

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur
Université de Guelma
Faculté des Mathématiques et de l'Informatique et des Sciences de la Matière
Département des Sciences de la Matière

17 540. 048

Mémoire de fin d'étude
2^{ème} Année Master LMD



755

OPTION : CHIMIE PHYSIQUE ET ANALYTIQUE

Présenté par :

BOUCHAIR Meriem
BOUCHAIR Wided



SUIVI ANALYTIQUE DE LA TRANSFORMATION DE LA TOMATE EN
CONSERVE

Sous la Direction de :

Pr : MERDES Rachid

.Juin 2011



SOMMAIRE

Chapitre 01

INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	02
1. 1 LA TOMATE	05
1. 2 LES PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES ET PROPRIÉTÉS DE LA TOMATE	06
1. 3 CULTURE	07
1. 4 CULTURE HORS SOL	08
1. 5 LA TOMATE INDUSTRIELLE.....	08
1. 6 L'INDUSTRIE DE LA CONSERVE DE LA TOMATE	09
1. 7 LA CONSERVERIE AMOR BENAMOR (CAB)	10
1. 8 PROCESSUS TECHNOLOGIQUE DE CONCENTRATION DE TOMATE.....	12
1. 8.1 Réception et déchargement	12
1. 8.2 Le lavage et le triage	12
1. 8.3 Le broyage	13
1. 8.4 Le préchauffage	13
1. 8.5 La filtration (Les passoires)	13
1. 8.6 La concentration.....	14
1. 8.7 La pasteurisation	16
1. 8.8 Le remplissage.....	16
1. 8.9 Le sertissage	16
1. 8.10 Stérilisation et refroidissement	17
1. 8.11Le séchage et le conditionnement	17
1. 9 UTILISATION	20
1. 9.1 Alimentation	20
1. 9.2 Goût	20



1. 9.3 Usages	21
1. 9.4 Tomate transformée.....	21
1. 9.5 Conservation.....	22

Chapitre 02

2. 1 DEFINITION.....	24
2. 2 CARACTÉRISATION DES EAUX RÉSIDUAIRES INDUSTRIELLE.....	24
2. 2.1 Différents types de rejets industriels.....	24
2. 2.1.1 Effluents généraux de fabrication ou de procédé.....	24
2. 2.1.2 Eaux des circuits de refroidissement.....	25
2. 2.1.3 Eaux de lavage des sols et machines.....	25
2. 2.1.4 Effluents des services généraux.....	25
2. 3 CARACTÉRISTIQUES DES EAUX USÉES.....	26
2. 3.1 Les paramètres physico-chimiques.....	26
2. 3.1.1 La conductivité.....	26
2. 3.1.2 La température.....	26
2. 3.1.3 Le potentiel d'Hydrogène (pH).....	27
2. 3.1.4 La demande biochimique en oxygène (DBO).....	27
2. 3.1.5 Demande chimique en oxygène (DCO).....	27
2. 3.1.6 Matières en suspension (MES).....	28
2. 3.2 Les normes algériennes de rejet d'effluents.....	28

Chapitre 3

3. 1 ZONE D'ÉTUDES EXPÉRIMENTALES.....	31
3. 2 LES DIFFÉRENTES ANALYSES.....	32
3. 2.1 Le poids	32
3. 2.2 La température.....	32
3. 2.3 Le brix.....	32
3. 2.4 Le pH.....	33

3. 2.5 La couleur.....	34
a. Préparation de l'échantillon.....	34
3. 2.6 La viscosité (Bostwick).....	35
b. Mode opératoire.....	35
3. 2.7 L'acidité.....	35
c. Mode opératoire.....	35
3. 2.8 Le test de stabilité.....	36
3. 3 LES RESULTATS ET LES DISCUSSIONS.....	37
3. 3.1 Contrôle des concentrés de tomate.....	37
3. 3.2 Les analyses physico-chimiques du concentré de tomate (C1).....	37
3. 3.3 Les analyses physico-chimiques du double concentré de tomate local guelmois (DCT).....	39
3. 3.4 Les analyses physico-chimiques du triple concentré de tomate (TCT).....	41
3.5 Les analyse de pH-métrie pour prévention des analyses microbiologiques.....	42
3. 3.6 LES ANALYSES DES EAUX DU REJET.....	43
3. 3.6.1 Les analyses du mois de Mars.....	43
3. 3.6.2 Les analyses du mois d'Avril.....	44
CONCLUSION.....	47

