

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



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences alimentaires
Spécialité : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire
Département: Biologie

Thème :

Méthodes d'étude de la qualité physico-chimiques et microbiologiques de la tomate en conserve selon les normes Algériennes - Etude théorique -

Présenté par : - Mlle. **ADJABI Asma**
- Mlle. **KOUADRI Maissa**
- Mlle. **ZEMITI Ilham**

Devant le jury composé de :

Président :	Mme. ZIDI Sourour	MCB	Université de Guelma
Examineur :	Mme. TABET Mouna	MAB	Université de Guelma
Encadreur :	Mr. ROUABHIA Kamel	MAA	Université de Guelma

Année universitaire 2019/ 2020

Remerciements

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

*Nous remercions vivement **Mme. Zidi** pour avoir accepté la présidence du jury. Qu'il nous soit permis de lui témoigner nous profonds respect pour ses enseignements.*

*Nos plus vifs remerciements vont à l'encontre de **Mme. Tabet** pour nous avoir honoré, en acceptant d'examiné notre travail.*

*Nous tenons à exprimer notre profonde reconnaissance et notre respect sans limites pour notre encadreur **Mr. Rouabhia Kamel** pour son soutien, ses encouragements, ses conseils scientifiques et surtout son engagement attentif tout le long de la durée de la préparation de notre mémoire.*

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

Dédicace 1

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

*A mes chères sœurs **AMINA, FATIMA ZAHRA, IKRAM** et **CHAIMA MALAK** pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral, à mon beau-frère **Midou** et mes nièces.*

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire

*Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible,
Merci d'être toujours là pour moi.*

Asma

Dédicace 2

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

*A ma chère sœur **HASSNA** et mon cher frère **MIDOU** pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,*

A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire,

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infallible,

Merci d'être toujours là pour moi.

Ilham

Dédicace 3

A mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études,

*A mes chères sœurs **Khawla** et **Asma**, à mon cher frère **Zaki** pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,*

*A toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire, à mon fiancé **Boubaker** pour son soutien et ses encouragements,*

Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infaillible,

Merci d'être toujours là pour moi.

Maissa

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

	Page
Introduction	01
Chapitre 01 : Généralités sur la tomate	
1. Généralités sur la tomate.....	02
1.1. La tomate au niveau mondiale.....	02
1.2. La tomate en Algérie.....	03
2. La composition de tomate fraîche.....	04
3. Les variétés de la tomate.....	05
4. L'importance économique.....	06
5. Les types de la tomate.....	06
5.1. Tomate de table	06
5.2. Tomate industrielle.....	06
6. Nomenclature des différents produits à base de tomate.....	07
6.1. Concentré de tomate.....	07
6.2. Double concentré de tomate.....	07
6.3. Triple concentré de tomate.....	07
6.4. La pulpe de tomate.....	07
7. Taxonomie de la tomate.....	07
Chapitre 02 : La tomate conserve	
1 Introduction	09
1.1. La production en Algérie.....	09
1.2. La production de tomate dans le bassin de Guelma.....	11
2. Les producteurs de tomate industrielle.....	11
3. La composition physico-chimique du concentré de tomate.....	11
3.1. Matière première.....	11
3.2. Ingrédients.....	12
3.3. Eau de préparation.....	12
4. La composition nutritionnelle de la tomate.....	12

5.	La transformation de la tomate.....	14
6.	La technologie de fabrication du concentré de tomate.....	15
6.1.	La réception.....	15
6.2.	Le stockage des matières premières	15
6.3.	Le lavage.....	16
6.4.	Le triage.....	16
6.5.	Le broyage et l'extraction de jus.....	16
6.6.	Le préchauffage.....	16
6.7.	Le tamisage et raffinage.....	16
6.8.	La concentration.....	17
6.9.	La pasteurisation.....	17
6.10.	Le remplissage et emboitage.....	17
6.11.	Le sertissage.....	17
6.12.	La stérilisation.....	17
6.13.	Le refroidissement.....	18
6.14.	Le conditionnement et emballage.....	18
6.15.	Le stockage.....	18
6.16.	Les vérifications finales.....	18
7.	Les normes concernant la tomate conserve.....	21
7.1.	Les normes de codex alimentaire (codex Stan 293-2008).....	21
7.1.1.	Disposition concernant la qualité.....	21
7.1.1.1.	Caractéristique minimale.....	21
7.1.2.	Caractéristique de la maturité.....	21
7.2.	Les normes de la commission du codex alimentarius (La commission mixte FAO/OMS) sur les normes alimentaires	22
7.2.1.	Facteurs essentiel de composition et de qualité.....	22
a.	Composition.....	22
b.	Critères de qualité.....	22
7.2.2.	Additifs alimentaire.....	24
a.	Régulateurs d'acidité.....	24
b.	Agents raffermissants.....	24
7.2.3.	Contaminants.....	25
7.2.4.	Hygiène.....	25

Chapitre 03 : Les analyses physico-chimique et microbiologique de la tomate en conserve

1.	Le contrôle microbiologique de la qualité hygiénique.....	26
2	1.1. Définition de la qualité.....	26
	1.2. Qualité hygiénique.....	27
	1.2.1. Infections alimentaires.....	27
	1.2.2. Toxi-infections alimentaires.....	27
	1.2.3. Intoxications alimentaire.....	27
2.	Le contrôle microbiologique de la qualité technologique.....	28
	2.1. Qualité technologique.....	28
3.	Analyses physico-chimique de la tomate en conserve.....	28
	3.1. La lecture extérieure de l’emballage et étiquetage d’une boîte de conserve alimentaire.....	28
	3.2. Contrôle de poids.....	29
	3.2.1. Appareillage.....	29
	3.2.2. Mode opératoire.....	29
	3.3. Le potentiel Hydrogène.....	30
	3.3.1. Appareillage.....	30
	3.3.2. Mode opératoire.....	30
	3.4. Contrôle de la température.....	31
	3.4.1. Appareillage.....	31
	3.4.2. Mode opératoire.....	31
	3.5. Contrôle de l’indice de réfraction (Brix).....	31
	3.5.1. Appareillage.....	31
	3.5.2. Mode opératoire.....	32
	3.6. Acidité titrable	32
	3.6.1. Réactifs nécessaires.....	33
	3.6.2. Mode opératoire.....	33
	3.6.3. Expression des résultats.....	33
	3.7. Dosage de chlorure.....	34
	3.7.1. Principe.....	34
	3.7.2. Réactifs.....	35
	3.7.3. Mode opératoire.....	35
	3.8. Viscosité et consistance.....	35
	3.8.1. Principe.....	35

3.8.2.	Appareillage.....	36
3.8.3.	Mode opératoire.....	36
3.9.	Le taux de protéine.....	36
3.9.1.	Principe.....	36
3.9.2.	Appareillage.....	37
3.9.3.	Mode opératoire.....	37
3.9.4.	Expression des résultats.....	37
3.10.	Le lycopéne (Dosage spectrophotométrique).....	38
3.10.1.	Mode opératoire.....	38
3.10.2.	Expression des résultats.....	38
3.11.	L'acide Ascorbique (Méthode de Tilhmanus, 1932).....	38
3.11.1.	Principe.....	39
3.11.2.	Réactifs.....	39
3.11.3.	Mode opératoire.....	39
4.	Les analyses microbiologiques de la tomate en conserve.....	39
4.1.	Technique de prélèvement et de préparation des échantillons.....	40
4.1.1.	Prélèvement et préparation.....	40
4.1.2.	Préparation des dilutions décimales.....	40
4.1.3.	Le contrôle de stabilité.....	40
4.1.4.	L'étuvage.....	41
4.1.5.	Examen après étuvage (NF.08-402).....	41
4.2.	Les méthodes d'analyse microbiologique.....	41
4.2.1.	Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux.....	41
a.	Mode opératoire.....	41
b.	Lecture.....	42
4.2.2.	Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux.....	43
a.	Mode opératoire.....	43
b.	Lecture.....	44
4.2.3.	Recherche des streptocoques fécaux.....	46
a.	Mode opératoire.....	46
b.	Lecture.....	46
4.2.4.	Recherche et dénombrement des spores de clostridium sulfito-réducteurs.....	48
a.	Mode opératoire.....	48

Sommaire

b.	Lecture.....	48
4.2.5.	Recherche de salmonelles.....	49
4.2.6.	Recherche de <i>Staphylococcus aureus</i>	51
4.2.7.	Recherche et dénombrement des levures et moisissures.....	52
a.	Technique.....	52
b.	Résultats.....	52
Conclusion.....		53
Références bibliographiques.....		54
Résumés		
Annexes		

Liste des abréviations

AFNOR :	Association Française de normalisation
BHT :	L'hydroxytoluène butylé
BLMT :	Bouillon lactosé mannitolé tamponné
DCPIP :	Dichlorophenol indophenol
DCT :	Double concentré de tomate
DLUO :	Date limite d'utilisation optimale
FAO :	Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
GN :	Gélose nutritive
ISO :	Organisation internationale de normalisation
JORA :	Journal Officiel de la République Algérienne
OGA :	Gélose glucosé à l'oxytétracycline
UHT :	Ultra haute température
VF :	Viande Foie
VRBL :	Gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre

Liste des figures

Figure N°	Titre	Page
01	Les principaux producteurs de tomate dans le monde	03
02	Les variétés de tomates classées selon la forme	05
03	Evaluation de la production de tomate	10
04	Les différents équipements nécessaires pour la transformation de tomate concentrée	19
05	Les étapes de transformation de tomate	20
06	pH mètre de paillasse	30
07	Mesure de température de la tomate	31
08	Réfractomètre (A) universel, (B) à main	32
09	(A) Burette de pellet (B) Agitateur magnétique	34
10	Consistomètre de Bostwick	36
11	Préparation de la solution mère	40
12	Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux.	43
13	Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux	45
14	Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux.	47
15	Recherche et dénombrement des spores de clostridium sulfito-réducteurs	49
16	Isolement et dénombrement des salmonelles	50
17	Enrichissement des Staphylococcus aureus	51
18	Isolement des Staphylococcus aureus	52

Liste des tableaux

Tableau N°	Titre	Page
01	Composition de la tomate fraiche selon Cotte	04
02	Les différentes variétés de tomate	05
03	Composition nutritionnelle de la tomate crue	13
04	Les calculs de l'acidité titrable	34

Introduction

Introduction

La notion de qualité concernant les produits charnus, comme la tomate a un caractère qualitatif et quantitatif pour les industriels, un produit de qualité c'est celui qui satisfait son utilisateur, ceci implique la structure physico-chimique et la qualité microbiologique de son produit fini (**Brown, 1959**).

Le secteur de l'industrie agroalimentaire en Algérie constitue un maillon important du tissu industriel nationale du fait le rôle important qu'il joue dans l'économie du pays (**Horri et al., 2015**). L'industrie de transformation propose des préparations nombreuses et variées : concentré de tomate, jus de tomate, tomates pelées etc. De fait de son niveau de consommation relativement élevé, la tomate intervient pour une part importante dans l'apport et en sels minéraux dans l'alimentation (**Blancard, 2009**).

De nombreuses études ont montré le rôle thérapeutique de la consommation de tomate ou ses dérivés dans la réduction de risque de cancer et les maladies cardiovasculaire à cause de sa richesse en antioxydant (**Herberg et al., 2004**).

Notre travail est représenté dans une étude théorique qui montre les normes algériennes en place pour assurer la qualité des tomates en conserve, en mentionnant et en expliquant les méthodes de ces analyses physico-chimiques et microbiologiques stipulées au Journal Officiel de la République Algérienne.

Cette étude comprend trois chapitres :

- Le premier chapitre traite des généralités sur les tomates en général,
- Le deuxième chapitre concerne les tomates en conserve, leurs méthodes de production, composition, valeur nutritionnelle, leurs chaîne de transformation et les différentes normes y afférentes.
- Le troisième chapitre explique en détail les méthodes d'analyses physiques et chimiques, et les méthodes d'analyses microbiologiques pour contrôler la qualité de cet aliment selon les normes algériennes.

Chapitre 1

Généralités sur la tomate

Chapitre 1 : Généralités sur la tomate

1. Généralités

La tomate est l'un des fruit-légumes les plus consommés et très importante dans l'alimentation dans le monde entier. Au plan nutritionnel, c'est une source de sels minéraux tels Ca, K, Mg, Na, Fe et de vitamines comme A, B6, C, E (**Paul et al., 2015**).

La tomate (*Solanum lycopersicum L*), appartient à la famille des *Solanaceae*. Cette famille regroupe d'autres espèces qui sont également bien connues, telles que la pomme de terre, le tabac, le poivron et l'aubergine.

La tomate est originaire des Andes d'Amérique du Sud. Elle fut domestiquée au Mexique, puis introduite en Europe en 1544. De là, sa culture s'est propagée en Asie du Sud et de l'Est, en Afrique et en Moyen Orient. Plus récemment, la tomate sauvage a été introduite dans d'autres régions de l'Amérique du Sud et au Mexique.

Parmi les noms communs utilisés pour désigner la tomate, il y a les suivants : tomate (Espagnol, Français), tomate (Indonésien), faan ke'e (Chinois), tomati (Afrique de l'Ouest), tomatl (Nahuatl, langue indigène du Mexique), jitomate (espagnol mexicain), pomodoro (Italien), Nyanya (Swahili).

La consommation des fruits de la tomate contribue à un régime sain et équilibré. Les fruits sont riches en minéraux, en vitamines, en acides aminés essentiels, en sucres ainsi qu'en fibres alimentaires. La tomate contient beaucoup de vitamines B et C, de fer et de phosphore. Les tomates se consomment fraîches en salade ou cuites dans des sauces, des soupes ou des plats de viande ou de poisson. Il est possible de les transformer en purée, en jus et en ketchup. Les fruits séchés et les fruits mis en conserve sont des produits transformés qui ont également une importance économique (**Naika et al., 2005**).

1.1. La tomate au niveau mondiale

La tomate est cultivée dans de nombreux pays du monde (170 selon **l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture**) et sous divers climats, y compris dans des régions relativement froides grâce au développement des cultures sous abri. C'est, par le volume de production, le premier légume au plan mondial, devant la pastèque et le

chou, mais derrière la pomme de terre et la patate douce. Selon cette source, la production mondiale de tomate a connu une forte.

croissance depuis 1978 où elle est passée de 48 millions de tonnes à 74 millions en 1992, et de 89 millions de tonnes en 1998 pour atteindre 124 millions en 2006. Selon la FAO (2013), la Chine, les Etats-Unis et la Turquie en sont les plus grands pays producteurs, avec 48,58, 12,6 et 11 millions de tonnes de tomate fraîche par an, contre 32 364 tonnes pour la Côte d'Ivoire. Cette production demeure faible pour répondre aux besoins des populations ivoiriennes estimés à plus de 100 000 tonnes de tomate par an (Lassina et al., 2013). Elle est distribuée comme suite (fig01).

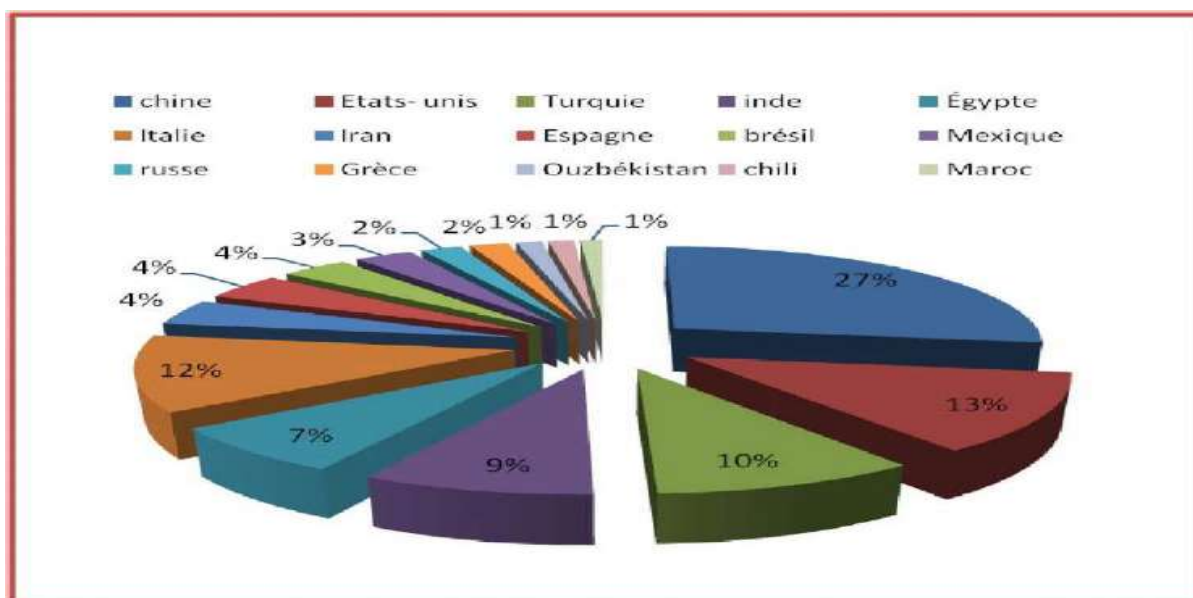


Figure 01: Les principaux pays producteurs de tomate dans le monde (1997-2007)
(F.A.O, 2009).

