</b> <b>Analyses</b>	<b>Produit n° 1</b>	<b>Produit n° 2</b>	<b>Produit n° 3</b>	<b>La norme</b>
<b>pH</b>	4,1	4,3	4	4,5
<b>Acidité</b>	9,6 %	9,7%	9,1%	10%
<b>Brix</b>	29%	28%	29.3%	28%
<b>Chlorure</b>	13%	12%	11,5%	15%

Les résultats obtenus dans le tableau ci-dessus montrent que les différents paramètres étudiés sont dans la norme de l'entreprise.

Le pH est situé dans un intervalle de 4 à 4,3, valeurs pourraient être considérées comme satisfaisantes car elles sont proches de la majorité des valeurs rapportées par de nombreux auteurs, et des normes recommandées.

Concernant le Brix, les valeurs obtenues varient entre 28 et 29% sont conformes à la norme Algérienne (J.O.N° 77, 1997) qui désigne que le Brix du concentré au minimum de 28%.

A partir des résultats obtenus, on constate que les valeurs trouvées de l'acidité présentent une conformité aux normes algériennes qui fixent l'acidité à 10%.

### II-3-L'eau de process :

Après une série d'analyse physico-chimique de l'eau potable effectuée, les résultats trouvés sont représentés dans les tableaux suivants :

#### II-3-1-Résultats des analyses périodiques du TH :

**Tableau (20) :** Résultats des analyses périodiques du TH.

<b>Produits</b>	<b>Produit n°1</b>	<b>Produit n°2</b>	<b>Produit n°3</b>
<b>TH</b>	11°F	10°F	12°F
<b>La norme</b>	10 à 15°F		

La dureté totale ou titre hydrométrique d'une eau correspond à la somme des concentrations en cations métalliques à l'exception de ceux des métaux alcalin et de l'ion hydrogène.

On a l'habitude d'assimiler la dureté d'une eau à sa teneur en ions  $\text{Ca}^{2+}$  et  $\text{Mg}^{2+}$ .

Selon Jean Luc potelon (1998), l'eau douce destinée à la consommation humaine ne doit pas être agressive, en cas de dureté excessive et après un adoucissement, elle doit avoir une dureté résiduelle minimale de 15°F pour tenir compte à l'intérêt de la consommation d'une eau dure pour la santé et des inconvénients liés à l'entartage, il est admis qu'une dureté comprise entre 15°F et 20°F est idéal.

A travers les résultats obtenus on remarque que dans les 3 productions, les valeurs varient entre 10 et 12°F.

C'est-à-dire une eau douce ne permet pas l'instauration de la couche carbonatée assurant une protection des canalisations contre les risques de corrosion.

### II-3-2-Résultats des analyses périodiques du TA et TAC :

**Tableau (21) :** Résultats des analyses périodiques du TA et TAC.

<b>Produits</b>	<b>Produit n°1</b>	<b>Produit n°2</b>	<b>Produit n°3</b>	<b>La norme</b>
<b>TA</b>	0°F	0°F	0°F	0°F
<b>TAC</b>	29.5°F.	27°F	28°F	Max 30°F

La mesure du titre alcalimétrique simple permet de déterminer la quantité des ions d'hydroxyde alcalins et les ions de carbonates correspondent à la teneur totale en hydroxyde, carbonates et hydrogénocarbonates alcalins (AFNOR, 1989).

D'après les résultats obtenus dans le tableau (21) on remarque que dans les trois productions les valeurs de TA= 0°F et les valeurs du TAC varient entre (27 et 29,5°F) et le pH <8,5 donc elles ne contiennent pas de carbonate c'est-à-dire l'eau est peu minéralisée.

Si le pH et le TAC augmentent, l'eau est agressive. Inversement, s'ils diminuent, l'eau est entartrant. L'eau ne doit pas être agressive au carbonate de calcium (Jean Luc potelon, 1989).

### II-3-3-Résultats des analyses périodiques du pH :

**Tableau (22) :** résultats des analyses périodiques du pH.

<b>Produits</b>	<b>Produit n°1</b>	<b>Produit n°2</b>	<b>Produit n°3</b>
<b>pH</b>	7,10	7,05	7,12
<b>La norme</b>	6.5 à 8.5		

Le pH est un paramètre très important pour l'eau, il correspond à la concentration d'ion d'hydrogène, il mesure l'acidité ou la basicité d'une eau (AFNOR, 1989).