LISTE DES FIGURES :

Figure	page
Figure 01 : Grappe de tomate.....	05
Figure 02 : Tendance de l'utilisation des engrais en Afrique du Nord 1990-2000.....	09
Figure 03 : Transformation de la tomate.....	10
Figure 04 : Diagramme de fabrication conserve de tomate.....	19
Figure 05 : Le site d'action.....	31
Figure 06 : balance électrique.....	32
Figure 07 : réfractomètre.....	32
Figure 08 : pH-mètre.....	33
Figure 09 : colorimètre.....	34
Figure 10 : Consistomètre.....	35

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau	page
Tableau 01 : Contrôle des concentrés avec la soude.....	37
Tableau 02 : analyses physico-chimiques du concentré de tomate.....	37
Tableau 03 : analyses physico-chimiques du double concentré de tomate.....	39
Tableau 04 : analyses physico-chimiques du triple concentré de tomate guelmois.....	41
Tableau 05 : analyses physico-chimiques du triple concentré de tomate chinois.....	41
Tableau 06 : pH du concentré de tomate.....	42
Tableau 07 : pH du double concentré de tomate.....	42
Tableau 08 : analyses physico-chimiques des eaux au mois de mars.....	43
Tableau 09 : analyses physico-chimiques des eaux au mois d'avril.....	44

LISTE D'ABREVIATION :

CAB : Conserverie Amor BENAMOR.

PDSR : Pasteurisation et Désaérateur à Serpentin Rotatif.

USA: United States of América

DCT : Double Concentre de Tomate.

CT : Triple Concentré de Tomate.

TCT : Triple Concentré de Tomate.

Ech : échantillon.

Moy : Moyenne.

pH : potentiel d'hydrogène.

L : Luminosité.

a : rouge.

b : jaune.

a/b : rapport rouge / jaune.

Lyco : lycopène.

B-car : B-carotène.

Chlor : chlorophylle.

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

DBO₅ : Demande Biologique en Oxygène pendant 5 jours.

MES : Matière En Suspension.

Introduction

INTRODUCTION GENERALE :

Le secteur agricole a un rôle très important dans l'économie algérienne, encore que secondaire par rapport aux secteurs pétrolier et industriel[1]. La tomate est une plante annuelle de la famille des solanacées, originaire d'Amérique du sud (Pérou).

C'est l'ingrédient de cuisine le plus consommé dans le monde après la pomme de terre. C'est un légume qui se consomme soit cru, en salade, souvent en mélange avec d'autres ingrédients, ou en jus, soit cuit dans d'innombrables préparations culinaires, et qui se prépare à partir de produits frais ou transformés industriellement en conserves ou surgelés, sous forme de purée, de concentré, de condiment, de sauces et de plats préparés. Elle constitue une source alimentaire riche en minéraux et en vitamines, particulièrement en vitamines A et C.

Son importance biologique est démontrée par plusieurs études prospectives et épidémiologiques qui ont démontré qu'une consommation élevée de tomate diminuait le risque de maladies cardiovasculaires, de certains cancers et d'autres maladies chroniques.

Comme tous les pays, l'Algérie, en particulier à Guelma, une industrie de transformation de tomate a vu le jour.

L'entreprise familiale BENAMOR, s'est développée dans le domaine du concentré de tomate, sans utilisation des produits conservateurs.

« C'est toujours meilleur avec du concentré de tomates »

Nous avons effectué un suivi analytique du concentré de tomate.

A la suite, les activités industrielles il y a aussi des rejets (rejet d'eau usée).