1.2. En Algérie

De par son importance, la tomate (maraîchère et industrielle) constitue la 3^{ème} activité agricole en Algérie, après les céréales et la pomme de terre (I.T.C.M.I, 2003). La production de la tomate, en Algérie, est influencée par les caractéristiques climatiques régionales et les variétés productives. Elle est répartie comme suit:

- **Les productions de saison :** représentent la plus grande part des superficies maraîchères localisées dans les Tell et les régions suffisamment arrosées ou disposant d'eau d'irrigation (périmètres irrigués, oasis, etc...).

- **Les productions d'arrière-saison** : arrivent sur les marchés à partir du mois de Novembre. Elles sont localisées dans le littoral, les plaines subi-littorales, les plaines intérieures et les hautes plaines bénéficiant d'infrastructures et d'eau pendant l'été et l'automne.
- **Les productions de primeur** : réservées aux zones à climat doux. C'est pour cette raison qu'elles sont confinées dans les zones littorales et quelques micro-zones du sud (Abed Elguerfi, 2003).

2. La composition de la tomate fraîche

Le jus représente la majeure partie des constituants physiques de la tomate. La tomate est constituée de 94 à 96 % de jus, 1 à 1.5 % de pépins et 1,5 à 2,5% de pelures et fibres. Les sucres contenus dans la tomate sont essentiellement des sucres réducteurs, le glucose représente 0,88-1,25%, et le fructose 1,08-1,48%. (Cotte, 2000). Tableau(01) montre les constituants de tomate.

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

Eau %	Glucides %	Substances azoté%	Lipide %	Cendres %
93,5	3,6	0,95	0,30	0,74

3. Les variétés de la tomate

Il existe certaines variétés de tomates de taille, de forme, de couleur et de texture différentes .La tomate peut être arrondie, ovale, côtelée, en forme de poire et même un peu carrée. Les tomates peuvent être rouges, roses, orangées, jaunes, vertes et même violettes ou noires .Leur saveur dépend entre autre degré d'acidité, du contenu en sucre et en eau, de la texture de la chair et de la peau, ainsi que de moment de la cueillette. Le tableau (02) représente les différentes variétés de tomates

Tableau 02 : Les différentes variétés de tomate (IPGRI, 2009)

	Description	Utilisation	Photos
Tomate commune	La tomate commune ou ronde est arrondie, juteuse, de taille et de couleur variée. Elle pèse entre 100 et 300g et son gout est à la fois acidulé et sucré.	la tomate commune et délicieuse, fraîche, en entré ou en salade. En fait ses usages son multiple.	
Tomate italienne	La tomate italienne mesure de 5 à 10 cm de long et de 3 à 5 cm de diamètre. Aussi appelée tomate prune ou tomate allongée, sa chair farineuse contient généralement moins de pépins, moins d'eau et plus de pulpe que des autres variétés de tomate.	Parce qu'elle contient moins de pépins et qu'elle est bien charnue, la tomate italienne est idéale pour la cuisson, les sauces et les conserves. On la consomme moins souvent crue en raison de sa texture farineuse.	
Tomate cerise	Les minuscules tomates cerise mesurent de 2.5 à 3 cm de diamètre. Elles prennent divers formes (arrondie, poire, ovale) et couleur (rouge, orangée, jaune, violette et noire). Les tomates cerise sont moins acidulées et plus sucrées que les tomates communes.	Parce qu'elles sont petites, juteuses et souvent très sucrées, on sert généralement les tomates cerises en hors-d'œuvre ou en salade. Elles sont très décoratives.	
Tomate côtelée	Les tomates côtelées son des variétés anciennes aux couleurs divers et aux formes irrégulières, ornées de nervures. Elles peuvent être très grosses et très sucrées à maturité. La plus célèbre d'entre elles est la « cœur-de bœuf ».	La taille massive ainsi que la texture et peu juteuse des tomates côtelées les rendent idéales pour agrémenter burgers et autre sandwiches.	
Tomate zébrée	Verte et jaune ou rouge et noire, la tomate zébrée présente des rayures de couleurs variées. Très juteuses tomates contiennent aussi de nombreux pépins. Les plus foncées sont souvent plus sucrées.	L'aspect singulier de la tomate zébrée ajoute une note décorative aux salades et aux hors-d'œuvre.	
Tomate verte	Les tomates vertes peuvent être des tomates immatures. Consommées cuites et avec modération, car elles contiennent des substances alcaloïdes toxiques	Les tomates immatures sont plus souvent sautées, frites ou mises en marinades. La cuisson relève leur saveur plutôt acidulée. Quant aux tomates vertes matures , délicieuses, crues, intégrées aux salades.	

4. Importance économique

La tomate est après la pomme de terre, le légume le plus consommé dans le monde, soit frais soit après transformation. Elle est cultivée sous toutes les latitudes dans des conditions très variées (climats, mode de production...), ce qui démontre une grande plasticité originelle et témoigne de l'efficacité du travail des sélectionneurs.

La production mondiale de tomate a progressé régulièrement au cours de XX siècle et s'est accrue considérablement durant les trois dernières décennies. Elle est passée de 48 millions de tonnes en 1978 à 74 millions de tonnes en 1992, 89 millions en 1998 et atteint 124 millions en 2006. Parmi les 16 Pays qui ont produit 1 million de tonnes ou plus, 6 sont largement au-dessus de 5 millions de tonnes. On estime que 30% des tomates produites sont transformées. Ce pourcentage est très différent d'un pays à l'autre. La consommation par individu, que ce soit en tomates fraîches ou transformées, ne cesse d'augmenter à l'échelle mondiale. Les pays méditerranéens sont de gros consommateurs, et cela en toutes saisons **(Dominique, 2009)**.

5. Les types de tomates

5.1. Tomate de table

Elles sont grosses, elles sont moins rouges que les tomates industrielles, elles contiennent beaucoup de pépins et d'eau, leur peau est peu résistante. Elles sont utilisées pour la salade ou transformées en purée pour sauce. Leur rendement à l'hectare est faible comparé à la tomate industrielle ; elles ne peuvent donc ne pas faire l'objet d'une transformation industrielle.

5.2. Tomate industrielle

De dimensions souvent plus petites et parfois allongées, aspect très rouge désiré pour les sauces, elles ont un taux de matières sèches plus élevées aussi elles ont une peau résistante. Ce sont ces tomates qui se prêtent à une transformation industrielle comme leur nom l'indique. Sa culture est inconnue des paysans mais pratiquée, par quelques rares maraîchers, c'est à dire que toute action tendant à résoudre le problème de la conservation doit tenir compte de la variété de tomates produites. Or les variétés produites (tomates de tables) ne répondent pas du tout aux techniques actuelles de conservation ou de transformation. Il faut résoudre un

premier problème qui est agronomique en changeant de variétés de tomates. Les avantages sont évidents :

- Meilleur rendement pour la culture.
- Possibilité de transformer la production. (MTCTHG, 2009).

6. Nomenclature des différents produits à base de tomate

La tomate est utilisée dans l'industrie alimentaire pour la préparation des produits à base de tomates tels que la pulpe, le jus, la sauce, la purée, le concentré et la poudre de tomate. La purée de tomate concentrée est le produit obtenue par tamisage des fruits frais de tomate, concentré par élimination de l'eau qu'il renferme.

6.1. Concentré de tomate

La tomate est concentrée en utilisant des évaporateurs à circulation forcée pour atteindre des concentrations de 22%.

6.2. Doubles concentrés de tomate

Les doubles concentrés de tomates sont les concentrés dont le ratio résidu sec/eau est égal à 28 %.

6.3. Triple concentrés de tomate

Les triples concentrés de tomates sont les concentrés dont le ratio résidu sec/eau est égal à 36 %.

6.4. La pulpe de tomate

Il s'agit de tomates écrasées avant ou après élimination des peaux et des graines (Goloubiev et Chebane, 1988).

7- Taxonomie de la tomate

Les solanacées comprennent plus de 3000 espèces, dont plusieurs sont exploitées commercialement. Même s'il y a plus de 7000 variétés de tomates, elles représentent toutes une seule espèce de tomate cultivée, *S. lycopersicum*.

Les tomates ont eu plusieurs noms scientifiques au fil des ans, y compris *Solanum lycopersicum* et *Lycopersicon esculentum*.

La classification suivant Selon **Guignard** :

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes.
Classe	Dicotylédones
Sous classe	Gamopétales
Ordre	Polémoniales
Sous ordre	Solanales
Famille	Solanacées
Genre	Lycopersicum
Espèce	<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.

Chapitre 02

La tomate en conserve

Chapitre 02 : La tomate en conserve

1. Introduction

La dénomination « tomates en conserve » désigne : le produit préparé à partir de tomates mûres et lavées, conformes aux caractéristiques du fruit de *Lycopersicon esculentum* P. Mill, issues de variétés (cultivars) rouges ou rougeâtres, propres et essentiellement saines ; conditionné avec ou sans liquide de couverture approprié et condiments convenant au produit ; et soumis, avant ou après conditionnement dans un récipient hermétiquement clos, à un traitement thermique approprié destiné à en empêcher la détérioration. Il faut éliminer les pédoncules, les calices et le cœur des tomates sauf si le cœur est insignifiant de par sa texture ou son aspect.

La tomate industrielle fait partie des productions agricoles sur lesquelles s'appuient et se développent les industries agroalimentaires. En Algérie sa production et sa transformation remonte aux années 1920. À l'échelle nationale, les surfaces qui lui sont consacrées ont considérablement augmenté pour passer de 2000 ha en 1960 à une fourchette comprise entre 24000 et 31000 ha ces dernières années ; et il en est de même pour les usines de transformation dont le nombre a augmenté de 5 en 1970 à 26 en 2000 (Bennacer et Cherrad, 2018).

1.1 La production en Algérie

La filière tomate industrielle en Algérie mérite une attention particulière de la part des chercheurs en économie agricole et alimentaire pour au moins trois raisons, La première est que le concentré de tomate est un composant essentiel dans la cuisine algérienne en particulier, maghrébine et méditerranéenne de façon plus large. La deuxième est que cette filière est l'une des principales dans le domaine agroalimentaire, car les unités de transformation de tomate en Algérie dominent l'activité de transformation de fruits et légumes, en offrant des opportunités de travail à une population nombreuse, particulièrement dans l'Est du pays, où un grand nombre d'emplois directs et indirects est mis à la disposition de cette population. La troisième est qu'elle a connu des difficultés importantes vers la fin des années 1990, difficultés qui l'ont fortement mise à mal à cause de la fermeture d'une dizaine d'unités de production.

Les tomates d'industries sont principalement cultivées au Nord-est du pays : les wilayas d'El Taraf, Annaba, Guelma, Skikda représentent à elles seules 90% de la superficie totale consacrée à cette culture en Algérie. Partant en 1971 d'un niveau très bas (environ 33 milliers de tonnes) par rapport à celui qu'elle atteindra trois décennies plus tard (environ 380 milliers de tonnes en 2009), la production de tomates industrielles a connu un taux de croissance annuel moyen de 7% durant la période 1971-2009,

largement supérieur au taux de croissance de la population. Cette période se divise en quatre phases qui peuvent être distinguées à l'examen du graphique de la figure (fig. 3) et qui se différencient par leurs taux de croissance annuels moyens :

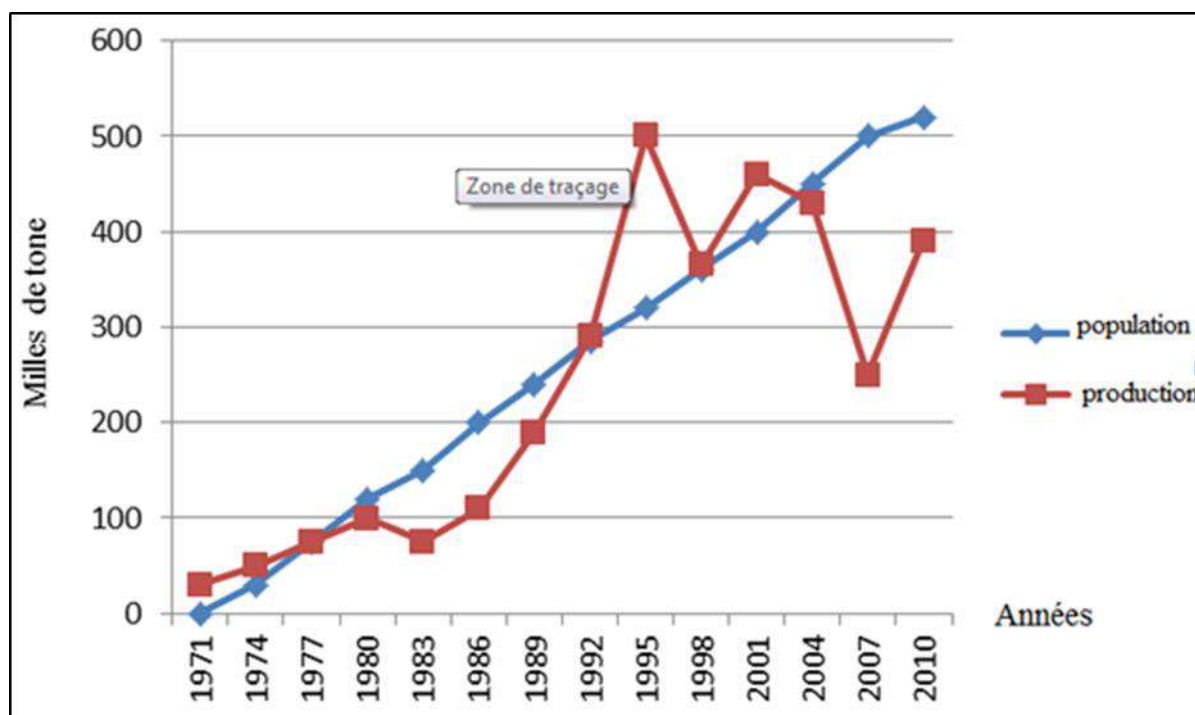


Figure 03: Evaluation de la production de la tomate industrielle en Algérie par rapport au taux de croissance de la population (MADR)

- Une phase de croissance forte durant la décennie 1971-1979, avec un taux annuel de croissance de 11%.
- Une phase de croissance moins forte (9% par an en moyenne) mais encore bien plus élevée que le taux de croissance démographique durant la décennie 1980-1989.
- Une phase de croissance très forte durant les années 1990-2000, le taux de croissance annuel moyen enregistré durant ces années étant de 21%; mais la deuxième moitié de cette décennie a été marquée par un taux de croissance très faible (1%).
- Une phase de décroissance de la production (-3%) durant la décennie 2000-20

1.2 La production de tomate dans le bassin de Guelma

Les tomates d'industrie sont principalement cultivées au niveau du périmètre irrigué de Guelma Bouchegouf sous la forme repiquée c'est-à-dire l'utilisation de plants (isolés ou en motte) provenant d'une pépinière.

A l'échelle du périmètre irrigué les surfaces consacrées à la production de la tomate industrielle repiquée ont connu une augmentation régulière puisqu'elles sont passées d'une moyenne de 1803 ha pendant les cinq années (2005-2010) en occupant 19% de la superficie totale du périmètre irrigué, pour atteindre une moyenne de 3452 ha pour les cinq années suivantes (2010-2015) soit près de 37% de la superficie du périmètre irrigué .

Les superficies cultivées se répartissent dans les principales zones potentielles qui se localisent dans la plaine alluviale de la moyenne Seybouse, au niveau du périmètre irrigué et dans les communes de Fedjoudj, Belkheir, Boumahra, Djaballah, Bouchegouf, Béni Mezline, Guelma, Héliopolis. Cette augmentation du niveau de la production est due également à une nette amélioration des rendements qui ont presque doublé (En effet, d'une moyenne de 389 ha durant la période 2005/2010 ils se sont élevés à 668 /ha durant la période 2011/2015. (**Bouزيد et Bedrani, 2013**).