Il varie de 0 à 14 lorsque l'eau est à 20°C. Quand la valeur du pH est inférieure à 7, l'eau est acide, à un pH = 7, l'eau dans ce cas est neutre et lorsque le pH est supérieur à 7, elle est alcaline ou basique.

Le pH de l'eau diminue lorsque sa température augmente, il faut donc mesurer le pH à 20°C. pour avoir une mesure fiable.

Les résultats obtenus présentent des valeurs stable de pH qui vont de 7,05 à 7,12 donc le pH de cette eau est neutre, ces valeurs sont en voisinage de la valeur recommandée c'est-à-dire entre 6,5 et 8,5.

## L'eau de la chaudière :

**Tableau (23) :** Résultats des analyses physico-chimiques de l'eau de la chaudière.

<b>Produits</b>	<b>Produit n° 1</b>	<b>Produit n° 2</b>	<b>Produit n° 3</b>	<b>La norme</b>
<b>TH</b>	0,25°F	0,3°F	0,1°F	0°F
<b>TA</b>	87°F	80°F	100°F	80 à 120°F
<b>TAC</b>	114°F	109°F	128°F	100 à 160°F
<b>pH</b>	11,25	11,15	11,35	11-12

A partir des résultats mentionnés dans le tableau ci-dessus, on remarque que les valeurs varient entre 0,1 et 0,3 c'est-à-dire l'eau contient très peu d'ions de calcium et magnésium qui peut être due à une valeur admissible.

La dureté est responsable des dépôts de calcaire dans la chaudière, ce dernier empêche le transfert thermique, donc l'efficacité thermique. Dans les cas graves, elle peut mener à la brûlure ou la rupture des tuyaux de la chaudière.

L'eau de la chaudière doit être impérativement adoucie à 0°F, et c'est notre cas, toutes les analyses ont démontrés que l'eau a une dureté supérieur à la norme.

Les valeurs du TA et TAC sont limitées en valeurs supérieurs afin de ne pas avoir une viscosité trop élevée (lutte contre le primage). Ceci passe dans certains cas par une décarbonatation et dans tous les cas par un ajustement des purges de déconcentration.

Selon les résultats obtenus on remarque que les valeurs de TA varient entre 87 et 100°F et pour les valeurs du TAC, elles varient entre 109 à 128°F, c'est-à-dire une augmentation du TA a cause de l'augmentation de la valeur du pH, tandis que le TAC est conforme aux normes.

Le pH de l'eau de la chaudière est basique par ce que les valeurs varient entre 11,15 à 11,35 qui est du au traitement de l'eau par correction du ph (on ajout une base comme la soude).

### **III-Les caractéristiques organoleptiques :**

#### **III-1- Résultats des analyses organoleptiques :**

**Tableau (24) :** Description des caractères organoleptiques.

<b>Détermination</b>	<b>Résultats</b>
Aspect	Homogène
Apparence	Rouge légèrement orangé
Odeur	Les herbes et les aromes utilisés
Saveur	Goût de tomate et olive caractéristique

Les résultats organoleptiques sont suffisants de même que pour le goût, l'odeur et l'aspect de la sauce tomate qui est principalement influencée par la qualité de tomate, les herbes et les aromes ajoutés.

# **Conclusion**

# Conclusion

Au cours de notre travail nous nous sommes intéressés à l'étude de la qualité physicochimique et microbiologique d'une sauce de tomate industrielle ainsi que le suivi de l'évolution du lycopène aux différents stades de processus de fabrication.

L'étude microbiologique sur le produit fini (recherche de coliformes totaux et fécaux, clostridium, salmonelles et staphylocoques) a révélé une absence totale de germes pathogènes ce qui indique une bonne qualité microbiologique et une stabilité du produit fini.

Cette qualité résulte de la bonne conduite de l'opération de pasteurisation et de stérilisation, et la bonne étanchéité des boites et à la présence d'hygiène au cours de la production. On ne doit pas oublier l'existence du chlorure utilisé dans l'industrie de conserve qui joue un rôle contre le développement microbien. Ainsi que les aliments acides sont naturellement protégés contre les attaques microbiennes

Concernant les résultats des analyses physico-chimiques effectuées ( Brix, le pH, l'acidité et le chlorure) sur la matière première, le produit semi fini et le produit fini montrent qu'ils sont dans les normes exigées, ce qui reflète le bon choix de la matière première ainsi que le suivie des consignes de bonne pratique de fabrication.