Notre travail se présente en deux volets :

- Une première partie bibliographique qui regroupe le nécessaire des connaissances théorique en rapport avec notre thème et cela en deux chapitres :
 - Le premier chapitre est consacré, d'une part, à la connaissance de la tomate fraîche, et d'autre part, à la description des fabrications conserves des tomates.
 - Le second est consacré, d'une part, à la connaissance de la constitution et l'origine des eaux usées, et d'autre part, à la description des paramètres de pollution qui les caractérisent aux normes de rejets en vigueur en Algérie
- Une deuxième partie expérimentale qui s'intéresse
 - Les différentes analyses.
 - Le résultat et la discussion.
 - Les analyses des eaux du rejet.

Chapitre 1

1. 1 LA TOMATE :

La tomate est une plante annuelle de la famille des solanacées, originaire d'Amérique du sud (Pérou). Le terme désigne aussi ce fruit charnu (fig. 01), qui est l'un des aliments les plus importants dans l'alimentation humaine et qui se consomme frais ou transformé.

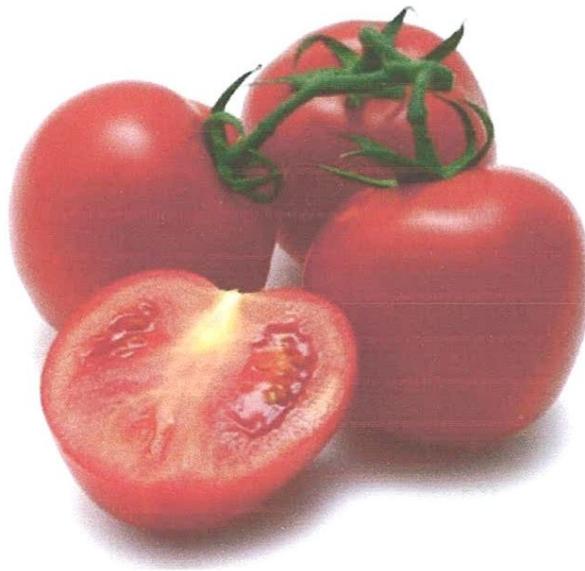


Figure 01 : Grappe de tomate

C'est l'ingrédient de cuisine le plus consommé dans le monde après la pomme de terre.

Elle est cultivée presque dans toutes les latitudes, sur une superficie d'environ trois millions d'hectares, ce qui représente près du tiers des surfaces mondiales consacrées aux légumes. La tomate a donné lieu au développement d'une importante industrie de transformation, pour la production de concentré, de sauces, notamment le ketchup, de jus et de conserves. Elle constitue une source alimentaire riche en minéraux et en vitamines, particulièrement en vitamines A et C. Longtemps appelée "pomme d'amour" ou "pomme d'or", son nom de « tomate » n'a été

accepté par l'Académie française qu'en 1835. Il a été emprunté au nahuatl (langue de la famille uto-aztèque) tomatl. Le nom lycopersicum signifie « pêche de loup », et fait référence au caractère toxique attribué initialement à ce fruit.

Le nom scientifique : *solanum lycopersicum* L, la famille des solanacées. La tomate a aussi été appelée *Lycopersicon esculentum*. Cependant, des études récentes en génomique classent la tomate dans le genre *solanum*, le même que la pomme de terre. La tomate compte plusieurs variétés.

Les noms communs : tomate, pomme d'or, pomme d'amour, pomme du pérou. En allemand et en espagnol, Tomate ; en anglais et en espéranto, tomato; en portugais, tomateiro pour la plante et tomate pour le fruit ; en italien, tomatica ou pomodoro ; en arabe طماطم .

1. 2 LES PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES ET PROPRIÉTÉS DE LA TOMATE :

Plusieurs études prospectives et épidémiologiques ont démontré qu'une consommation élevée de fruits et de légumes diminuait le risque de maladies cardiovasculaires, de certains cancers et d'autres maladies chroniques[2,3].

La tomate contient beaucoup d'eau, elle ne renferme que de faibles quantité 5 d'éléments énergétiques (environ 3 % de glucides, moins de 1% de protéines, des traces de lipides).

Ses glucides (ou hydrates de carbone) sont représentés essentiellement par le fructose et le glucose.

Ses acides organiques naturels (surtout acide citrique et acide malique) lui confèrent sa saveur légèrement acidulée.

Parmi les minéraux de la tomate, le potassium domine largement (il représente près de la moitié du total).