2 Les producteurs de tomate industrielle

À présente norme vise les variétés commerciales de tomates issues du *Lycopersicum esculentum* Mill, de la famille des Solanacées, destinées à être livrées à l'état frais au consommateur, après conditionnement et emballage, à l'exclusion des tomates destinées à la transformation industrielle.

3 Compositions physico-chimiques du concentré de tomate

3.1 Matière première

Les tomates destinées à la préparation des purées doivent subir une sélection et présenter les critères suivants :

- Fraiches, Marchandes, rouges, saines et loyales.
- Etat de maturité convenable (**Anonyme, 1998**).

3.2 Ingrédients

Les ingrédients qui peuvent être ajoutés aux purées de tomates sont les suivants :

- Le sel de qualité alimentaire (Chlorure de sodium).

3.3 Eau de préparation

L'eau est utilisée en grande quantité dans toutes les étapes de la transformation, donc doit être reconnue potable de ce fait, elle doit être exempte de :

- Micro-organismes pathogènes.
- Produits chimiques en concentration toxique.
- Matières ou composés pouvant modifier la coloration, le gout du produit ou ayant un effet défavorable sur la qualité (**Anonyme, 1998**).

4 La composition nutritionnelle de la tomate crue

Pour chaque nutriment, le tableau03 (tab 3) apporte une information sur la quantité moyenne (*) ainsi que les quantités minimum et maximum (**) pour 100 g net de tomates crues.

Tableau 03 : Composition nutritionnelle de la tomate crue (Laurent, 2015).

Composants		Qté (*)	Qté (**) Min – Max
Eau		94,5g	88 - 96.6 g
Protéines		0.8g	0.5-1.3g
Lipides		0.26g	0.07 - 0.8 g
Glucides		1.72g	-
Sucre		1.68g	NC - 3.5 g
Fibres		1.41g	0.7 - 3.2 g
Vitamines	Provitamine A Béta-carotène	840 µg	184 - 1200 µg
	Equivalent Vitamine A	140 µg	30.67 - 200 µg
	Vitamine B1	0.06 mg	0.02 - 0.07 mg
	Vitamine B2	0.04 mg	0 - 0.4 mg
	Vitamine B3	0.6 mg	0.44 - 0.85 mg
	Vitamine B5	0.24 mg	0.04 - 0.33 mg
	Vitamine B6	0.08 mg	0.05 - 0.15 mg
	Vitamine B9	20.5 µg	1 - 52 µg
	Vitamine C	14.3 mg	4.7 - 26.5 mg
	Vitamine E	1.11 mg	0.39 - 1.3 mg
Minéraux et oligo-éléments	Calcium	8.24 mg	3.17 - 60 mg
	Cuivre	0.0326 mg	0.01 - 0.13 mg
	Fer	0.151 mg	0.01 - 0.95 mg
	Iode	2 µg	0.01 - NC µg
	Magnésium	10.1 mg	5 - 20 mg
	Manganèse	0.0711 mg	0.04 - 0.93 mg
	Phosphore	19.3 mg	8 - 53 mg
	Potassium	251 mg	92 - 534 mg
Zinc	0.221 mg	0 - 2.42 mg	

La tomate bénéficie d'une excellente densité nutritionnelle : elle est riche en micronutriments (vitamines et minéraux) et très faible en calories, environ deux fois moins de calories que les autres légumes. Emblème de la cuisine méditerranéenne, elle est notamment la principale source de lycopène dans l'alimentation, un antioxydant puissant présent dans le corps humain. Des données solides de plusieurs études épidémiologiques suggèrent que le lycopène pourrait fournir une protection importante contre les maladies cardiovasculaires et le cancer.

Bien que ses teneurs nutritionnelles puissent varier selon les variétés et les conditions de culture notamment l'intensité lumineuse de récolte et de post-récolte, elle constitue une excellente source de fibres, de vitamines A et C et de minéraux comme le potassium (Laurent, 2015).

5. La transformation de la tomate

Un quart environ de la production mondiale de tomate est consommée sous forme transformée :

- **Conserves de tomates** : les tomates pelées entières ou non entières, jus de tomate, pulpe de tomate, concentré de tomate. Quelle que soit la technique de transformation, les produits natifs sont finalement mis en conserve et stabilisés par un traitement thermique.
- **Dérivés de tomates** : les soupes de tomate, les ketchups et les sauces tomate. Dans ce cas, de nombreux autres ingrédients peuvent être ajoutés pour aboutir au produit final, qui est emballé et stabilisé par un traitement thermique.
- **Tomates séchées** : poudre et flocons de tomate, entières, en moitié, tranchées, etc. Ces produits sont déshydratés par des techniques différentes, la faible teneur en humidité constituant le facteur de stabilisation.

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

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

Après le lavage, le tri des tomates permet de diriger les tomates vers les différentes lignes de production. S'il est bien effectué, seules les tomates sans défauts et de taille adéquate vont servir à la fabrication des

tomates entières pelées. Les petites tomates ou celles présentant quelques défauts (maturité, pigmentation, altérations diverses, etc.) sont plutôt dirigées vers les lignes de pulpes ou de concentré. Les opérations de tri sont désormais réalisées le plus souvent au moyen de trieurs optiques électroniques.

- **Jus de tomate, pulpe et purée**

Conformément aux différentes législations en vigueur, le jus de tomate obtenu à l'issue des premières étapes communes de transformation possède un extrait sec maximal de 8 %. Le jus de tomate peut être considéré comme une étape intermédiaire de la préparation du concentré de tomate. Il est dans ce cas embouteillé après l'étape d'extraction, et stérilisé. Mais la méthode la plus couramment utilisée est la fabrication du jus de tomate à partir de concentré de tomate dilué, homogénéisé et acidifié.

La pulpe de tomate est fabriquée à partir de tomates crues en séparant d'abord les parties liquides et charnues des graines, des peaux, etc. et en éliminant ensuite l'eau du jus jusqu'à le produit concentré contienne au moins 8,0% de matière sèche (hors sel). La pulpe est ensuite convoyée directement vers l'étape de raffinage pour l'extraction à froid (Cold Break), ou vers une installation de préchauffage suivie de l'extraction à chaud (Hot Break) (1).

6. Technologie de fabrication du concentré de tomate

Les tomates parvenues à maturité sont cueillies à la main, placées dans des caisses ou des billots, puis elles entrent dans une série d'opérations (Fig. 04), à savoir :

6.1. La réception

Doit s'effectuer un triage préalable, les lots contenant des fruits présentant une teinte jaune et des zones vertes sont mis de côté jusqu'à ce qu'ils aient atteint une couleur rouge plus uniforme. Les fruits rouges entrant immédiatement en fabrication.

6.2. Le stockage des matières premières

Il s'agit de stocker la tomate fraîche pendant un temps avant son entrée dans la chaîne de transformation. Ce temps doit être bien approprié car il permet le mûrissement de la tomate. Il Suffit de laisser la tomate dans un local bien aéré.

6.3.Le lavage

Cette opération commune à tous les végétaux, consiste à éliminer toutes les souillures qui peuvent être à l'origine d'une éventuelle contamination. Les tomates sont lavées avec de l'eau tiède et chlorée dans des tanks ou dans des bacs sous pression ou sous agitation permanente, suivie d'un rinçage par aspersion d'eau à haute pression pour éliminer les résidus, les microorganismes, les insectes, les larves et les saletés adhérent aux fruits (**Gosse et al., 1973**).

6.4.Le triage

D'après la couleur le triage est effectué en général à l'œil nu, tomates sont acheminées vers la chaîne de triage ou elles sont rincées au moyen des douches d'eau et triés manuellement par des ouvriers qui enlèvent les tomates détériorés (altérées ou moisies) ainsi que feuilles ou autres impuretés résiduelles.

6.5.Le broyage et l'extraction de jus

Les fruits de tomates lavés sont comprimés entre 2 rouleaux de manière à faire couler le liquide des loges du fruit. Le mélange obtenu passe ensuite à travers d'un tamis rotatif pour séparer le liquide des Parties solides de la tomate. Les tomates débarrassées de leurs peaux et de leurs graines sont alors envoyées au broyeur qui assure le concassage. (**Gosse et al., 1973**).

6.6.Le préchauffage

Il a pour rôle de cuire la pulpe afin de faciliter la séparation de la peau et de maîtriser les propriétés physico-chimiques du jus. Selon l'usage final du produit à fabriquer, 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 break consiste à porter les tomates immédiatement après leur broyage à la température de 90 à 95°C pendant un temps très court (15s).

6.7.Le tamisage et raffinage

Permet l'obtention du jus de tomate après élimination de la peau et des graines. Le raffinage se déroule dans une raffineuse constituée d'une série de tamis dont le diamètre des perforations est différent. La pulpe de tomate est introduite à l'intérieur à l'aide de pales tournant à grande vitesse dont l'effet est de forcer le jus à travers les perforations du tamis pour retenir les particules les plus grosses (**Moresi et Liverott, 1982**).

6.8.La concentration

C'est l'opération qui permet de prolonger la durée de conservation de la tomate en éliminant la quantité d'eau active à l'origine du volume et des coûts de stockage. Le jus de tomate raffiné est concentré par évaporation sous vide partielle dans des Évaporateurs à multiples effets. Ce procédé décrit par **Gosse et al., 1973** à l'avantage de prévenir le brunissement et d'améliorer le transfert de chaleur. Par ailleurs, d'autres procédés tels que l'osmose inverse et la cryodessiccation sont utilisés dans la production des concentrés de tomates.

6.9.La pasteurisation

Elle assure la stabilité du concentré de tomate par un traitement thermique de quelques secondes à une température supérieure à 85°C, ce traitement permet de prévenir l'altération par les *lactobacilles*. La pâte de tomate est ensuite aspirée de l'évaporateur vers la remplisseuse, qui est constituée d'un tank de réception de la pâte de tomate, d'un échangeur de chaleur tubulaire de pasteurisation et d'un tube de circulation (**Gosse et al., 1973**).

6.10. Le remplissage et emboitage

A la sortie du concentrateur, le produit est récolté dans une cuve tampon, il passe ensuite dans un préchauffeur à 80°C, puis remplis des boîtes métalliques préalablement nettoyées par le jet d'eau chaude. Ce jet d'eau chaude a pour but de laver et en même temps de chauffer la boîte pour permettre une bonne stérilisation du contenu.

6.11. Le sertissage

Le sertissage est un agrafage pratique par pliage l'un sur l'autre du bord du corps de la boîte et du bord du couvercle ; il est réalisé au moyen de sertisseuse. Le sertissage exige l'emploi des machines robustes et précises, en général automatique.

6.12. La stérilisation

La stérilisation par la chaleur consiste à exposer les aliments à une température, généralement supérieure à 100 °C, pendant une durée suffisante. La durée et la température de traitement (barème de stérilisation) des conserves de tomates dépendent du type d'équipement et de la taille des conserves. La stérilisation a pour but d'inhiber les enzymes et toute forme de microorganismes, même les bactéries sporulées (**Vierling, 1998**).

6.13. Le refroidissement

Les boîtes de pâte de tomate doivent ensuite être rapidement refroidies afin d'éviter la détérioration de la flaveur et de la couleur à la suite de la rétention de la chaleur. Parmi les techniques utilisées lors du refroidissement, on peut soit pratiquer un refroidissement par l'air des boîtes empilées et rangées de façon à permettre une bonne circulation de l'air, soit pratiquer le refroidissement avec de l'eau chlorée par aspersion ou par immersion

6.14. Le conditionnement et emballage

Après le refroidissement des boîtes qui durent quelques secondes, on passe au conditionnement pour emballer les boîtes de tomates dans des cartons plastifiés, pour faciliter le transport sur les lieux de stockage ou les lieux de vente (marché...)

6.15. Le stockage

Les produits finis étiquetés seront stockées dans un endroit frais et à l'abri de la lumière dans un dépôt séparé de celui des matières premières fraîches, puis à être distribué. Le produit fini doit être mis en observation pendant 15 jours avant de sortir de l'usine, afin de s'assurer de sa capacité de conservation.

6.16. Les vérifications finales

Des contrôles importants sont enfin effectués pour garantir la qualité totale des produits avant leur mise à disposition des consommateurs. Par exemple, les boîtes sont mises en étuve, à des températures et pendant un temps déterminés par la législation, pour accélérer le vieillissement du produit et contrôler sa stabilité bactériologique à long terme (**Vierling, 1998**).



Figure 04 : les différents équipements nécessaires pour la transformation de tomate concentrée (Gosse et al., 1973).

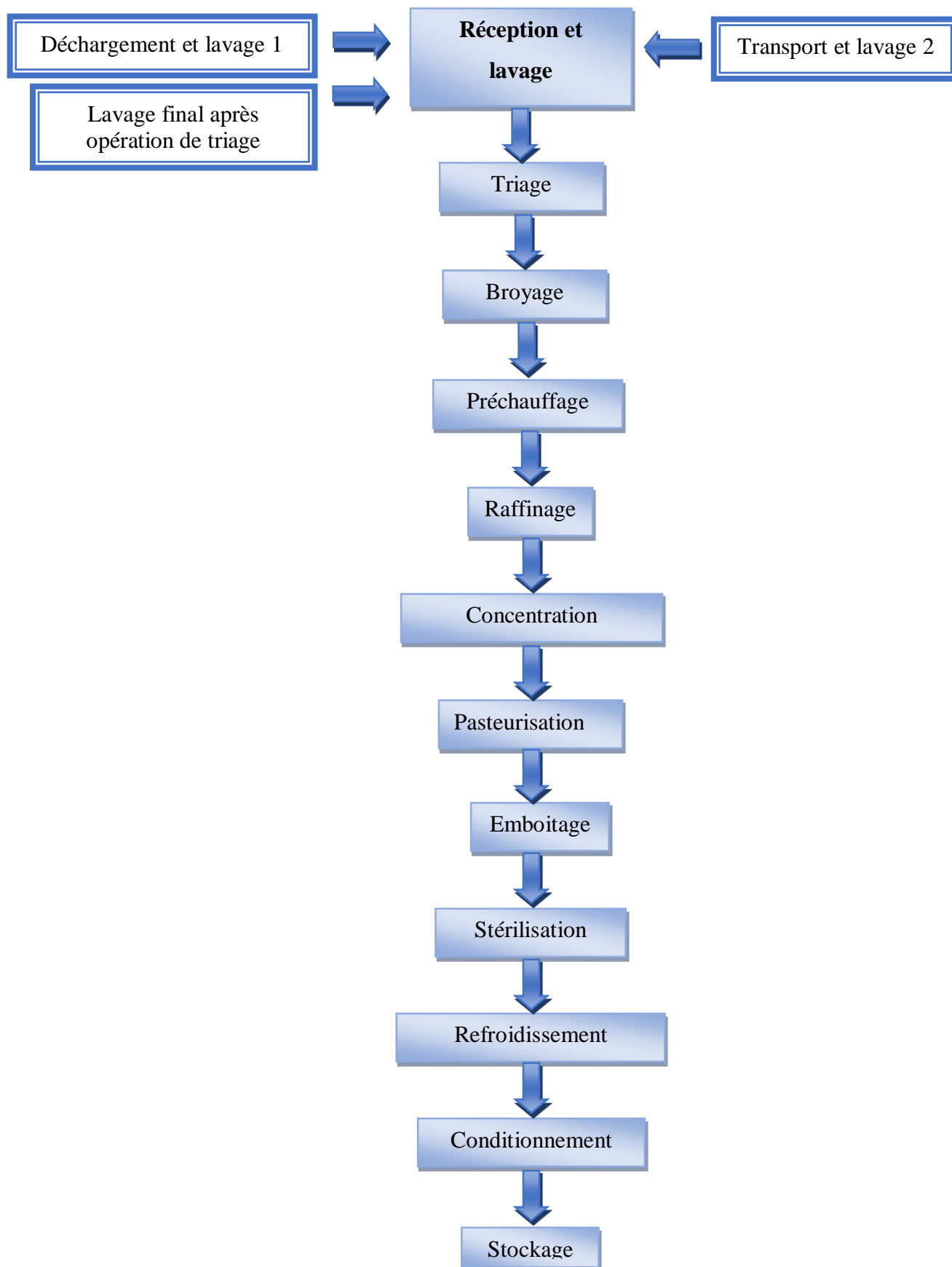


Figure 05 : Les étapes de transformation de tomate (Gosse et al., 1973)

7. Les normes concernant la tomate conserve**7.1. Les Normes de codex alimentaire (CODEX STAN 293-2008)****7.1.1. Disposition concernant la qualité****7.1.1.1. Caractéristiques minimales**

Dans toutes les catégories, compte tenu des dispositions particulières prévues pour chaque catégorie et des tolérances admises, les tomates doivent être :

- entières ;
- saines ; sont exclus les produits atteints de pourriture ou d'altérations telles qu'elles les rendraient impropres à la consommation ;
- propres et pratiquement exemptes de matières étrangères visibles ;
- pratiquement exemptes de ravageurs et de dommages causés par les ravageurs affectant l'aspect général du produit ;
- exemptes d'humidité externe anormale, exception faite de la condensation qui apparaît lors du retrait de la chambre froide ;
- exemptes de toute odeur et/ou saveur étrangère ;
- d'aspect frais.