L' augmentation de la teneur du Brix est expliquée par l'évaporation de l'eau au cours de la cuisson de la sauce de tomate. On peu dire aussi que les traitements thermiques tels que la pasteurisation, la stérilisation et le refroidissement ne modifient pas la valeur du Brix.

Concernant l'évolution de l'acidité dans nos échantillons, les valeurs sont comprises entre 4,8 à 5,5% pour la tomate fraiche, 8,5 à 9,8% pour le produit semi fini et 10,20 à 11,95% pour le

produit fini. L'augmentation de la teneur de l'acidité du produit fini par rapport au produit semi fini est à cause de l'ajout d'une quantité de concentré de tomate comme ingrédient, ainsi l'influence de la durée de la cuisson qui est un peu prolongée.

Ce travail a permis aussi de connaître l'évolution du taux de lycopène et de la  $\beta$ -carotène au cours du procédé industriel. Les analyses effectuées à différentes étapes de la fabrication ont montrées une légère diminution du lycopène et de la  $\beta$ -carotène causée essentiellement par l'oxydation et la température. Sharma *et al.* (2003) ont démontré qu'une diminution du taux du lycopène est observée lors des traitements thermiques de transformation de la tomate (100°C.) c'est-à-dire lors des étapes de concentration et de pasteurisation. Ils ont conclure qu'une augmentation de la concentration du Brix, des acides organiques et des sucres contribuait fortement à sa dégradation, donc il y a une variation inverse entre le taux du lycopène en fonction du Brix.

Enfin l'analyse organoleptique du produit fini reste satisfaisante.

## **Références bibliographiques**

## Références bibliographiques

- **Abushita, A. A., Daood, H. G., and Biacs, P. A., 2000**, « Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors », *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48, 2075-2081.
- **Agrawal S., Rao V., 2000**, « Tomato lycopene and its role in human health and chronic diseases. ». *Canadian Medical Association Journal*, 163739744
- **Anonyme (1), 1992**, « la tomate », *Journal de PEDIATRIE et de PUERICULTURE* n°7-1992.
- **Anonyme (2), 1996**, *Encyclopédie visuelle des aliments*
- **Anonyme (3), 2013**, <http://en.wikipedia.org/wiki/Tomato>.
- **Bartholin G., 1982** : Stockage en vrac des concentrés de tomate et transfert de la matière à la second transformation, rapport d'étude CTC.PA. ,Station de pugricard N°29.
- **Boileau A.C., Merchen N.R., Erdmen J.W., Atkinson C.A., 1999** , « Cis lycopene is more bioavallibale than trans-lycopene in vitro and vivo in lymph-Cannulated Ferrests », *J.Nutr.* ;129 : 1176-1181.
- **Britton G., Liaaen-Jensen S., Pfander H., 2009**, « Carotenoids », Vol.5, *Nutrition and health*.
- **Carajaval A.P., 1992**, « Déshydratation osmotique des produits végétaux, application à l'obtention du concentré de tomate », Thèse de docototrat, Université de Montpellier, 11, 160p.
- **Celine C., 2010**, « Stabilité de microconstituants de la tomate (composés phénoliques, caroténoïdes, vitamines C et E) au cours des procédés de transformation : études en systèmes modèles, mise au point d'un modèle stoechio-cinétique et validation pour

l'étape unitaire de préparation de sauce tomate », thèse de Doctorat, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, 399p.

- **Chasse G.A., Mak M.L., Derety E., 2001**, « computational study on selected lycopène isomères », J. Mol. Structure (theochemistry) ;571 ;2737.
- **Chaux C., 1994**, « Production légumière », tome 3, Ed. Lavoisier pp 250-283.
- **Cheftel, 1979**, « Introduction à la biochimie et la technologie des aliments », Ed. ;Apria, Vol.2, pp.238.
- **Clinton S.K., 1998**, « Lycopène : chemistry and implication for human health and disease », Nutr. Rev., 56 (2) :35.
- **CODEX STAN. 57-1981**, « Codex alimentarius ; normes codex pour les concentrés de tomate ».
- **CODEX STAN. 13-1981**, « Codex alimentarius ; normes codex pour les tomates en conserve».
- **Curel, 1961**, « the xanthophylls of tomatoes », Jor. Food Science ;26 :106.
- **Davies J.N. et Hobson C.L., 1981**, « The constituents of tomato fruit », CRC critical Rev, Ed, Sci, Nut, 15-205.
- **Dominique G., Brigitte N., Mechel L., 2000**, « La tomate, pour un produit de qualité», Ed. Aprifel, 223p, pp 46-61.
- **Dominique M., 2010**, « Les productions légumières», troisième Edition, Ed. Dijon, 164p, pp 75-80.
- **Emilie F., 2005**, « Connaissance des aliments », Ed., Lavoisier, 397p.
- **Espirade E., 2002**, « Introduction à la transformation industrielle des fruits », Ed. Tec & Doc, 360p.