Sont assez abondants également le chlore (51 mg/100g), le phosphore (24 mg/100g) et le magnésium (11 mg/100g).

Les oligo-éléments sont nombreux : on peut noter des teneurs non négligeables en fer et en zinc, ainsi que des traces de cobalt, de nickel, de fluor, de bore, de sélénium...

Toutes les vitamines hydrosolubles sont bien représentées dans la tomate[4].

1. 3 CULTURE :

La culture de la tomate fait appel à diverses techniques : culture en plein champ, sous abri léger, en serre, culture hydroponique... dans le cadre de deux filières distinctes : la tomate de marché, pour la consommation en frais, et la tomate d'industrie pour la transformation (conserves, surgelés, plats cuisinés...). Elle est également très cultivée dans les jardins potagers des particuliers, donnant lieu à une autoconsommation importante.

La tomate est une plante de climat tempéré à chaud. Sa température idéale de croissance se situe entre 15 °C (la nuit) et 25 °C (le jour). Elle craint le gel et ne supporte pas les températures inférieures à + 2 °C. C'est une plante héliophile, elle demande une hygrométrie moyenne, parfois un apport de gaz carbonique (CO₂). Sa période de végétation est assez longue : il faut compter jusqu'à cinq à six mois entre le semis et la première récolte.

Elle peut être aussi cultivée en association avec d'autres plantes parce que certaines plantes protègent la tomate des insectes, stimulent sa croissance ou lui donnent de l'ombre.

1. 4 CULTURE HORS SOL :

Les tomates de production industrielle sont généralement cultivées hors sols dans des serres ou tunnels de plusieurs hectares et alimentés de manière totalement artificielle par un mélange d'eau et d'engrais. Cela permet d'étendre considérablement la période de production (aux dépens de la qualité des tomates) en chauffant les serres en hiver.

La culture des plants hors-sol est l'une des solutions mises en place actuellement à la CAB pour résoudre les problèmes actuels et à venir de sous production agricole. L'option et le développement de ce type de culture en pépinière industrielle malgré leur grande potentiel sont limités à cause des capitaux qu'ils font investir pour qu'elles soient mises en place. De plus, les grandes dépenses freinent encore les producteurs à les installer. D'autre part le rapport prix-qualité amène peu à une évolution des mentalités. La demande du marché en plants est grandissante et pour répondre à la demande des producteurs, le développement de cette culture est assurément en forte augmentation. Cette culture ne présente pas que des avantages ; elle a amplement démontré l'impact de ces modes de culture à des niveaux de rendement à l'hectare.

1. 5 LA TOMATE INDUSTRIELLE :

Elle est le septième produit de l'Algérie juste après la pomme de terre et la viande de bovin indigène. Elle diffère de la tomate de table par sa teneur en matière sèche soluble, sa fermeté, souvent par sa forme,... En 2005 l'Algérie ne figurait pas parmi les 20 premières nations productrices

de la tomate industrielle, mais elle était 21^{ème} et figurait parmi les dix premiers pays producteurs d'Afrique (5^{ème} après la Tunisie et le Nigéria)[1].

L'Algérie s'est vue régressée dans la production de la tomate industrielle dans les milieux des années 1995, alors qu'elle était en avance par rapport à la Tunisie et le Nigéria. Actuellement l'agriculture algérienne ne consomme que 100 000 tonnes d'éléments fertilisants environ par an alors que, selon la moyenne mondiale, la consommation devrait se situer à 850 000 tonnes par ce qui démontre la régression de la culture[1].