Le développement et l'état des tomates doivent être tels qu'ils leur permettent :

- de supporter un transport et une manutention ;
- d'arriver dans des conditions satisfaisantes au lieu de destination.

7.1.1.2. Caractéristiques de la maturité

Les tomates doivent être suffisamment développées et d'une maturité satisfaisante. Le développement et le stade de maturité des tomates doivent être tels qu'ils leur permettent de poursuivre le processus de maturation afin qu'elles soient en mesure d'atteindre le degré de maturité approprié.

7.2. Les Normes de la commission du codex alimentarius (la commission mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires).

7.2.1. Facteurs essentiel de composition et de qualité

a. Composition

➤ Milieux de couverture

Les milieux de couverture ci-après peuvent être utilisés pour les tomates en conserve :

(a) **Jus**: liquide de couverture composé uniquement de jus non concentré et non dilué provenant de tomates mûres ou de matières résiduelles provenant de la préparation de tomates en conserve;

(b) **Coulis** ou pâte de tomate : tel que décrit dans la norme Codex pour les concentrés de tomates ;

(c) **Pulpe** : tomates broyées pelées ;

(d) **Eau** : seulement pour les tomates en conserve non pelées.

➤ Ingrédients facultatifs

(a) Épices, plantes aromatiques (comme les feuilles de basilic) et extraits naturels de ces produits et condiments, à l'exception des condiments de tomate.

(b) Sel (chlorure de sodium);

(c) Lorsque des agents acidifiants sont employés : édulcorants à base d'hydrates de carbone nutritifs déshydratés, tels que saccharose, dextrose et sirop de glucose déshydraté, tels qu'il énumérés dans la Norme Codex pour les sucres (**CODEX STAN 212-1999, Amend. 1-2001**) avec un étiquetage spécifique.

b. Critères de qualité

❖ Définitions

- **Entière ou quasi entière** : une tomate de n'importe quel calibre dont la forme n'est pas matériellement modifiée par l'évidage ou le parage ; le fruit peut sans difficulté être pratiquement rendu à sa conformation initiale ; il peut être légèrement fissuré ou fendu mais pas au point de donner lieu à une perte appréciable de placenta.

- **Présence anormale de fragments de cœur** : matière dure et fibreuse ou morceau provenant du cœur de la tomate et dont la présence nuit indubitablement à l'aspect et à la comestibilité du produit.
- **Malformations** : zones anormales et contrastant fortement par leur couleur et/ou leur texture avec la chair normale, qui devraient être normalement enlevées lors de la préparation des tomates à des fins culinaires.
- **Matières végétales étrangères : feuilles**, pédoncules, calices, bractées de tomate et autre matière végétale analogue.
- **Peaux** : morceaux résiduels de peau ayant une longueur supérieure à 5 mm, qui adhèrent à la chair de la tomate ou que l'on trouve détachés dans le récipient.

❖ **Couleur**

Les tomates égouttées devront présenter la couleur caractéristique normale de tomates mûres qui ont été convenablement préparées et conditionnées.

❖ **Saveur**

Les tomates en conserve devront présenter une saveur et une odeur normales exemptes de toute saveur ou odeur étrangère. Les tomates en conserve préparées avec des ingrédients spéciaux devront présenter la saveur caractéristique que confèrent les tomates et les autres substances utilisées.

❖ **Calibre ou intégrité**

Le calibre ou l'intégrité ne sont en eux-mêmes qu'un élément du mode de présentation « tomates entières ». Les tomates en conserve dénommées « entières » doivent contenir au minimum 65% m/m de tomates égouttées entières ou presque entières, chaque récipient pouvant toutefois contenir une unité qui ne serait pas entière.

❖ **Défauts et tolérances**

Le produit fini doit être préparé avec des matières et selon des méthodes telles qu'il soit essentiellement exempt de fragments de cœur et de matières végétales étrangères dont la présence serait anormale, et il ne doit pas présenter un nombre excessif de défauts, que la présente norme les spécifie expressément ou non. La proportion de certains défauts courants ne doit pas dépasser les limites ci-après :

- **Peaux (seulement pour les modes de présentation « pelées » et « entières ») :**

Entières pelées : au maximum une surface totale de 30 cm² par kg de contenu total.

- **Malformations**

Au maximum une surface totale de 3,5 cm² par kg de contenu total.

- **Numération des moisissures**

(a) Le lot de tomates en conserve, conditionnées avec ou sans jus, coulée, pulpe ou pâte de tomate, sera considéré non conforme si, après analyse du liquide obtenu en mélangeant les tomates et le liquide de couverture, la numération moyenne des moisissures de 6 échantillons dépasse 50%.

(b) Le lot de tomates en conservé non pelées, conditionnées avec de l'eau, sera considéré non conforme si, après analyse du liquide obtenu par le concassage des tomates, la numération moyenne des moisissures de 6 échantillons est égale ou supérieure à 15%.

- **pH**

Le niveau maximum de pH doit être de 4,5.

- **Classification des unités « défectueuses »**

Tout récipient qui ne répond pas à une ou plusieurs spécifications de qualité, qui se base sur une moyenne de 6 échantillons) sera considéré comme « défectueux ».

7.2.2. Additifs alimentaires

a. Régulateurs d'acidité

Tout régulateur d'acidité contenu dans le tableau 3 de la Norme générale Codex pour les additifs alimentaires ou indiqué dans la liste des catégories d'aliments 04.2.2.4 [légumes (y compris champignons, racines et tubercules, légumineuses et légumineuses à grains, *Aloe vera*) et algues en conserve ou embouteillés (pasteurisés) ou en sachet auto lavable] des tableaux 1 et 2 de la Norme générale Codex pour les additifs alimentaires.

Agents raffermissant

Les sels de calcium peuvent être ajoutés au produit à la condition que la teneur en ions calcium du produit fini pour le mode de présentation «non entières» ne dépasse pas 0,08% et que la teneur en ions calcium du produit fini pour le mode de présentation «entières» ne dépasse pas 0,045%.

7.2.3. Contaminants

- Les produits couverts par les dispositions de cette norme doivent satisfaire aux limites maximales de contaminants fixées pour ces produits par la Commission du Codex Alimentarius.
- Les produits couverts par les dispositions de cette norme doivent satisfaire aux limites maximales de résidus fixées pour ces produits par la Commission du Codex Alimentarius.

7.2.4. Hygiène

- Il est recommandé de préparer et manipuler le produit couvert par les dispositions de cette norme conformément aux sections appropriées du Code d'usages international recommandé
- Principes généraux d'hygiène alimentaire (**CAC/RCP 1-1969, Ré. 4-2003**) et d'autres documents du Codex pertinents tels que les codes d'usages en matière d'hygiène et les codes d'usage.
- Les produits devraient être conformes à tout critère microbiologique établi en conformité avec les Principes régissant l'établissement et l'application de critères microbiologiques pour les aliments.

Chapitre 03

Les analyses physicochimiques et microbiologiques de la tomate en conserve

Chapitre 03 : Analyses physicochimiques et microbiologiques de la tomate en conserve

Cette présente étude expérimentale consiste à suivre la mesure des paramètres physico-chimiques, microbiologiques et de stabilité du produit fini.

1. Le contrôle microbiologique de la qualité hygiénique

Le contrôle microbiologique de la qualité hygiénique vise à éviter la présence de microorganismes pathogènes dans le produit alimentaire afin de ne pas risquer sa qualité hygiénique, ou au moins de détecter ces microorganismes s'ils sont présents avant sa commercialisation.

1.1. Définition de la qualité

La notion du mot qualité est subjective, ainsi on a plusieurs définitions, qui sont soit repérées dans le langage courant ou dans les dictionnaires, soit données par les leaders de la qualité ou de point de vue statistique, soit employées par les entreprises, où bien d'autres mises par les organismes de normalisation telles que l'association française de normalisation (**AFNOR**), et l'organisation internationale de normalisation ou bien de standardisation (**ISO**):

- "La qualité c'est la valeur d'une chose" (langage courant).
- "La qualité c'est le degré d'excellence possédé par un produit" (dictionnaire).
- "La qualité c'est assurer la conformité d'un produit par rapport à ce qui a été prévu" (entreprise).
- "La qualité est inversement proportionnelle à la variabilité des résultats" (statistique).
- "La qualité c'est l'aptitude d'un produit à satisfaire ses utilisateurs" (**AFNOR**).
- "La qualité c'est l'aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques à satisfaire des exigences" (**ISO 9000 : 2005**).

Donc l'utilisateur d'un aliment (le consommateur), on attend plusieurs satisfactions (besoins, exigences), d'où on a plusieurs composantes (aspects) de la qualité d'un produit alimentaire, qui sont en nombre de 8 principales composantes :

- Les **4 S** (Sécurité : hygiénique, Santé : nutritionnelle, Saveur : organoleptique et Service : usage) ;
- Les **2 R** (Régularité et Rêve) ;
- La **T** et la **E** (Technologique et Etique) (**ISO 9000 : 2005**).

1.2. Qualité hygiénique

La qualité hygiénique d'un produit alimentaire est l'absence de microorganismes pathogènes ou leurs toxines susceptibles de nuire à la santé du consommateur. La présence de tels microorganismes et de ses composés toxiques conduit à des maladies de type alimentaire. Suivant la nature de microorganismes en cause, trois cas de maladie peuvent se présenter :

1.2.1. Infections alimentaires

Ensemble des symptômes après ingestion d'une quantité de microorganismes altérants vivants dans le produit alimentaire ou dans l'eau. C'est le cas par exemple des Entéro pathogènes ou virus : *Salmonella enterica* (salmonellose), *Shigella spp.* (Dysenterie bacillaire), *Yersinia enterocolitica* (yersiniose), *E. coli* entéropathogène, et infections virales.

1.2.2. Toxi-infections alimentaires

Ensemble des symptômes après ingestion d'une quantité de microorganismes pathogènes vivants dans le produit alimentaire et la sécrétion après ingestion d'une toxine. C'est le cas par exemple de : *Clostridium perfringens* et *Bacillus cereus* (gastro-entérite) et *Vibrio cholerae* (choléra). Ces deux derniers se manifestent par des diarrhées, vomissements, douleurs abdominales et sont associés avec de la fièvre et des troubles apparaissant après une période moyenne à longue.

1.2.3. Intoxications alimentaires

Ensemble des symptômes après ingestion d'une quantité d'une toxine présente dans le produit alimentaire, le produit est dangereux à consommer, même si le microorganisme pathogène n'est plus vivant dans le produit. C'est le cas par exemple des *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum* (Botulisme), *Aspergillus flavus* et *Penicillium citrinum*.

Cette intoxication alimentaire se manifeste par des diarrhées, vomissements, douleurs abdominales, signes neurologiques, mais elle est sans fièvre et les troubles apparaissent rapidement.

2. Le contrôle microbiologique de la qualité technologique

Le contrôle microbiologique de la qualité technologique vise à détecter la présence de microorganismes pouvant altérer la qualité marchande de produit fini, et de vérifier l'efficacité de la technologie après leur application, afin de stocker et de commercialiser des produits alimentaires microbiologiquement stables (5).

2.1. Qualité technologique (marchande)

La qualité technologique (marchande) d'un produit alimentaire est l'aptitude de ce produit à la transformation et à la distribution. Étant donné que le consommateur n'est pas le seul utilisateur, or la qualité est la satisfaction de tous les utilisateurs (fabricant et distributeurs), le produit alimentaire doit être apte à survivre tout le long de la chaîne de distribution. L'altération de sa qualité marchande modifie ses caractéristiques organoleptiques et le rend non commercialisable. Cette altération se produit :

- Lorsque la technologie mise en œuvre pour assurer la stabilité microbiologique du produit alimentaire est défailante
- Lentement au cours du stockage.

3. Analyses physico-chimiques de la tomate en conserve

Le laboratoire est un local pourvu des installations et des appareils nécessaires à des manipulations et des expériences effectuées, destiné à contrôler le produit au cours des différentes étapes de la fabrication, il doit être un secteur très actif au sein de l'unité pour éviter toutes questions sur la qualité du produit.

3.1. Lecture extérieure de l'emballage et étiquetage d'une boîte de conserve alimentaire

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

Les mentions informatives obligatoires :

- Nom du produit – dénomination de vente – Marque
- Composition – Liste des ingrédients – Allergènes possibles présents (quantitatif)
- Poids net ou volume net
- Catégorie de produit et Concentration minimale (Extrait sec ou Brix)
- Date de fabrication

- Date d'expiration (DLUO pour les conserves appertisées d'origine végétale à pH<4,5)
- Numéro de lot
- Nom de l'usine de production et les coordonnées postales (Adresse, téléphone, fax mail, site web)
- Lieu d'origine (pays d'origine si importée)

Les mentions informatives obligatoires complémentaires :

- Mode d'utilisation
- Marque de salubrité
- Conditionnement sous atmosphère contrôlée
- Labels et signes de qualité
- Code à barre
- Composition nutritionnelle
- Allégations diverses

Le type d'emballage utilisé est aussi soigneusement noté selon ses caractéristiques (6).

3.2. Contrôle du poids

Peser un objet c'est mesurer la masse d'un objet avec une balance.

D'une façon générale :

La tare : c'est le « poids » de l'emballage (ou du contenant).

Le « poids net » est celui du produit (on doit dire : « **masse nette** »).

Le « poids brut » est celui du produit emballé (on doit dire : « **masse brute** »).

3.2.1. Appareillage

Les balances de laboratoire permettent d'effectuer des pesées de masses avec une précision allant jusqu'à 0,01 mg.

3.2.2. Mode opératoire

- On pèse la boîte du produit fini (tomate).
- On prend la boîte vide et on la pèse.
- On fait la soustraction des deux poids (6).

3.3. Le potentiel hydrogène (pH)

- Il exprime si la tomate est acide ou alcaline. Il n'a pas de signification hygiénique, mais il représente une notion très importante pour la détermination de l'agressivité de la tomate. Il définit en outre l'appartenance du produit aux différentes catégories de conserves classées selon le pH soit $\leq 4,5$ ou $> 4,5$.
- Le pH de la tomate en double concentré doit se situer entre 4,20 et 4,50. Il ne doit en aucun cas aller au-delà de 4,60.

La détermination du pH des dérivés de tomates s'effectue électro-métriquement à l'aide d'un pH-mètre (Fig.06).

3.3.1. Appareillage

- pH-mètre de paillasse,
- Électrodes de référence et de pH ou électrode combinée,
- Solutions tampons pH = 4,01 et pH = 7,00.



Figure 06: pH-mètre de paillasse (3).

3.3.2. Mode opératoire

- Les boîtes de tomate sont d'abord ramenées à température ambiante (20-25°C).
- La mesure du pH est effectuée sur la purée de tomate par immersion directe de la sonde dans la purée. Une homogénéisation préalable du contenu de la boîte s'effectue à l'aide d'une spatule métallique.
- Le pH-mètre est calibré.
- é à l'aide des solutions tampons.
- La température du produit est mesurée au moyen d'un thermomètre et l'instrument est ajusté à cette température.

- Les électrodes ou l'électrode combinée sont plongées dans le produit de tomates sans dilution.
- Le pH est indiqué directement par l'appareil(6).

3.4. Contrôle de la température

3.4.1. Appareillage

Un thermomètre est un appareil qui permet de mesurer ainsi qu'afficher la valeur des températures (fig. 07).

3.4.2. Mode opératoire

- On allume le thermomètre ON/Off
- On nettoie la sonde de l'appareil,
- On introduit la sonde dans le produit à analyser (tomate).
- On attend la valeur stabilisée.
- On note la valeur apparait sur l'écran.
- On éteint avec la même touche.



Figure07 : Mesure de température de la tomate (Bechaa, et Khanfri, 2013).

3.5. Contrôle de l'Indice de Réfraction (Brix)

3.5.1. Appareillage

Le Brix est le principal paramètre technologique dans les concentrés de tomate. Il représente le degré concentration du jus de tomate. Ce paramètre fait l'objet d'une réglementation très stricte (JORA, 1997).

Le Brix est défini comme étant la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit analysé.