- **FAOSTAT. (2009)**, p <http://faostat.fao.org/> , Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- **Gartner C., Stahl w., Seis H., 1997**, « lycopene is more bioavailable from tomato paste than from fresh tomatoes », Am. J. Clin. Nutr.,66 ;116-122.
- **Gibault T., 2006**, « lycopène ? peut-être, tomate ? sans aucun doute ! », Equation Nutrition, Vol. 55, n°5, p.2.
- **Giovannucci E., Asherio A., Rimane B., 1995**, « Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer », J. Nat. Cancer Inst. ;87 ;1767-1776.
- **Goose P., Binstead R., 1973**, « Tomato paste and other tomato products », Food trade press , 2<sup>nd</sup> Ed. London, V2, 270 p.
- **Gould, W., A., 1983**, « Tomato production, processing and quality evaluation », 2<sup>ème</sup> Ed., CTI Publications, Inc, Baltimore.
- **Gould, W., A., 1991**, « Tomato production, processing and technology », 3<sup>ème</sup> Ed., CTI Publications, Inc, Baltimore.
- **Hayes W.A., Smith P.G. and Morris A.E.J., 1998**, « The production and quality of tomato concentrates ». Cri. review in Food Sci ; and Nutr. 38 (7) : 537-564.
- **Hervé C., 2007**, « la culture des tomates », Ed., Losange, 91p, pp-9.
- **Hobsen E., 1965**, «The firmness of tomato fruit in relation to polygalacturonase activity », Jor. Of Science ;40 :66-72.
- **Hulme A.**, « The biochemistry of fruits and their products », Vol. 2, Academic press, Norwich.
- **Jackson M.J., Reddy V., Mahnran., 1997**, « The assessment of bioavailability of micronutrients », Eur.J. Clin. Nutr. ;51 ;1-2.
- **Jaqueline P., Yves T., Bourgoies C. M., 1999**, « Technologies des légumes », Ed.,Tec. & Doc. 551p, pp112.

- **Jean-luc Potelon, 1998**, « le guide des analyses de l'eau potable », Ed. la Lettre du cadre territoriale, 253p.
- **Journal Officiel N° 35, le 27 Mai 1998**
- **Kadic, 1992**, « Essai comparatif de 3 types de tailles sur deux hybrides de tomate cultivés sous serre », Thèse d'ingénieur, Agro. Blida, p47.
- **Kirk J.T.O. et Tilney-Basset R.A.G., 1978**, « The plastides ;their chemistry, structure, growth, and inheritance », 2<sup>nd</sup> Ed., Elsevier, Amsterdam.
- **Lambert J.L. ,2000**, « les sauces industrielles », Adrianor,p3-4.
- **Lenne P., Branthome F., 2006**, « Etude de la filière transformation de la tomate en Algérie », Rapport de synthèse.
- **Macrae R., Robinson Rk., Salder MJ., 1993**, « encyclopaedia of Food Science, Food Technologie and Nutrition », Academic press, London.
- **Mayaux M., Xu Z., King J.H., 2006**, « Effects of cooking conditions on the lycopène content in tomatoes », Journal of Food Science, 71, C461-C464.
- **Miladi S., 1970**, « Introduction à la composition et à la technologie de la tomate », I.N.N. , Ed. grand maghreb, Tunis, 99p.
- **Ministère d'Agriculture et de Développement Rurale, 2006**, Rapport sur la situation du secteur agricole, p-26.
- **Moresi et Liverotti C., 1982**, « Economic study of tomato paste production », J. Food technologie 17 : 177-199.
- **Nguyen, M., Francis, D., and Schwartz, S., 2001**, « Thermal isomerisation susceptibility of carotenoids in different tomato varieties », Journal of the Science of Food and Agriculture 81, 910-917.
- **Olempska-Bier Z., 2006**, « lycopene extract from tomato », Chemical and Technical Assessment (CTA), ;9p : pp3.