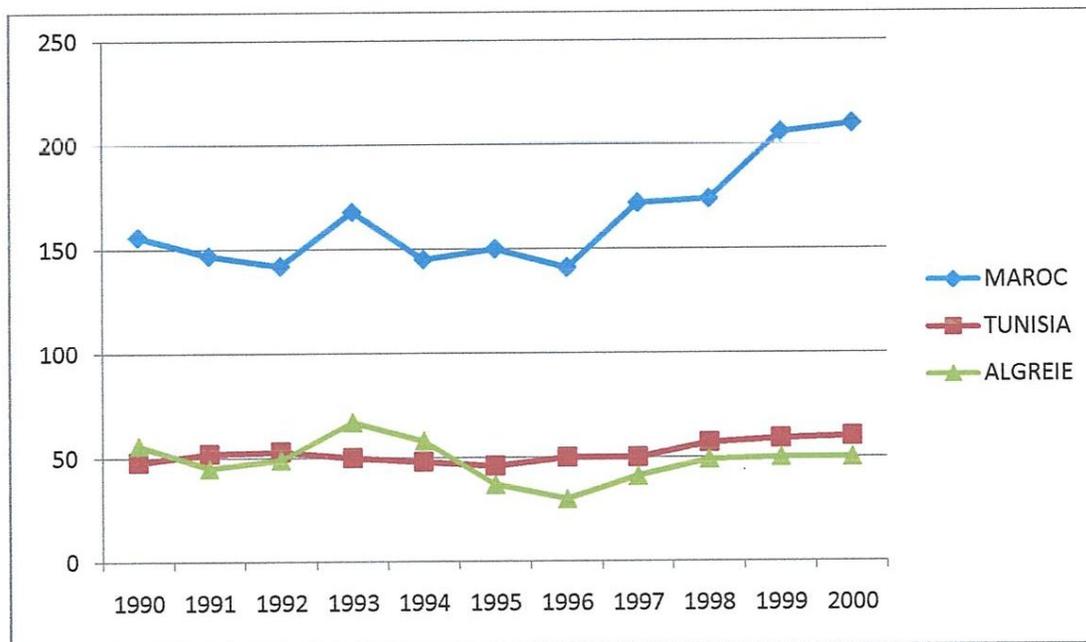


Figure 02 : Tendence de l'utilisation des engrais en Afrique du Nord
1990-2000

1. 6 L'INDUSTRIE DE LA CONSERVE DE LA TOMATE :

L'industrie de la conserve de la tomate est une entité économique destinée à la fabrication et la production de la tomate concentrée pour obtenir des bénéfices. Cette production du concentré de tomate dépend de plusieurs paramètres tels que le ravitaillement en matière première (la tomate industrielle) en quantité et qualité, une qualité des appareils destinés

à la production du concentré de tomate, les technologies de la fabrication,...

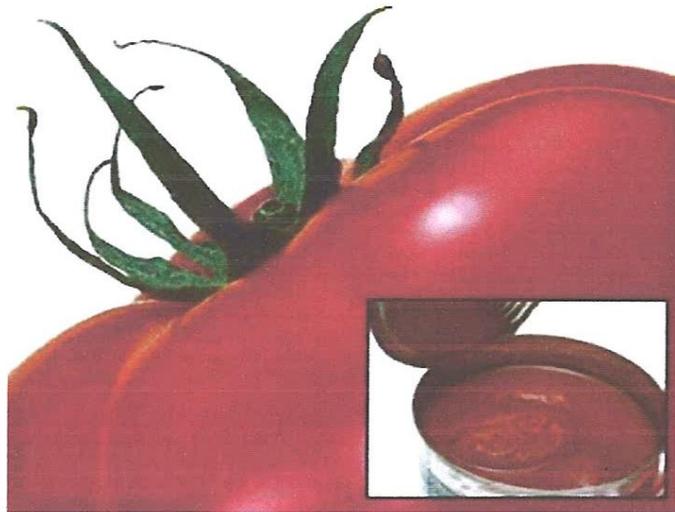


Figure 03 : transformation de la tomate.

1. 7 LA CONSERVERIE AMOR BENAMOR (CAB) :

Fondée en 1984 par le défunt M^r Amor BENAMOR, l'entreprise familiale "Groupe BENAMOR" a déjà aujourd'hui un prestigieux passé actif, puisqu'elle a réussi à s'imposer comme leader sur le marché national de l'agro-alimentaire ce grâce à des produits d'une qualité irréprochable.