- Un réfractomètre, muni d'une échelle graduée indiquant l'indice de réfraction

- Le réfractomètre, muni d'une échelle graduée indiquant le pourcentage en masse de saccharose et précis à 0,1 % près.

Le réfractomètre doit être ajusté de telle sorte qu'il fasse apparaître une teneur en résidu sec soluble (saccharose) égale à zéro pour l'eau distillée, à une température de 20 °C.

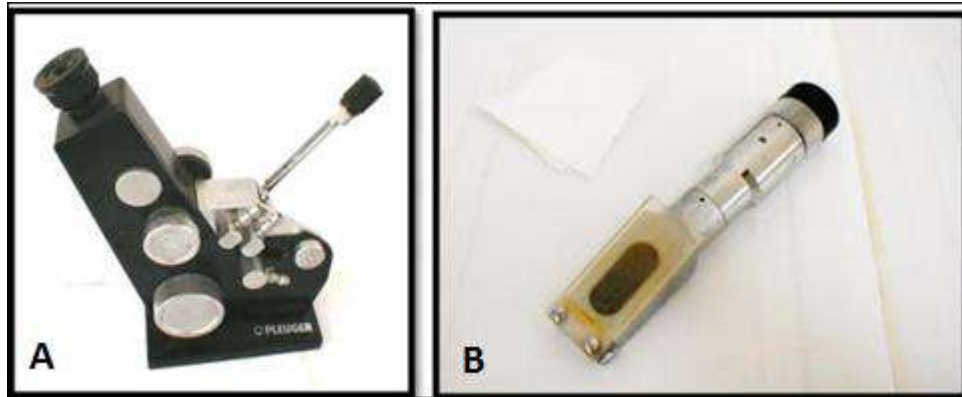


Figure 08: Réfractomètres (A) universel, (B) à main (3)

3.5.2. Mode opératoire

- Amener la solution d'essai ou l'échantillon à une température proche de celle de mesurage,
- Mélanger l'échantillon afin de le rendre homogène,
- Placer environ 10 grammes du produit au centre d'un carré de toile, rassembler les coins du carré de façon à enfermer la prise d'essai dans une petite partie et presser celle-ci progressivement afin d'en exsuder du liquide à travers la toile,
- Éliminer les premières gouttes,
- Laisser tomber quelques gouttes sur le prisme de mesure du réfractomètre; rabattre le prisme d'éclairage sur le prisme de mesure en le pressant bien contre ce dernier, et procéder à la lecture,
- Amener la ligne divisant les zones claire et foncée de la surface du champ de vision à l'intersection des fils du réticule et lire la valeur de l'indice de réfraction ou le pourcentage en masse de saccharose, selon l'appareil utilisé.
- Si la température de la lecture n'est pas exactement celle à laquelle l'instrument est étalonné, corriger la lecture d'après la table de correction fournie avec l'instrument.
- L'expression du résultat doit se faire en pourcentage de matière sèche soluble ou Brix.

3.6. Acidité titrable

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

Le dosage étant effectué par titration avec des bases fortes (NaOH 0,1N) par virage d'un indicateur coloré (la phénophtaléine).

3.6.1. Réactifs nécessaires

- Solution de soude N/10
- Solution hydro-alcoolique (1/1) de phénolphtaléine à 0.05%.

3.6.2. Mode opératoire

- La burette utilisée est de type Pellet Classe A (fig. 09).
- Peser 10 grammes environ de double concentré de tomate dans un bêcher de 100 ml,
- Transvaser dans une fiole jaugée de 200 ml,
- Ajuster à 200ml avec de l'eau distillée bouillie et refroidie,
- Prélever 50ml de filtrat, les mettre dans une fiole conique,
- Diluer avec 300 à 400ml d'eau distillée bouillie,
- Ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine,
- Titrer avec la soude N/10 jusqu'à changement de teinte.

3.6.3. Expression des résultats

Soit α ml de NaOH N/10 versés pour obtenir le virage (**Boumendjel et al., 2012**).

$$\text{Acidité titrable} = \frac{\alpha \cdot 0,007 \cdot 200 \cdot 100}{50 \cdot P}$$

Selon le règlement :

- L'acidité titrable est exprimée en acide citrique monohydrate :

1 ml NaOH N/10 = 0.07g d'acide citrique hydraté (tab. 04).

Tableau 04 : Les calculs de l'acidité titrable (Boumendjel et al., 2012).

L'acide dominant	Acidité
A. Acétique	0,060
A. Citrique (anhydride)	0,064
A. Citrique (monohydrate)	0,070
A. Lactique	0,090
A. Malique	0,067
A. Tartrique	0,075

L'acide prédominant dans la tomate est considéré comme étant l'acide citrique monohydrate

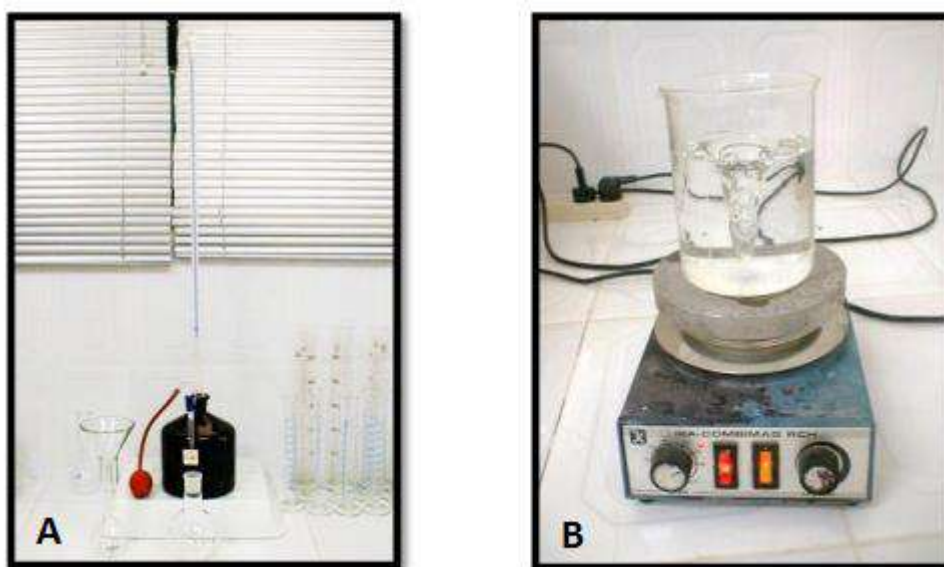


Figure 09 :(A) Burette de Pellet, (B) Agitateur magnétique (CEE, 1764/86).

3.7. Dosage de chlorure

3.7.1. Principe

La prise d'essai est additionnée d'un excès de nitrate d'argent et d'acide nitrique de façon à assurer une précipitation du chlorure d'argent. On titre l'excès de AgNO_3 avec du thiocyanate d'ammonium en l'alun ferrique ammoniacal comme indicateur .

3.7.2. Réactifs :

- Solution N/10 d'AgNO₃
- HNO₃ pur à 36°
- Solution saturée de KMnO₄
- Solution saturée de FeNH₄(SO₄)₂·12H₂O
- Solution N/10 de sulfocyanure d'ammonium

3.7.3. Mode opératoire :

- Peser la prise d'essai dans une fiole conique de 250cm³.
- Y ajouter un volume connu d'AgNO₃ puis 20 ml de HNO₃.
- Faire bouillir doucement sur une plaque chauffante jusqu'à ce que toute la matière solide soit dissoute, ce qui demande 10 à 15 minutes.
- Ajouter par petites portions de KMnO₄, en continuant à faire bouillir après chaque addition, jusqu'à ce que le liquide devienne incolore.
- Ajouter 25ml d'H₂O, et faire bouillir 5minutes puis refroidir, amener à environ 150ml par addition d'H₂O, ajouter 5ml de l'indicateur et titrer avec NH₄CNS N/10, jusqu'à apparition d'une coloration brun clair persistante (CEE, 1764/86).

3.8. La viscosité ou la consistance**3.8.1. Principe**

Les propriétés rhéologiques des aliments déterminent souvent leurs propriétés fonctionnelles (biodisponibilité des micronutriments) et interviennent pendant les traitements (comportement mécanique), pendant l'entreposage (stabilité physique) et au moment de la consommation (texture).

La fabrication de concentré de tomate peut suivre deux procédés différents qui, peuvent être destinées à la production de concentré à viscosité moyenne ou élevée.

La viscosité est une caractéristique en relation avec la teneur des fruits en substances insolubles dans l'alcool : Protéines, Pectines, Polysaccharides. La viscosité de la tomate ne peut être mesurée en unité absolue dans un viscosimètre à rotor ou autre à cause de sa consistance, en effet, elle est l'effet combiné du liquide, matière soluble, insoluble en suspension et pectine, qui contribuent à la consistance générale de la pâte de tomate .

3.8.2. Appareillage

Les mesures de la viscosité sont effectuées grâce au viscosimètre de Bostwick, (fig. 10) spécialement conçu pour les denrées alimentaires qui détermine la consistance des matériaux visqueux et fluides de comportement intermédiaire entre les corps de Bingham et les fluides pseudo-plastiques. Il détermine leur consistance par mesure de la distance parcourue sous leur propre poids dans un temps donné (Boumendjel et al., 2012).



Figure 10: Consistomètre de Bostwick (Boumendjel et al., 2012).

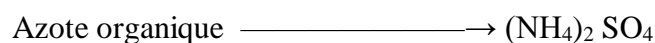
3.8.3. Mode opératoire

- Une certaine quantité de double concentré est diluée dans un bêcher à 12,5%.
- Elle est chauffée pendant 10 minutes puis on y rajoute de l'eau distillée.
- La température doit être à $25 \pm 1^\circ\text{C}$.
- La libération instantanée de la substance retenue dans le compartiment échantillon par pression sur la gâchette de la guillotine, permet de mesurer la distance parcourue en quelques secondes ((FAO, 1987) (Codex Alimentarius STAN, 1981).

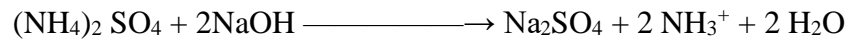
3.9. Le taux de protéine (Méthode de KJELDAHL)

3.9.1. Principe

Lors de la minéralisation à l'acide sulfurique concentré, les composés organiques sont oxydés jusqu'au stade CO_2 et H_2O . L'azote libéré sous forme ammoniacale se lie à l'acide sulfurique donnant du sulfate d'ammonium. Le processus est activé grâce à l'utilisation de catalyseurs chimiques : tels que $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ou du Sélénium.



L'ammoniac formé est libéré du sulfate en utilisant une base telle que l'acide borique (NaOH), il est distillé et récupéré dans une quantité déterminée d'HCl 0.1N ou H₂SO₄ à 0.1N.



La teneur en protéine est obtenue en multipliant la quantité d'azote par un coefficient de conversion égal à 5,7 pour les protéines renfermant 17,54% d'azote et par 6,25 pour les protéines renfermant 16% de protéines. Pour les produits d'origine végétale non céréalière le coefficient utilisé est de 6,25.

3.9.2. Appareillage

- Équipement courant de laboratoire,
- Minéralisateur de type BÜCHI Digestion unit K-435 à 12 postes de deux blocs,
- Distillateur BÜCHI,

3.9.3. Mode opératoire

- Peser une certaine quantité de l'échantillon de DCT et l'introduire dans le matras (fiolle) du minéralisateur,
- Ajouter une pincée de catalyseur : Sélénium,
- additionner de 13ml de concentré d'aide sulfurique H₂SO₄,
- Le matras (fiolle) est soumis à une minéralisation complète (La minéralisation est réalisée dans un matras à col long)
- Après refroidissement, addition d'eau distillée (50ml) on ajoute 25ml d'acide borique et de la phénolphtaléine comme indicateur coloré,
- Passer l'échantillon au distillateur,
- L'ammoniac est distillé par addition de NaOH à 30%,
- L'échantillon est récupéré après augmentation de 150ml du volume initial,
- Titrer à l'acide sulfurique 0.1N,

3.9.4. Expression des résultats :

$$T (0.1 \times 14.008) F$$

$$\text{La quantité d'azote N\%} = 14,008 \times 100$$

$$P \times 1000$$

T : titre de l'acide chlorhydrique en ml

0.1 : normalité de l'acide chlorhydrique

14,008 : constante ou facteur de correction de la solution d'acide chlorhydrique

F : facteur de conversion de l'azote en protéine

P : prise d'essai en mg

3.10. Le lycopène (Dosage spectrophotométrique)

La détermination du taux de lycopène à 502nm, à l'aide d'un spectrophotomètre est plus fiable que la mesure de la couleur rouge par chromatométrie qui est corrélée au taux de lycopène. A cette longueur d'onde, le lycopène absorbe à 90%, alors que le β -carotène n'absorbe qu'à moins de 10%.

La mesure du lycopène est difficile en raison de sa sensibilité à la lumière, à l'oxygène, aux métaux et aux acides forts. Il est donc recommandé que les frits métalliques soient remplacés par les frits non-métalliques, et que les mesures soient réalisées à l'abri de la lumière.

L'ajout des antioxydants dans les solvants, comme l'ammonium d'acétate dans la phase mobile rend un meilleur taux de lycopène et n'interfère pas avec le dosage de la molécule de terpène.

3.10.1. Mode opératoire

- Préparer une solution mère de DCT à raison de 0,2%,
- Prélever 50 ml de cette solution dans une fiole,
- Additionner 25 ml d'éther de pétrole à 2.5% de BHT,
- Mélanger mécaniquement et laisser décanter dans un ballon,
- Filtrer et mesurer l'absorbance à 502nm (**Boumendjel et al., 2012**).

3.10.2. Expression des résultats

La quantité de lycopène

$ne = \text{Absorbance} \times E_{1\%}^{1\text{cm}} \times \text{dilutions} / \text{Prise d'essai}$ (**FAO, 1987**).

3.11. L'acide ascorbique (Méthode de Tillmanns (1932))

Méthode titrimétrique au 2,6-dichloro-phénol-indophénol

3.11.1. Principe

L'acide ascorbique s'oxyde facilement, surtout en milieu alcalin, en acide déhydro ascorbique. L'action réductrice de l'acide ascorbique sert de base à la détermination chimique du composé ; dans la plupart des tissus animaux et végétaux, c'est la seule substance qui manifeste cette activité réductrice en milieu acide. A pH acide, l'acide ascorbique décolore le 2,6-dichloro-phénol-indophénol, la réaction est quantitative et permet une micro détermination de l'ascobémie. Les acides ascorbiques et déhydroxyascorbiques sont aussi dosés par formation d'hydrazones avec la 2,4-dinitro-phenyl-hydrazine.

Le produit à examiner, peut-être simplement dilué avec de l'acide métaphosphorique et d'acide acétique ou bien on extrait la vitamine C au moyen d'une solution d'acide oxalique. La solution acide est alors titré au DCPIP jusqu'à apparition d'une coloration rougeâtre ou rose saumon.

3.11.2. Réactifs

- Solution d'acide oxalique à 2%
- Solution d'acide ascorbique à 1g/l
- préparation de DCPI

3.11.3. Mode opératoire

- Une certaine quantité de DCT est dilué afin d'obtenir une suspension d'un Brix équivalent à celui du fruit de tomate.
- Cette solution est additionnée à volume égal d'une solution à 1% d'acide oxalique, puis filtrée.
- à 50ml du filtrat sont recueillis et sont directement titrés contre une solution étalon d'acide ascorbique à 1g/l.

4. Analyses microbiologiques de la tomate en conserve

Les conserves sont des denrées alimentaires d'origine animale ou végétale, périssable, mais dont la conservation est assurée par l'emploi combiné :

➤ D'un conditionnement dans un récipient étanche aux liquides et aux gaz pour toute

Température < 55 °C.

➤ D'un traitement par la chaleur qui vise :

- De détruire ou d'inhiber totalement les enzymes qui pourraient agir sur le produit
- De détruire ou d'inhiber totalement les micro-organismes ou leurs toxines.
- Ainsi traitées, les conserves sont des denrées pouvant se conserver longtemps puisqu'il n'y a aucun élément susceptible de les altérer.
- Elles doivent rester stables pendant au moins 8 jours à 37°C et même 8 jours à 55 °C pour les conserves destinées aux pays chaud.

4.1. Techniques de prélèvement et de préparations des échantillons

4.1.1. Prélèvement et Préparation

La solution mère est préparée dans des conditions aseptiques à partir d'un échantillon de 25g de produit (tomates concentrées) et homogénéisée avec 225ml d'eau distillée. La solution mère est considérée comme la 10^{-1} .