- Oubraham S., 2012, « [Réunion du comité Interprofessionnel de la tomate industrielle : Prévision d'une hausse de plus de 6% de la production en 2012](http://www.elmoudjahid.com/fr/actualites/29758) », <http://www.elmoudjahid.com/fr/actualites/29758>
- Oudot C., 1999, « La transformation des aliments ; génie alimentaire », Ed. Casteilla, 79p.
- Rao A.V., 2006, « Lycopène et santé de l'humain », Vol ; 15, n°4.
- Re R., Brameley P.H., Rice-Evans C., 2002, « Effects of food processing on flavonoids and lycopène status in mediterranean tomato variety », free radical research ; 36 : 803-810.
- Sahlin E., Savage G.P., Lister G.E., 2004, « invastigation of the antioxydants properities of tomatoes after processing », Journal of Food Composition and Analysis, 17 ; 635-647.
- Salunkh D.K., Jadhav S.J. et Yu, H.M.,1974, « Quality and nutritional composition of tomato fruit as influenced by biochemical and physiologie changes ».
- Seybold C., Frohlich K.R., Otto K., 2004, « tomato processing », Joornal of agriculture and food chemistry, 52,7005-7010.
- Sharma JB, Kumar A, Malhotra M, Arora R, Prasad S., Batra S., 2003, « Effect of lycopene on pre-eclampsia and intra-uterine growth retardation in primigravidas ». International Journal of Gynocology and Obstetrics 81: 257-262.
- Shi et le Maguer M., 2000, « lycopène in tomatoes ; chemical and physical properities affected by food processing », Critical review, Food Science, Nutr., 40 :1-42.
- Stahl, W, et coll., 1992, « Cis-trans isomers of lycopene and b-carotene in human tissues ». Arch Biochem Biophys 294:173

- **Stahl W., et Sies H., 1996** , « **lycopene, a biologically important carotenoid for humans** », archive of Biochem. Biophys. ;336(1) ;1-9.
- **Takeoka G.R., Dao L. Flessa S., Gillespie D., 2001**, « **Content and antioxidant activity of tomatoes** », Journal of agriculture and food chemistry, 49, 3713-3717.
- **Tannucci, 1995**, « **Carotenoids content of thermal processed tomato based food products** » Jor. Agrical and chemistry ; 579-586.
- **Véronique B., Daniel L., 2001**, « **Le lycopène : un antioxydant très puissant** », Article ; Consultations en nutrition, le clinicien ; 49-56.
- **Vilary P., Costabile G., Fasan Aro G., Castal D.O.D., 1994**, « **Quality loses of double concentrated tomato past, evolution of the microbial flora and main analytical parameters during storage at different temperatures** », J. Food processing and preservation ;18 :369-387.
- **Wu S.J., Schway A., Platz S., 2003**, « **Variation in plasma lycopène and specific isomers over time in cohort of US men** », Journal of nutrition ; 133.
- **Yamagushi, M., 1983**, « **World Vegetables. Principles, Production and Nutritive Values** », Ed. EHL.
- **Zumbrunn A., Uebelhart P., Eugster CH., 1985**, « **HPLC of carotene With y end groups and Z configuration at terminal conjugated double bonds isolation of (s2) lycopene from tomato** », Helv. chem. Acta. ; C8 ; 1540-1542.

# **Annexes**

## **Annexe 1 :**

### **Présentation de l'entreprise**

L'unité de conserverie « **SIM** » est située au niveau de la zone industrielle de Blida, ex ENAJUC, elle a vu le jour en 1974 et elle est devenue opérationnelle le 25 mars 1975. Son activité principale est la transformation de fruits et légumes. Elle a été rachetée par le groupe **SIM** en 2007 et devient de ce fait, la troisième unité de la filiale.

La fusion de ces trois unités fut opérée en 2010 pour former la filiale Eaux Minérales, jus et conserves dénommée **AQUASIM**.

L'effectif actuel de la filiale est de 922 agents. L'objectif est d'atteindre un effectif de 1.052 agents pour 2013.



## **Annexe 2:**

### **Milieux de culture, composition et préparation:**

#### **Eaux physiologique:**

Chlorure de sodium.....9g.  
Eau distillée.....1000 ml.

On fait dissoudre 9g de NaCl dans 1000 ml d'eau distillée, puis on procède ensuite dans un autoclave à 121 °C. Pendant 20 mn.