Actuellement dirigé par les enfants de M^r Amor benamor, le Groupe BENAMOR continue à cultiver un savoir-faire, un sérieux et un dévouement extrêmes, se conformant ainsi scrupuleusement aux principes instaurés par son fondateur. Le groupe BENAMOR est situé à l'est de l'Algérie, dans la wilaya de Guelma. Il emploie actuellement plus de 600 travailleurs, des deux grandes sociétés qui le composent, à savoir :

- La Conserverie Amor BENAMOR (CAB), spécialisée dans la production de la tomate concentrée sous plusieurs formes, les piments (harissa), la mayonnaise ainsi que différentes confitures telles que la

confiture d'abricot, la confiture d'orange, la confiture de pêche et enfin la confiture de pomme.

- Les moulins Amor BENAMOR qui ont eux, pour activité principale la transformation du blé dur en dives type de semoules, les pâtes alimentaires et couscous.

Le développement de l'outil de production grâce à l'utilisation de machines performantes, a permis Groupe BENAMOR non seulement de répondre efficacement aux besoins des ménagères, des restaurateurs et autres clients potentiels mais également de diversifier la gamme de ses produits céréaliers et de conserverie.

La production du Groupe BENAMOR, qu'il s'agisse de celle de la conserverie ou de celle des moulins Amor BENAMOR, couvre actuellement une grande partie des besoins de l'est algérien. Le développement récent du complexe BENAMOR ainsi que la volonté de ses dirigeants et leur détermination à préserver, voire améliorer la qualité de leurs produits ont incité ce groupe à mettre en place toute une structure pour une distribution plus efficace et plus importante de leurs marchandises avec les principaux points de vente suivants : Alger, Annaba, Tizi ouzou, Setif, Constantine, Bejaia, Oran, Tlemcen, El oued, Djelfa...

La conserverie Amor Benamor est constituée d'un nombre de services entre autres le traitement et le recyclage d'eau, le laboratoire,

L'approvisionnement est assuré :

- ❖ Les boîtes sont fabriquées à Skikda, Oran, Alger et à la Tunisie.
- ❖ Les sacs aseptiques sont italiens.
- ❖ Le gasoil fourni par la SONELGAZ
- ❖ L'eau est celle d'une rivière à quelques kilomètres de l'usine.
- ❖ De la soude caustique, acide citrique, pectine, fûts et sacs sont importés de France, d'Angleterre et des USA

- ❖ Les cartons sont fabriqués par (TONIC Alger)

1.8 PROCESSUS TECHNOLOGIQUE DE CONCENTRATION DE TOMATE :

1.8.1 Réception et déchargement :

La tomate fraîche peut être transportée en caisses, en camions bennes ou en vrac sur camions. Une bascule située à l'entrée, permet la pesée, avant le déchargement. Dans le cas des camions le déchargement a lieu en inondant les bennes par un flux d'eau introduit par des tuyaux orientables. L'eau, en sortant transporte la tomate en un bassin, et dans le cas des caisses le déchargement se fait manuellement.

1. 8.2 Le lavage et le triage :

Le produit et l'eau sont séparés par une grille inclinée qui laisse rouler le produit dans un canal contenant de l'eau plus propre qui transporte le produit jusqu'à la sortie du groupe de déchargement. Le groupe est équipé d'un système racleur pour vidanger automatiquement les pierres, la boue et les corps étrangers. La tomate est transportée par un convoyeur incliné et subit un deuxième lavage par une eau plus propre en continue son chemin jusqu'aux tables disposées en forme de cercle tournant permettant une inspection attentive de la part des opérateurs. Le traitement du produit se réalise en deux phases :

- Dans la première phase, le plan de rouleaux est incliné et le produit est séparé de l'eau et des corps étrangers. Le produit est également lavé par une série de gicleurs.

- Dans la deuxième phase, le triage manuel du produit est réalisé sur un plan de rouleaux horizontal par des personnes qualifiées où s'effectue un dernier contrôle manuel.

1. 8.3 Le broyage :

La pulpe, issu de la séparation des grains est constituée de tomate écrasée. Le broyeur a pour but de l'émietter. Le type le plus répandu est constitué par un cylindre d'acier inoxydable sur lequel on applique quatre ou cinq hachoirs dans le sens de son axe. Le cylindre tourne dans une charpente à l'intérieur de laquelle sont appliqués deux hachoirs analogues et complémentaires. Le cylindre en tournant transporte et émiette la pulpe des tomates. La pulpe émietée passe ensuite, selon le type d'installation directement dans le préchauffeur ou dans un petit bac de recueillement duquel il sera envoyé dans le préchauffeur à l'aide d'une pompe sanitaire.