4.1.2. Préparation des dilutions décimales

Les dilutions sont effectuées en cascades à partir de la solution mère 10^{-1} . Elles sont en fonction de la nature du produit et varient entre 10^{-1} et 10^{-5} afin de faciliter le dénombrement (fig.11).



Figure11 : Préparation de la Solution mère (4).

4.1.3. Le contrôle de stabilité

Il s'agit d'un contrôle simplifié permettant l'analyse du plus grand nombre d'échantillon. Le contrôle de stabilité a fait l'objet d'une normalisation par l'AFNOR :

- La norme **NF V 08-402** concernant le contrôle de stabilité des conserves de pH inférieur à 4.5.
- Le contrôle consiste à soumettre un échantillon de la conserve à un étuvage puis à vérifier que cette incubation n'a pas apporté de transformations notables par rapport à un témoin non étuvé.

4.1.4. L'étuvage

On choisit pour l'étuvage des conserves dont l'emballage est normal, ne présentant aucun défaut apparent ni bombement ni fuites ni flocage. Selon le **JORA N° 35 de 27 Mai 1998**, ce test consisté à :

- Prendre 3 boîtes de la même série, la première comme un témoin à la température ambiante (20 à 25 °C), la deuxième étuvé à 37° C et la troisième, étuvé à 55° C.
- Laisser les boîtes 7 jours dans leur étuve.
- Le 8ème jour, le pH des boîtes étuvées est comparé à celui du témoin, plus la variation est de 0.5 unités, le pH indique la présence d'une activité bactérienne.

4.1.5. Examen après étuvage (NF V 08-402)

Lorsque le délai d'incubation est écoulé, les conserves sont stabilisées à température ambiante. On examine ensuite :

- **L'aspect de l'emballage**, on notera la présence éventuelle de bombement, de fuites ou de flocages.
- **Examen du produit** (odeur, couleur...) mais sans goûter.
- **Le pH** : sur le produit directement s'il est homogène, sur un broyat dans le cas où le produit est hétérogène.
- **La variation de la flore microbienne** : Le rapport du nombre de micro-organismes dénombrés dans les boîtes étuvées et dans les boîtes non étuvées (témoins) doit être inférieur à 100 UFC.

4.2. Les méthodes d'analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques sont un moyen d'investigation influent en matière de contrôle de la qualité et de la répression des fraudes, puisqu'elles permettent de révéler la présence ou l'absence de microorganismes pathogènes et/ou de leurs toxines (**Guiraud, 1998**).

4.2.1. Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux

a. Mode opératoire

- A partir des dilutions décimales, porter aseptiquement une quantité de 1ml (20 gouttes) au fond des boîtes de pétrie vides, préparées et numérotées à l'avance pour cet usage.
- Ensuite, ensemencement en masse 1ml de chaque dilution dans le milieu PCA préalablement fondue dans un bain-marie puis refroidie à 45°C (fig. 12).

- Faire des mouvements circulaires de va-et-vient ou de forme huit (8) pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée.
- Laisser solidifier sur la paillasse.
- Incuber les boîtes préparées couvercles en bas, dans l'étuve à 30 °C pendant 72 h avec :
 - Première lecture à 24 heures.
 - Deuxième lecture à 48 heures.
 - Troisième lecture à 72 heures.

Le nombre de microorganisme est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Nombre de germes} = \Sigma c / Vx (n_1 + 0.1n_2) \times D$$

- ✓ **N** : nombre d'UFC par gramme ou par ml de produit initial ;
- ✓ **Σ colonies** : Somme des colonies des boîtes interprétables ;
- ✓ **V (ml)** : volume de solution déposée (1 ml) ;
- ✓ **n1** : nombre de boîtes considérées à la première dilution retenue ;
- ✓ **n2** : nombre de boîtes considérées à la seconde dilution retenue ;
- ✓ **D** : facteur de la première dilution retenue.

b. Lecture

Après la période d'incubation spécifiée, déterminez quelles boîtes contiennent des colonies des formes lenticulaires. Si nous remarquons une invasion rapide des colonies dans des boîtes, comptez les colonies après 24 heures, puis à nouveau jusqu'à 72 heures (**NF V 08-011**).

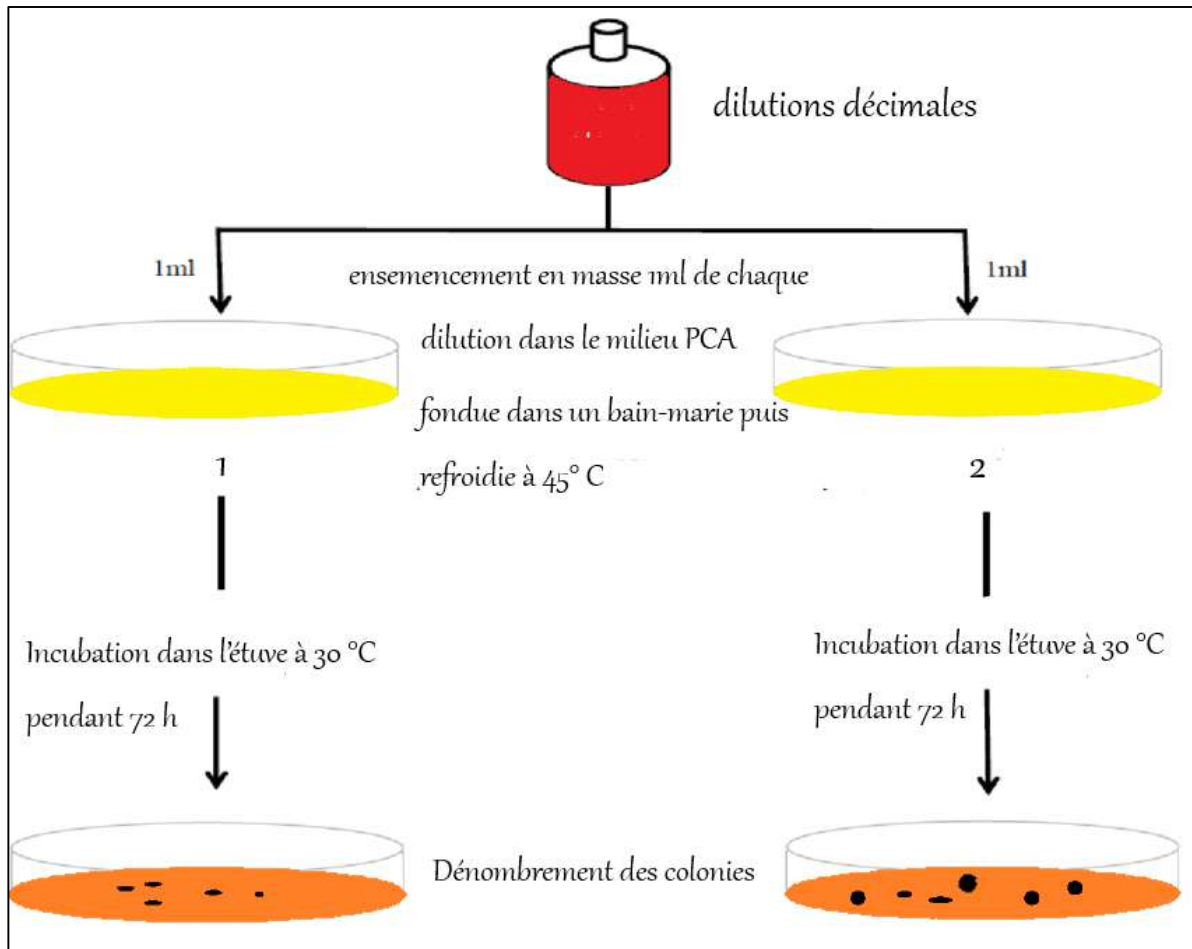


Figure 12: Recherche et dénombrement des germes aérobies mésophiles totaux. (NF V 08-020, ISO 7251).

4.2.2. Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux

Le coliforme est une entérobactérie fermentant le lactose à 30°C avec production de gaz. Les coliformes thermo tolérants (fécaux) sont des coliformes qui fermentent le lactose à 44°C. Les coliformes sont recherchés dans les aliments car ils sont de bons marqueurs de l'hygiène fécaux.

a. Mode opératoire

On utilise un milieu gélosé (VRBL) pour la recherche et le dénombrement des coliformes totaux et fécaux (fig. 13). La présence simultanée de cristal violet et de sels biliaires assure l'inhibition des bactéries à Gram positif.

- A partir des dilutions décimales, porter aseptiquement une quantité de 1 ml (20 gouttes) au fond des boîtes de pétrie vides et stériles, préparées et numérotées à l'avance.

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

- Coliformes totaux à 37°C pendant 24h.
- Coliformes fécaux à 44°C pendant 24h.
- Compléter ces boites avec une quantité d'environ 20 à 15 ml de gélose VRBL fondu puis refroidie à 45°C.
- Maintenir ensuite, une agitation délicate en utilisant des mouvements circulaires de va-et-vient en forme 8 pour bien mélanger la gélose à l'inoculum.
- Laisser le milieu 10 minutes sur la paillasse pour se solidifier, puis couler à nouveau environ 5 ml de la même gélose ; pour éviter toutes sortes de contaminations.
- L'incubation se fait 37°C pendant 24h pour la recherche et dénombrement des coliformes totaux et le dénombrement des coliformes à 44°C pendant 24h pour coliformes thermo tolérants (fécaux).

b. Lecture

Toutes les colonies rouges foncées d'un diamètre minimal de 0.5 mm sont considérées comme étant des coliformes (NF V 08-020, ISO 7251).

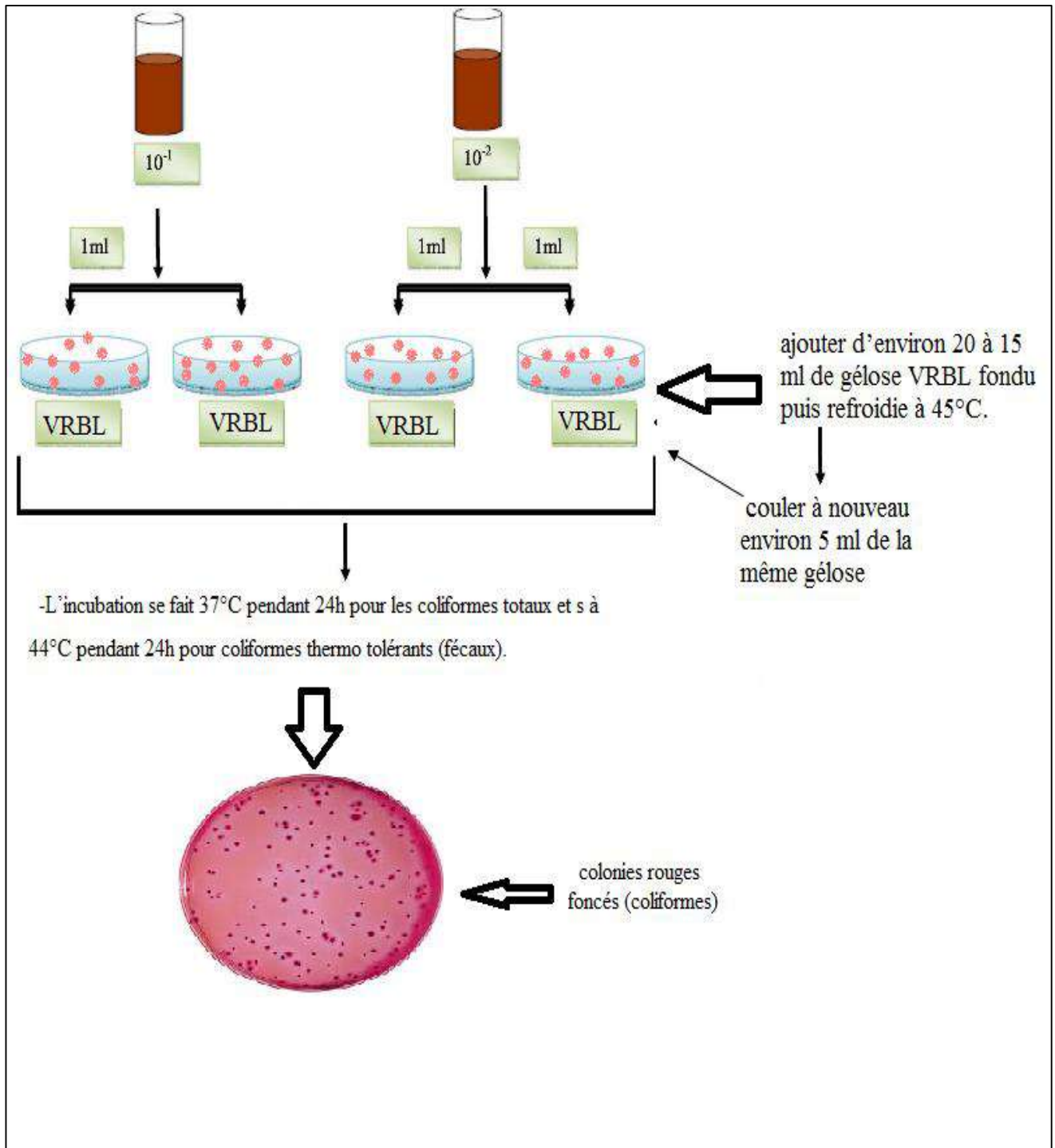


Figure 13 : Recherche et dénombrement des coliformes totaux et fécaux(NFISO4832) .

4.2.3. Recherche des streptocoques fécaux

Les streptocoques sont des témoins de contamination fécale assez résistant y compris dans les milieux salés. Ils peuvent aussi se multiplier dans les milieux présentant des pH allant jusqu'à 9.6, on peut par conséquent les utiliser comme indicateurs d'organismes pathogènes qui ont une résistance similaire au pH élevé.

a. Mode opératoire

- Leur recherche se fait sur le milieu Rothe répartie dans des tubes à essai (fig. 14).
- A partir des dilutions, porter aseptiquement :
- 3 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe D/C.
- 3 fois 1ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe S/C.
- 3 tubes contenant 10 ml de milieu Rothe S/C.
- Bien mélanger et l'inoculum puis incubé à température de 37°C pendant 24h à 48h.
- Le test est noté positif quand il y a apparition d'un trouble microbien dans le milieu Rothe.
- Test de confirmation Si le test de présomption est positif, un repiquage sur milieu Eva Litsky est effectué.
- L'incubation des tubes est réalisée à 37°C pendant 24h.

b. Lecture

Le test positif se traduit par :

- Trouble microbien est une pastille violette (blanchâtre) ; il y a au moins présence d'un streptocoque fécale.

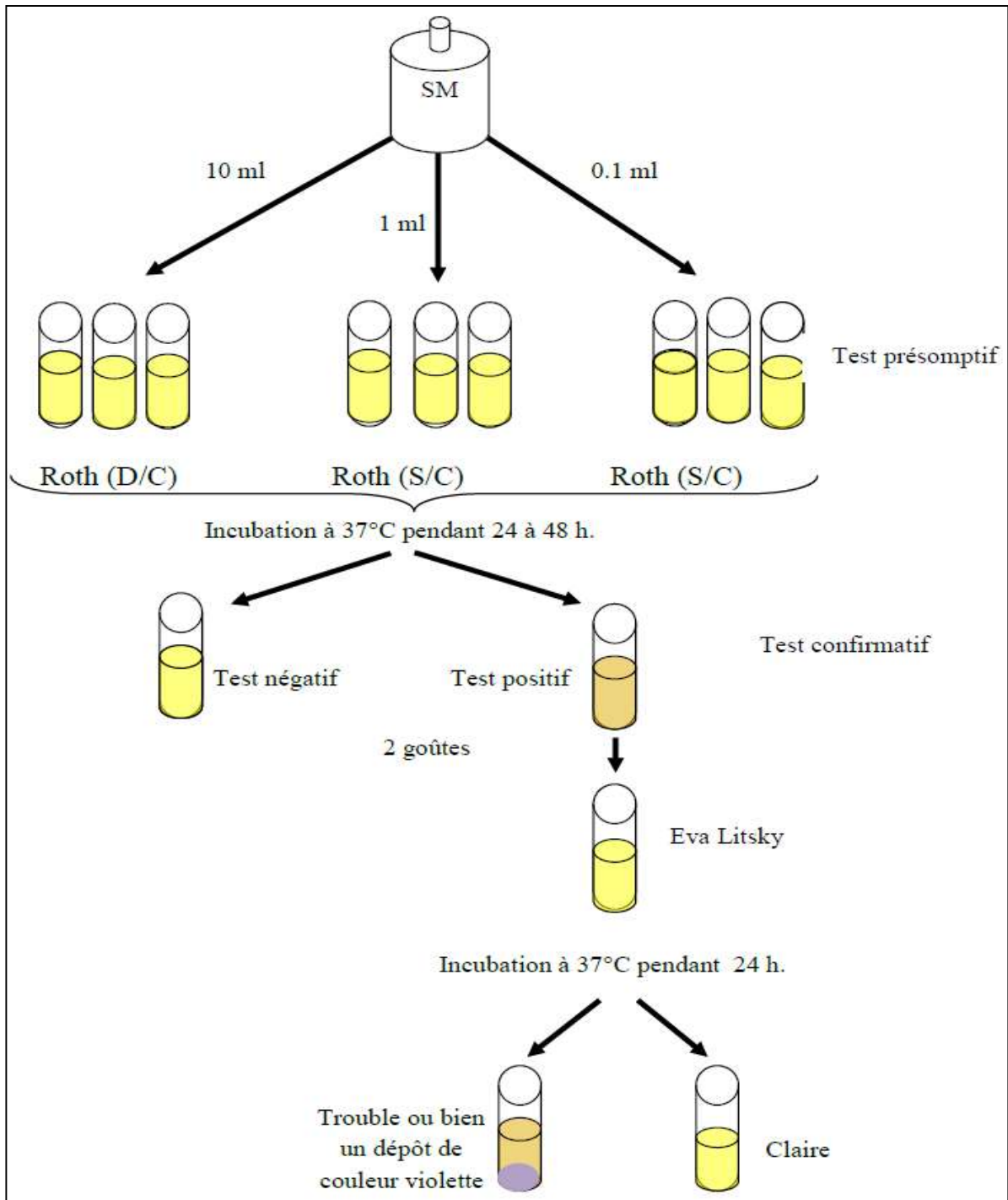


Figure 14: Recherche et dénombrement des streptocoques fécaux (NF EN ISO 7899-1).