#### **Tryptone sel eau distillée (TSE):**

Tryptone .....1g.  
Chlorure de sodium.....8,5g.  
Eau distillée.....1000 ml.

On chauffe lentement jusqu'à une complète dissolution, on ramène le pH à 7, ensuite on répartie dans des tubes puis dans un autoclave à 121 °C. Pendant 20 mn.

#### **Tryptone, glucose à l'extrait de levure Agar (TGEA):**

Peptone de caséine.....5g.  
Extrait de levure.....30g.  
Tryptone .....15g.  
Extrait de viande.....1g.  
Lait peptonisé.....15g.  
Gélose .....15g.  
Eau distillée.....1000ml.

Faire dissoudre pendant 54mn à 115°C, autoclave 15mn à 115°C, pH 5,4.

**Gélose viande foie (VF):**

Base viande foie.....	20g.
Glucose .....	0.75g.
Sodium sulfure.....	1.2g.
Fer citrate amoniacal.....	0.5g.
Agar Agar.....	11g.
Eau distillée.....	1000 ml.

pH 7,4-7,6 autoclave 120°C. Pendant 15 mn.

**Gélose oxytétracycline glucose Agar (OGA):**

Extrait de levure.....	5g.
D-glucose.....	20g.
Oxytétracycline.....	0,1g.
Agar Agar.....	16g.
Eau distillée.....	1000 ml.

pH 6,87 autoclavage 121°C. Pendant 15mn.

**Gélose (violet, Read, bile, Agar) (VRBL):**

Peptone .....	7g.
Extrait de levure.....	3g.
Lactose .....	10g.
Chlorure de sodium.....	5g.
Mélange de sels bilières.....	1,5g.
Rouge neutre.....	0,03.
Cristal violet.....	0,002g.
Agar Agar.....	13g.
Eau distillée.....	1000ml.

Autoclaver pendant 15 mn à 155°C pH 7,4.

### **Bouillon giolliti contonii :**

Peptone de caséine.....	10g.
Extrait de viande.....	5g.
Extrait de levure.....	5g.
Chlorure de lithium.....	5g.
D-mannitol.....	20g.
NaCl .....	7,5g.
Glycine .....	1,2g.
Pyruvate de sodium.....	3g.
Eau distillée.....	1000 ml

Autoclavage pendant 15mn à 121°C.

### **Annexe 3:**

#### **Réactifs et leur composition:**

##### **tellurite de potassium :**

Tellurite de potassium.....	0,1g.
Eau distillée .....	100ml.

##### **Sulfite de sodium :**

Sulfite de sodium.....	5g.
Eau distillée.....	100 ml.

##### **Alun de fer :**

Alun de fer.....	5g.
Eau distillée.....	100ml.

**Annexe 4 :****Table de MAC GRADY**

<b>Nombre caractéristique</b>	<b>Nombre de micro-organismes</b>
000	0,00
001	0,30
010	0,30
011	0,61
020	0,62
030	0,94
100	0,36
101	0,72
102	1,10
110	0,74
111	1,10
120	1,10
121	1,50
130	1,60
200	0,92
201	1,40
202	2,00
210	1,50
211	2,00
212	2,70
220	2,10
221	2,80
222	3,50
223	4,00
230	2,90
231	3,60
232	4,00
300	2,30
301	3,80
302	6,40
310	4,30
311	7,50
312	12,0
313	16,0
320	9,30
321	15,0
322	21,0
323	29,0
330	24,0
331	46,0
323	110,0
333	140,0

**Annexe 5:**

**Matériels utilisés**



**Figure (a):** Spectrophotomètre UV-Visible



**Figure (b):** Homogénéisateur



**Figure (c):** Balance électrique



**Figure (d):** réfractomètre électronique



**Figure (e):** pH mètre de type Hanna Instrument



**Figure (f):** agitateur magnétique

INTRODUCTION.....