1. 8.4 Le préchauffage :

Le préchauffeur a pour fonction d'élever la température de la tomate afin de faciliter l'extraction du jus, et sert d'inactivation enzymatique. Il se fait dans un dispositif vertical appelé « cold break ». Il contient des faisceaux tubulaires dans lesquels circule la tomate émietée. A l'extérieur des tubes, une vapeur de 75 à 80⁰C est injectée par le haut. On assiste à un échange de chaleur entre la tomate qui se chauffe et la vapeur qui se condense. Le condensât formé est recueilli et recyclé dans la chaudière, tandis que la tomate passe à la passoire.

Ce traitement thermique a pour but de diminuer la viscosité de la tomate, facilitant ainsi la filtration et de permettre une inactivation enzymatique qui préserve la pectine du produit (dont le rôle est de garder la consistance de la tomate).

1. 8.5 La filtration (Les passoires) :

Après le traitement thermique et l'inactivation enzymatique, le produit chaud est raffiné dans les passoires qui séparent la partie solide (peaux et pépins) de la partie liquide (jus ou purée). Le jus est collecté dans une cuve placée au-dessous, tandis que les peaux et les pépins grâce au mouvement hélicoïdal de la série de palettes fixées sur le rotor, sont convoyés vers la partie opposée à l'entrée de produit, pour être évacués. Généralement une passoire fait 600 à 800 tours par minute. Le degré de pressurage du produit est déterminé par l'action combinée d'au moins trois composantes : la vitesse de rotation l'angle d'incidence des palettes et le diamètre des trous du tamis.

1. 8.6 La concentration:

Elle se fait grâce à une installation comportant trois principales parties de tailles différentes mais de même structure et de même principe de fonctionnement (évapore au moins 1000 tonnes de jus de tomate par jour).

Grâce à un groupe de distribution situé au sommet, on alimente la troisième partie avec le jus (de brix égal à $\frac{2}{4}$ -6) de façon homogène à travers les tubes de l'échangeur de chaleur. On assiste à l'échange thermique entre le jus et le vapeur, et une concentration progressive due à l'évaporation de l'eau du produit. Lorsqu'on atteint un brix de 10-12%, le produit passe dans la deuxième partie puis la première, et y subit le même traitement thermique.

La vapeur vive introduit dans le finisseur (première), et celle issue de l'évaporation du produit servira à alimenter successivement les parties deux et trois.

La vapeur sortant de la troisième partie est recueillie dans un condensateur, dans lequel on injecte de l'eau froide. Le condensât est envoyé au réfrigérant pour ensuite servir à la condensation de la vapeur des prochaines évaporations. Celle-ci se fait dans un débit de 7 tonnes par heure pour donner un brix de 28 à 30% ; et environ 9.260 tonnes pour un brix de 22.5%.

Des réfractomètres placés sur chaque partie permettent de voir l'évolution du produit. Lorsque ce dernier atteint la valeur désirée, on ferme la communication de la vapeur avec le reste de l'appareil, et le concentré est déversé et envoyé vers la station de pasteurisation.

Remarque :

La concentration se fait sous vide, ce qui permet de réduire à volonté la température d'évaporation afin d'éviter une altération possible ou une modification des caractères chimiques et des qualités nutritionnelles et organoleptiques de la tomate.

En plus des substances pectiques, d'autres facteurs tels que le contenu en cellulose, le résidu, le degré de raffinage, les substances mucilagineuses et séreuses recouvrant les grains et pouvant passer dans le jus pendant le préchauffage influençant la consistance du concentré de tomate.

Pendant la campagne de tomate, lorsque la matière première (tomate fraîche) est en quantité assez importante, l'usine fait de réserves de produit semi fini, qui sera recyclé hors campagne et commercialisé. Pour cela, le produit est condensé à un brix de 36-38% (triple concentré), puis passe dans un stérilisateur serpentin, et subit un traitement thermique de 110°C. Après refroidissement à 40°C, on le remplit dans des sacs aseptique de 220 Kg de capacité, conditionné dans des fûts métalliques de stockage dans les hangars.