4.2.4. Recherche et dénombrement des spores de *Clostridium* sulfito-réducteurs

Les clostridium sont des bactéries sporulées sulfito-réducteurs fermentent le lactose avec production de gaz. Leur recherche se base sur la croissance sur un milieu sélectif muni De sodium et d'alun de fer, qu'il est réalisé sur la gélose Vande Foie (VF) (fig. 15).

Les clostridium réduisent les sulfites de sodium en sulfites de fer.

a. Mode opératoire :

- A partir les dilutions décimales introduire 25 ml dans un tube stérile placer celui-ci dans un bain d'eau à 80°C pendant 10 mn dont le but de détruire les formes végétatives de ces bactéries éventuellement présentes.
- Après chauffage, refroidir immédiatement le tube sous l'eau de robinet.
- Répartir ensuite le contenu de ce tube, dans 4 tubes différents et stériles, à raison de 5 ml par tube.
- Ajouter environ 18 à 20 ml de gélose Viande Foie fondue puis refroidir à $45 \pm 1^\circ\text{C}$, additionnée ensuite d'une quantité de 0,5 ml de la solution de sulfite de sodium et 4 gouttes de la solution d'alun de fer. Mélanger doucement le milieu et l'inoculum en évitant d'introduire des bulles d'air.

Laisser solidifier sur paillasse pendant 30 minutes environ, puis incubé à 37°C, pendant 24 à 48 heures.

b. Lecture

Le dénombrement se fait pour toute colonie noir entourée d'un halo noir exprimée en nombre de spore.

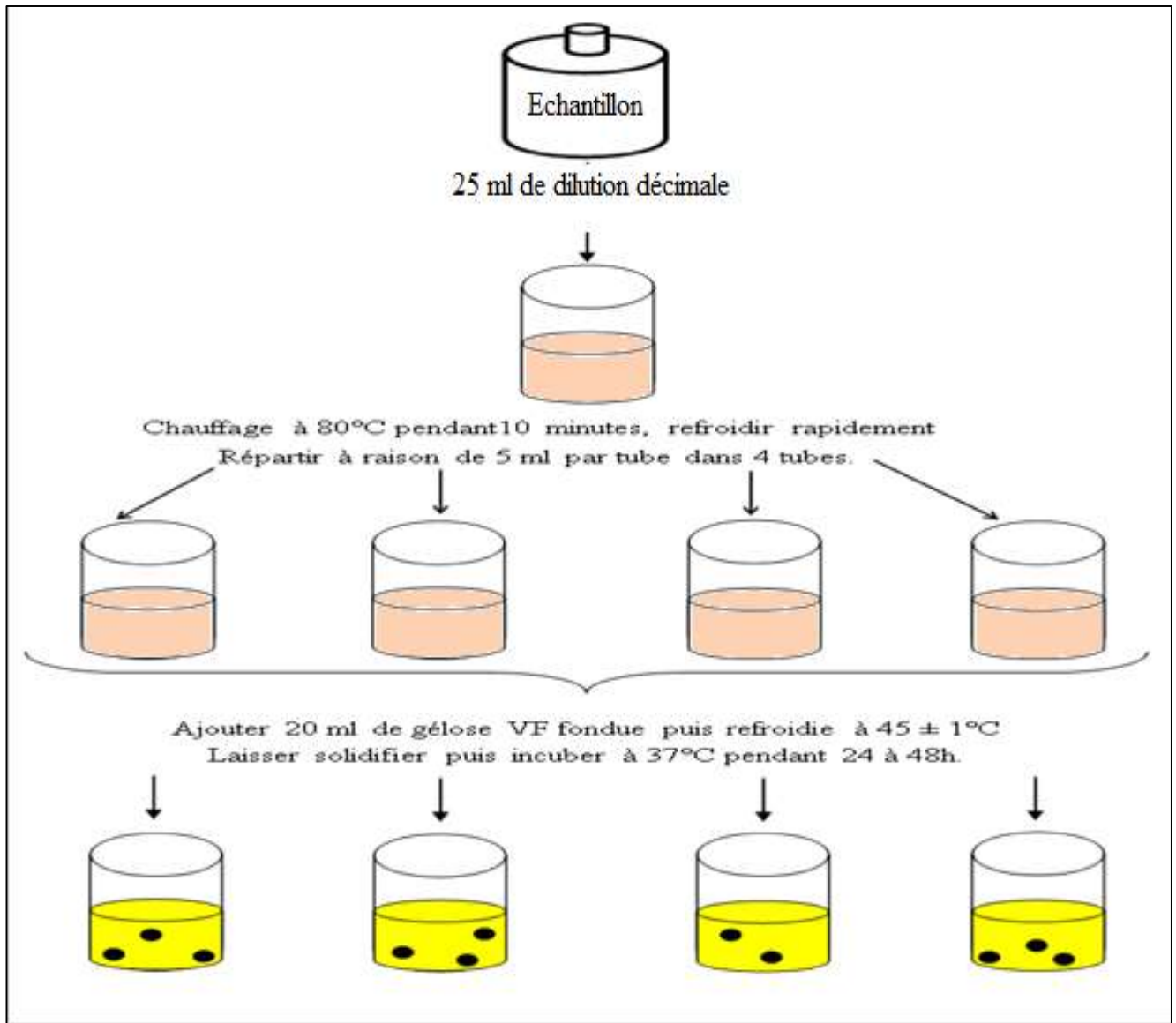


Figure 15: Recherche et dénombrement des spores de *Clostridium* sulfito-réducteurs (NF EN ISO 7937).

4.2.5. Recherche des salmonelles

Les salmonelles sont des bâtonnets mobiles, Gram (-), aérobies et facultativement anaérobies. Elles fermentent le glucose, le maltose et le mannitol, avec production de gaz, elles réduisent le sulfite en sulfure et décarboxylase la lysine.

L'identification d'entérobactéries pathogènes repose sur le non utilisation des glucides présents dans le milieu.

La gélose Hektoen est un milieu d'isolement des *Salmonelles* et des *Shigelles* qui sont des entérobactéries pathogènes.

- **Prés-enrichissement** : consiste à introduire 25 ml d'échantillon dans un flacon contenant 100 ml de milieu B.L.M.T (bouillon lactose « mannitol » tamponne) + additif B.L.M.T, après homogénéisation, il est incubé pendant 24h à 37°C.
- **Enrichissement** : qui s'effectue sur bouillon à la salinité de sodium (S.F.B). A partir du milieu de prés enrichissement, 1 ml est repris dans 10 ml de milieu sélectif (S.F.B). Le tube est incubé à 37°C pendant 24 heures, le but de cette étape est d'éliminer au maximum les autres germes et de garder que les germes appartenant au genre Salmonella.
- **L'isolement des salmonelles** : est réalisé sur gélose Hektoen (Fig. 16), dans le cas où le test d'enrichissement est noté positif, puis incubé à 37°C pendant 24 heures.

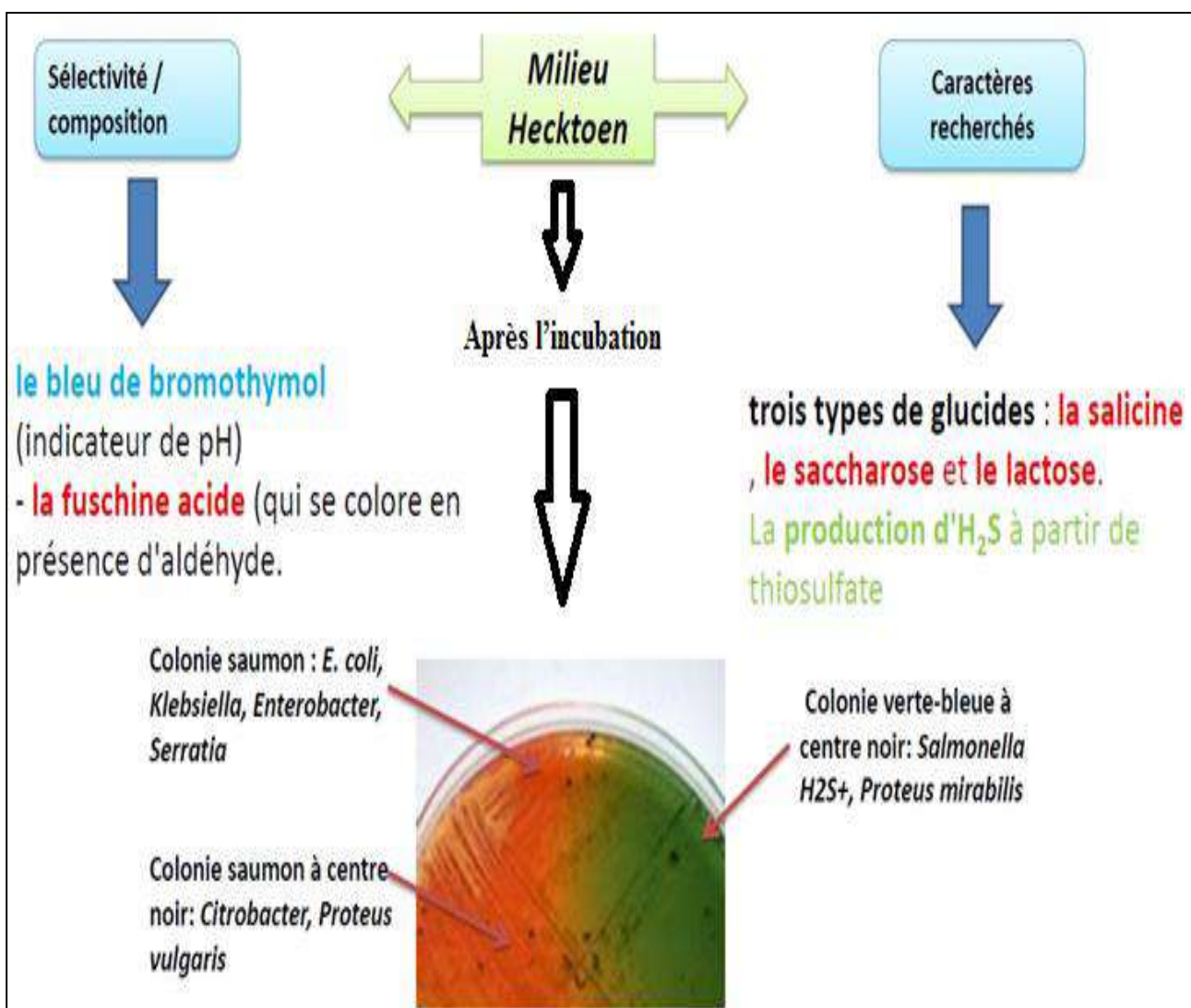


Figure 16 : Isolement et dénombrement *des salmonelles*. (NF ISO/TS 6579-).

4.2.6 Recherche des *Staphylococcus aureus*

La mise en évidence de *Staphylococcus aureus* est réalisée sur le milieu sélectif des *staphylococcus* à coagulase positive et en particulier de *Staphylococcus aureus*.

- **Enrichissement** : A l'aide d'une pipette pasteur, ensemencement par étalement de l'échantillon sur un milieu gélosé Baird-Parker, puis incubé pendant 18 à 24 heures à 37°C (Fig. 17).
- **Isolement**: est réalisé sur gélose Chapman (fig. 18). Les colonies pigmentées en jaunes et mannitol (+) sont des *S.aureus*.

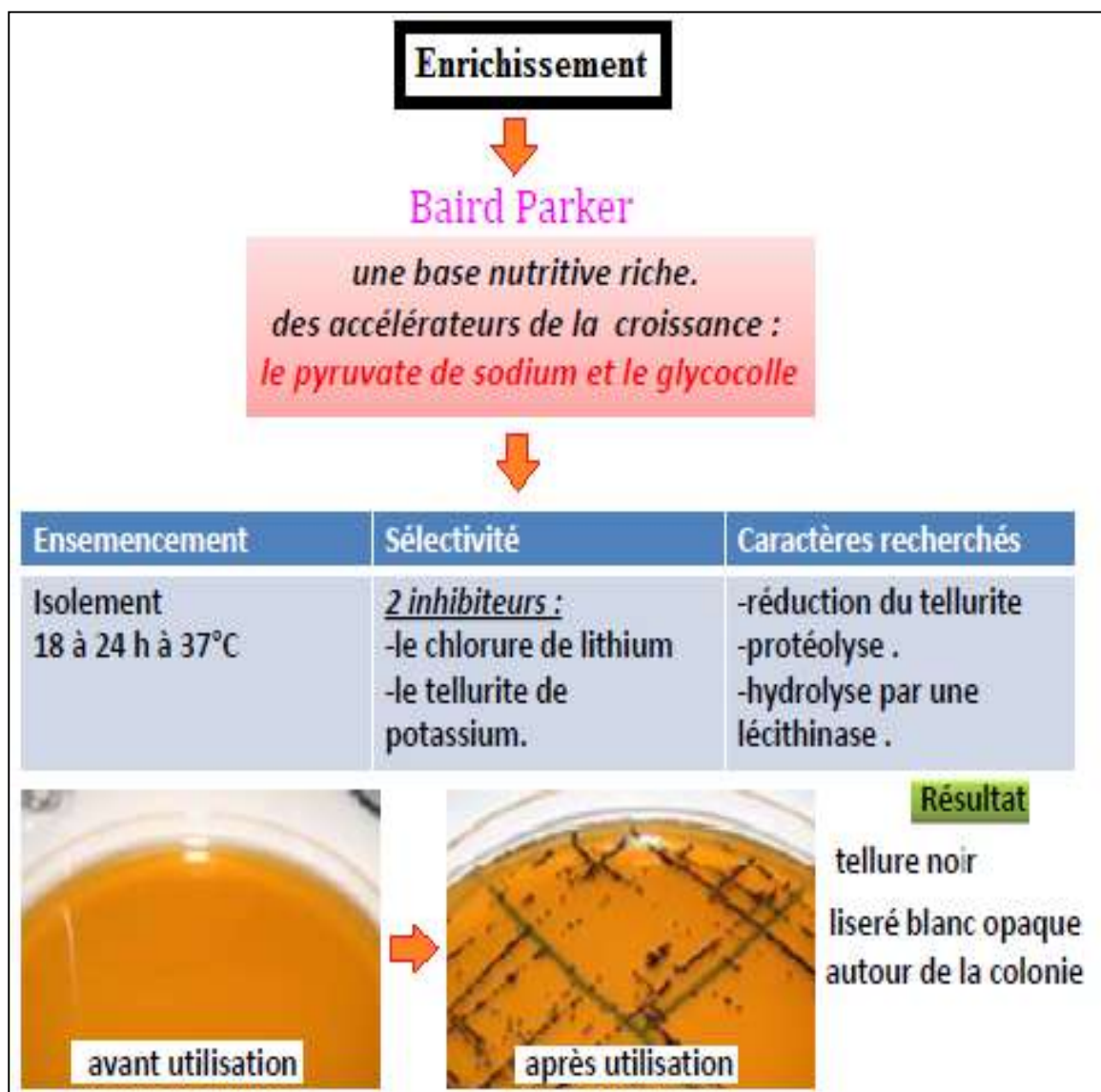


Figure 17: Enrichissement des *Staphylococcus aureus* (NF ISO/TS 6579-2).