## **PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE**

### **Chapitre I : Généralité sur la tomate .**

I-1- Généralités.....	1
I-1-1- Histoire.....	1
I-1-2- Classification.....	1
I-1-3-La culture et les conditions de récoltes de la tomate.....	1
I-2-Structure et morphologie.....	2
I-3- Les variétés de la tomate industrielle.....	5
I-4-La composition biochimique .....	6
I-4- Aspect économique de la filière tomate.....	9

### **Chapitre II : Les produits issus de la transformation industrielle.**

II-1- Définition des sauces.....	12
II-1-1- Les différentes familles de sauces .....	12
II-1-2- Définition d'une sauce tomate.....	13
II-2- La sauce tomate et le concentré de tomate.....	13
II-2-1-Utilisation du concentré pour la préparation d'autres produits .....	13
II-2-2-Nomenclature des produits à base de tomate .....	14
II-3- Technologie de la transformation industrielle .....	14
II-3-1- Caractéristiques de la tomate destinées à la transformation.....	15
II-3-2- De la tomate au concentré (processus de fabrication) .....	16

### **Chapitre III : le lycopène.**

III-1-Définition .....	19
III-2-Structure chimique .....	19
III-3-Les propriétés physico-chimiques .....	20
III-4- Sources alimentaires du lycopène .....	20

III-5- Localisation et biosynthèse du lycopène .....	21
III-6- Stabilité du lycopène durant le process .....	22
III-6-1-La température .....	22
III-6-2- L'oxygène .....	22
III-6-3- La lumière .....	22
III-6-4- Pertes dues à l'isomérisation du lycopène .....	23
III-7- Consommation et besoin en lycopène .....	23
III-8-Digestion et absorption intestinale.....	24
III- 9- La biodisponibilité du lycopène .....	26
III-10- Effets bénéfiques sur la santé humaine .....	27

## **MATERIELS ET METHODES**

I-1-Matériels .....	31
I-2-Objectifs du travail .....	32
I-2-1- Présentation de la démarche du travail .....	32
I-2-2- présentation du produit .....	33
I-2-3- Composition de la sauce tomate.....	33
I-3- Processus de fabrication de la sauce tomate au niveau de la Conserverie « SIM » .....	34
II-Les analyses microbiologiques .....	38
II-1-Préparation des dilutions mères et des dilutions décimales .....	38
II-2-Recherche et dénombrement des germes aérobies totaux .....	38
II-3-Recherche et dénombrement des coliformes .....	41
II-3-Recherche et dénombrement des <u>Staphylococcus aureus</u> .....	43
II-4-Recherche et dénombrement des <u>Clostridium sulfito-réducteur</u> .....	45
II-5-Recherche des salmonelles .....	47
II-6-Recherche et dénombrement des levures et moisissures .....	49
III- Analyses physico-chimiques .....	50
III-1- Détermination du Brix .....	50
III-2- Détermination du pH .....	50

III-3- Détermination de l'acidité titrable .....	50
III-4-Détermination des chlorures (Cl <sup>-</sup> ) .....	51
III-5-Les analyses d'eau .....	52
III-5-1-Détermination du titre hydrométrique TH .....	52
III-5-2-Détermination du titre alcalimétrique TA et TAC .....	53
III-6- Analyse par spectrophotométrie UV-VIS .....	54
III-6-1-Principe .....	54
III-6-2- Les constituants d'un spectrophotomètre UV-VIS .....	54
III-6-3-Le dosage du lycopène et $\beta$ -carotène .....	55
IV-Les analyses organoleptiques .....	57
IV-1- La texture .....	58
IV-2- L'apparence .....	58
IV-3- L'odeur .....	58
IV-4- La saveur .....	58

## **RESULTATS ET DISCUSSIONS**

I-1-Résultats des analyses microbiologiques .....	59
I-1-1-Produit I .....	59
I-1-2-Produit II .....	60
I-1-3-Produit III .....	61
I-2-Interprétation des résultats microbiologiques .....	62
II-Résultats des analyses physico-chimiques .....	64
II-1-Le produit au cours de sa fabrication .....	64
II-1-1-Le Brix ou résidus secs solubles .....	64
II-1-2-Le pH .....	65
II-1-3-L'acidité .....	66
II-1-4-Chlorure .....	67
II-1-5-Le Lycopène .....	67
II-1-6-Le $\beta$ -carotène .....	69

II-2- Le concentré de tomate .....	70
II-3-L'eau de process .....	71
II-3-1-Résultats des analyses périodiques du TH .....	72
II-3-2-Résultats des analyses périodiques du TA et TAC .....	73
II-3-3-Résultats des analyses périodiques du pH .....	74
III-Les caractéristiques organoleptiques .....	75
III-1- Résultats des analyses organoleptiques .....	75
-Conclusion.....	
- Références bibliographiques .....	
- Annexes .....	