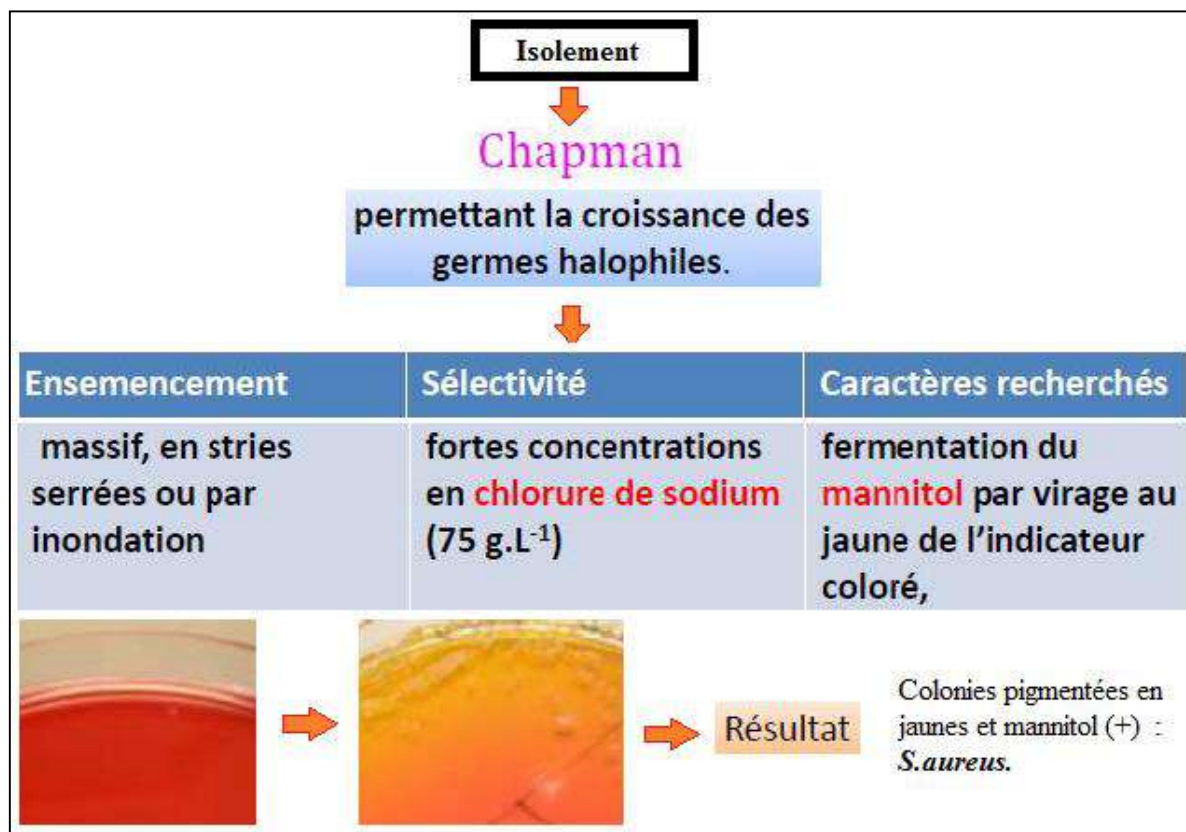


Figure 18: Isolement des *Staphylococcus aureus* (NF ISO 6888).

4.2.7. Recherche et dénombrement des levures et des moisissures

Le milieu sélectif utilisé doit renfermer une substance inhibant le développement des bactéries. Ce milieu est la gélose glucosé à l'oxytétracycline (OGA).

a. Technique

On étale 0.1ml de la suspension mère et des dilutions décimales de produit à analyser sur la surface de la boîte de Pétri contenant le milieu sélectif (OGA); et l'incubation se fait à 25°C pendant 5 jours.

b. Résultats

- Les moisissures se présentent en colonies ayant un aspect velouté.
- Les levures se présentent en colonies semblables à celles des bactéries mais plus brillantes et rondes.

Conclusion

Conclusion

Dans un établissement agroalimentaire la priorité doit toujours être mise sur les problèmes de qualité, d'hygiène et de salubrité. Il est donc important pour cette industrie de sauvegarder les nutriments tout au long des étapes de transformation mécanique et thermique en prenant en compte leur impact éventuel sur la qualité nutritionnel du produit.

Les micronutriments présents dans ces aliments constituent un apport important de vitamine pour le corps humain, l'organisme dispose d'un certain nombre de moyens enzymatique pour lutter contre des agressions des radicaux libre ; mais l'alimentation joue un rôle clé en lui fournissant un vaste ensemble d'antioxydants ce sont d'tocophérols, vitamine C, les d'tocophérols, vitamine E, les caroténoïdes, la vitamine C et les poly phénols, tous ont une grande importance dans la protection des graisses contre l'oxydation

Alors que grâce à cette recherche, il a été constaté que le législateur algérien a obligé et défini les normes nécessaires pour les conserves de tomates, et cela pour protéger le consommateur, en particulier les normes physiochimiques, comme l'évaluation de certains paramètres qui ont une incidence sur la qualité tels que protéines sucres réducteurs, brix, acide ascorbique, lycopène alpha tocophérol et viscosité bostwiek. Ainsi que les critères microbiologiques par lesquels le consommateur est protégé contre les intoxications alimentaires et les maladies bactériennes, en particulier les salmonelles.

Enfin, chaque fabricant et producteur de tomates transformées doit effectuer les analyses préalables nécessaires pour garantir et la qualité du produit final avant de le proposer sur le marché au consommateur.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- **Anonyme. (1998).** Le centre nationale de contrôle de qualité et de l’emballage .CASQUE .vol N 03-318 P 1-19.
- **Blancard, D. (2009).** Les maladies de la tomate, identifier, connaître, maîtriser .paris, P20, ISBN 978-2-7592-0329-1.
- **Brown, G. (1959).** le problème de la qualité des produits agricoles : économie rurale N°39- ‘à .économies française 1938-1958.P95.102.
- **Bennacer, L. ; Cherrad, S. (2018).** Production et transformation de la tomate industrielle dans le bassin de Guelma : une filière en développement .sciences et technologies, science de la terre, 71-79.
- **Bouزيد, A. ; Bedrani, S. (2013).** La performance économique de la filière tomate industrielle en Algérie. le cahier du CREAD, 103, 85-105.
- **Boumendjel, M. ; Feknous, N.** brochure de TP. conserves alimentaire DCT.F snv .Tarf P7.
- **Boumendjet, M. ; Houhamdi, M. ; Samar, M. ; Sbég, H. ; Boutebba, A. ; Soltane, M. (2012).** Effets de traitement thermique d’appertisation sur la qualité biochimique, nutritionnelle et technologique du simple, double et triple concentré de tomate. science et technologie, Biotechnologie, (36), 51-59.
- **Bechraa, B. ; Khanfri, A. (2013).** Etude de la qualité physicochimique et biotechnologique des eaux de rejets industriels cas de conserve Amor ben Amor Guelma, mémoire Master, Guelma, page 15_ 19.
- **Blancard, D. (1996).** Maladies de tomate fruit, 3(51), 203.
- **Commission du codex alimentaires** ‘ programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaire.
- **Coll. (2006).** Agradok Wageningen, P105 ; 3ème édition.
- **Cotte. (2000).** Etude de la valeur alimentaire de pulpe de tomate chez les ruminants .thèse pour obtention de grade de docteur vétérinaire .université chaude Bénard de Lyon 1, P135.
- **FAO, 2009.**
- **Goloubiev, C. (1088).** Traitement par membrane de pulpe e tomate Inde, P923-932, édition N03.
- **Gosse. (1973).** Tomato paste and other tomato products .London, P270, 2nd Edition.

Références bibliographiques

- **Guiraud, J. (1998).** Microbiologie alimentaire. Ed DUNO, Paris .p4-152, ISBN : 2-10-003666.
- **Horri, K. ; Dahane, A. ; Maratong, M. (2015).** Problématique de développement des industries agroalimentaire en Algérie. vol 11.N3 .P216-217.
- **Hercberg,S. ; Galan , P. ; Preziosi,P. ; Bertrais ,S. ; Mennen ,L. ; Malvry,D. ; Roussel,A. ; Favier,A. et Briancon , S. (2004).**The SM.VI.MAX study : arandomized , placebo-control ledtrail of the Health effects of antioxydants vitamines and mineral sarchIntem Med , 164, 2335-2342 .
- **ISO 9000 : 2005**
- **Kambale valimunzigha, C. (2006).** étude de comportement physiologique et agronomique de la tomate (solanum lycopersicum) en réponse à un stress hydrique précoce (Doctoral dissertation, UCL-université catholique de Louvain).
- **Lassina, F. ; Horteuse, A. ; François, N. ; Douda, K. (2013).** Evaluation de neuf variétés de tomate par rapport au flétrissement bactérien et à la productivité dans le sud de la cote d'Ivoire. international journal of biological and chemical sciences, 7 (3), 1078- 1086.
- **Laurent, B. (2015).** Tomates et Concombres de France, 31P.
- **MTCTH. (2009).** Magazine Trimestriel du centre technique horticole de Gembloux .N27juin 2009.
- **Moresi, L. (1982).** Economic study of tomato paste production .vol N 17, P177-199.
- **Norme française NFV 08-402 :** Microbiologie alimentaire conserves à Ph inférieure à 4,5 – contrôle de la stabilité à 32 c°.
- **Norme française NFV 08-011** Microbiologie directifs générales pour le dénombrement des micro-organismes par pourcentage des colonies à 32C°.
- **NFV08-020 :** reprenant la norme ISO 7251.
- **NF en ISO 7937 :** Dénombrement de clostridium sulfito-réducteurs.
- **Naika, S. ; Jeue, J. ; Goffau, M. Hilmi, M. ; Vandam, B. ; et Florigin, A. (2005).** La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation. publiée par Agromisa foundation, France, p06, ISBN 90-8573 -04-9.
- **Norme codex pour les tomates (codex STAN 293-2008).**
- **Paul, A. ; Valère, D. ; Lucie, A. ; Abderahim, D. et Guy, A. (2015).**Technologie de production simultanée de purée et du jus de tomate. Vol 9.n 05.P2468-2476.
- **Règlement CEE n° 1764/86 de la commission du 27 Mai 1986.** fixant des exigences minimale de qualité pour les produits à base de tomate – document 386 R1764.

Références bibliographiques

- **Tout sur les légumes** : l'encyclopédie visuelle des aliments, canada, académie culinaire (Montréal, Québec) université Laval, institut des nutraceutique et des aliments fonctionnels, (2013), 216P.
- **Vierling, E. (1998)**. Technologie et aspect alimentaire des aliments, P 89 -119 , édition 2704060818-3.

Sites web :

- (1) : Sonito – Fr/ page .php ?thème = 2& class=14
- (2) : AMOR ben Amor – groupe .com. / CAB.html.
- (3) : Microbiologie alimentaire .cours STP.
- (4) : I azzourane .microbiologie alimentaire .cours STP. ‘ F snv’ .bouira page 1-7.
- (5) : cahier technique 2 : Technique de contrôle microbiologique.

Résumés

Résumé

La tomate est un des légumes les plus cultivés et consommés au monde à cause de sa valeur nutritionnelles (sa richesse en vitamine, Minéraux, des antioxydants, glucides) soit à son état frais ou sous forme de concentré de tomate. Il faut protéger ces valeurs nutritionnelles au cours de transformation de ce légume à travers les analyses physico-chimique et microbiologique. Cette étude théorique vise à mettre en évidence les lois en vigueur et les normes en Algérie en matière de contrôle de la qualité des tomates en conserve, à travers des analyses physiques et chimiques et des critères microbiologiques stipulés au Journal Officiel de la République Algérienne. Le suivi et la réalisation de ces analyses sont nécessaires pour assurer la qualité du produit d'une part, et pour maintenir la sécurité et la santé du consommateur d'autre part. De manière générale, la garantie d'un produit répondant aux spécifications d'exportation dans le cas où l'autosuffisance serait atteinte pour ce matériau largement consommé localement.

Mots clés : Concentré de tomate, analyses physico-chimiques, analyses microbiologiques, normes algériennes.

Abstract

The tomato is one of the most cultivated and consumed vegetables in the world because of its nutritional value (its richness in vitamins, minerals, antioxidants, carbohydrates) either in its fresh state or in the form of tomato paste. These nutritional values must be protected during processing of this vegetable through physico-chemical and microbiological analyzes. This theoretical study aims to highlight the laws in force and the standards in Algeria in terms of quality control of canned tomatoes, through physical and chemical analyzes and microbiological criteria stipulated in the Official Journal of the Algerian Republic. Monitoring and carrying out these analyzes are necessary to ensure the quality of the product on the one hand, and to maintain the safety and health of the consumer on the other hand. In general, the guarantee of a product meeting export specifications in the event that self-sufficiency is achieved for this material widely consumed locally.

Keywords: Tomato concentrate, physico-chemical analyzes, microbiological analyzes, Algerian standards.

ملخص

تعتبر الطماطم من أكثر الخضراوات زراعة واستهلاكاً في العالم لقيمتها الغذائية (غناها بالفيتامينات والمعادن ومضادات الأكسدة والكربوهيدرات) إما في حالتها الطازجة أو على شكل معجون الطماطم. يجب حماية هذه القيم الغذائية أثناء معالجة هذه الخضار من خلال التحليلات الفيزيائية والكيميائية والمكروبيولوجية. تهدف هذه الدراسة النظرية إلى تسليط الضوء على القوانين المعمول بها والمعايير في الجزائر من حيث مراقبة جودة الطماطم المعلبة ، من خلال التحليلات الفيزيائية والكيميائية والمعايير المكروبيولوجية المنصوص عليها في الجريدة الرسمية للجمهورية الجزائرية. تعد مراقبة وتنفيذ هذه التحليلات ضرورية لضمان جودة المنتج من ناحية ، وللحفاظ على صحة المستهلك وسلامته من ناحية أخرى. بشكل عام، ضمان تلبية المنتج لمواصفات التصدير في حالة تحقيق الاكتفاء الذاتي من هذه المادة المستهلكة محلياً على نطاق واسع.

الكلمات المفتاحية: مركز الطماطم ، التحاليل الفيزيائية والكيميائية ، التحليلات الميكروبيولوجية ، المعايير الجزائرية.

Annexes

Annexes

Selon le Journal Officiel de la République Algérienne (JORA) :

Tableau 5 : La dénomination de purées de tomate selon leur tenu en résidu sec

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

Tableau 6 : La qualité minimum du produit pour les purées de tomates par rapport aux différentes indications

Désignation de la boîte	Dimensions de la boîte en mm	Contenance totale en cm carré	Qualité minimum de produits en gramme			
			11%	15%	22%	28%
1/12	55*37,5	71	65	70	70	70
1/6	55*68	142	130	135	140	150
1/2	71,5*115,7	425	410	420	430	440
1/1	100*119	850	820	840	860	880
2/1	125*150	1,700	1600	1650	1700	1750
4/1	153*200	3,400	3350	3400	3550	3650
5/1	153*246	4,250	4250	4350	4500	4600

Tableau 7 : La spécification de qualité pour les purées de tomates

Caractère	Spécification
Couleur	Rouge caractéristique de tomates mures
Texture et consistance	Sensiblement homogène, pas de séparation en deux phases (liquide et solide).
Impuretés	présence tolérée d'impuretés naturelles végétales, visibles seulement après examen microscopique attentif. L'examen microscopique, selon la méthode de Howard, ne doit pas révéler la présence de moisissures dans plus de 60% des champs.
Saveur et arôme	Absence de saveurs et d'odeurs étrangères ou anormales, notamment de gout de brûlé' ou de caramel.

Réactifs nécessaires

- Solutions tampons pH = 4,01 et pH =7,00
- Solution de soude/10
- Solution hydro-alcoolique (1/1) de phénolphtaléine à0.05%.
- Solution N/10d'AgNO₃
- HNO₃ pur à36°
- Solution saturée deKMnO₄
- Solution saturée deFeNH₄(SO₄)₂-12H₂O

- Solution N/10 de sulfocyanure d'ammonium
- Solution d'acide oxalique à 2%
- Solution d'acide ascorbique à 1g/l
- préparation de DCPIP