Après la campagne, lorsque la demande sur le marché se fait sentir, le stock est reconditionné. Ainsi, on ouvre le sac aseptique qui contient le triple concentré, on fait une dilution jusqu'à un brix de 12.5 environ, et on l'homogénéise dans la cuve. La purée formée est envoyée dans un PDSR (Pasteurisateur et Désaérateur à Serpentin Rotatif), dans lequel on introduit du sel comme conservateur. Le PDSR agit comme un agitateur thermique, qui grâce à la vapeur permet une évaporation sous vide donnant du concentré ou du double concentré. A la sortie du PDSR, le produit suit la cour normale de la production pour être conditionné.

1. 8.7 La pasteurisation :

Le but est de neutraliser à 90 à 92⁰C les microorganismes ayant résisté à la chaleur de la concentration. Des pompes assurent le passage du concentré de l'évaporateur vers des tubes de stockage avant d'alimenter les rotothermes. Ces derniers sont des dispositifs formés de deux systèmes. Chacun d'eux est constitué de deux tubes concentriques. Le produit circule dans le tube interne et la vapeur dans l'externe. Le produit passe d'un système à l'autre, puis il est envoyé pour le remplissage des boîtes.

1. 8.8 Le remplissage :

Les boites ont été retournées à plusieurs reprises et nettoyées par la vapeur à 90⁰C avant d'être remplies pour détruire les germes pouvant s'y trouver. Elles arrivent ensuite à la station de remplissage ; de même que le concentré. Le remplisseur est un dispositif à 40 têtes environ, tournant à une vitesse réglée selon les besoins et dont le maximum est de 300 boite par minute. Un tour complet correspond au remplissage de la boite, qui se fait à 82⁰C. Les boîtes passent ensuite au sertissage.

1. 8.9 Le sertissage :

Elle consiste à la fermeture hermétiquement les boîtes de la face inférieure des boîtes remplies de concentré de tomate à 90°C. La sertisseuse a quatre têtes, et une vitesse proportionnelle à celle du remplissage.

A la sortie de la sertisseuse, un dateur inscrit sur cette même face la date de fabrication, d'expiration, l'heure de sortie du produit et le numéro du lot auquel appartient la boîte.

1. 8.10 Stérilisation et refroidissement :

Les boîtes sont stérilisées à l'aide de grands stérilisateur rotatifs qui donnent au contenu de la boîte un traitement thermique. Ce traitement permet de préserver le produit de toutes les bactéries en lui gardant toute sa valeur nutritive sans addition de conservateurs. Ensuite, les boîtes sont rapidement refroidies afin d'éviter que les tomates ne continuent à cuire.

Ils se font dans un tunnel à double portion. Dans la première partie se déroule la stérilisation par injection directe sur les boîtes de l'eau chaude. Pour cela, l'eau est chauffée à 96°C dans un échangeur tubulaire, puis envoyée dans le stérilisateur par des jets douches, sur les boîtes qui s'alignent sur un large tapis roulant à faible vitesse. La stérilisation dure huit minutes sur une longueur de six mètres. L'eau chaude utilisée est recueillie et recyclée. Dans la seconde partie du tunnel, de l'eau froide est injectée sur les boîtes pour le refroidissement à 40°C (choc thermique). Il se fait en 40 minutes sur une longueur de 20 mètres. L'eau est recueillie et envoyée au réfrigérants.

1. 8.11 Le séchage et le conditionnement :

A la sortie du tunnel, un sécheur injecte de l'air chaud sur les boîtes. Ces dernières bien séchées sont emballées manuellement ou de façon

automatique dans des cartons de 12 pour les boîtes de 900g et de 24 pour celle de 400g. Ces cartons sont scotchés et stockés dans les hangars avant d'être livrés à la commercialisation au moins vingt un jours après la date de fabrication; ce qui permet de terminer les analyses du produit au laboratoire[5].

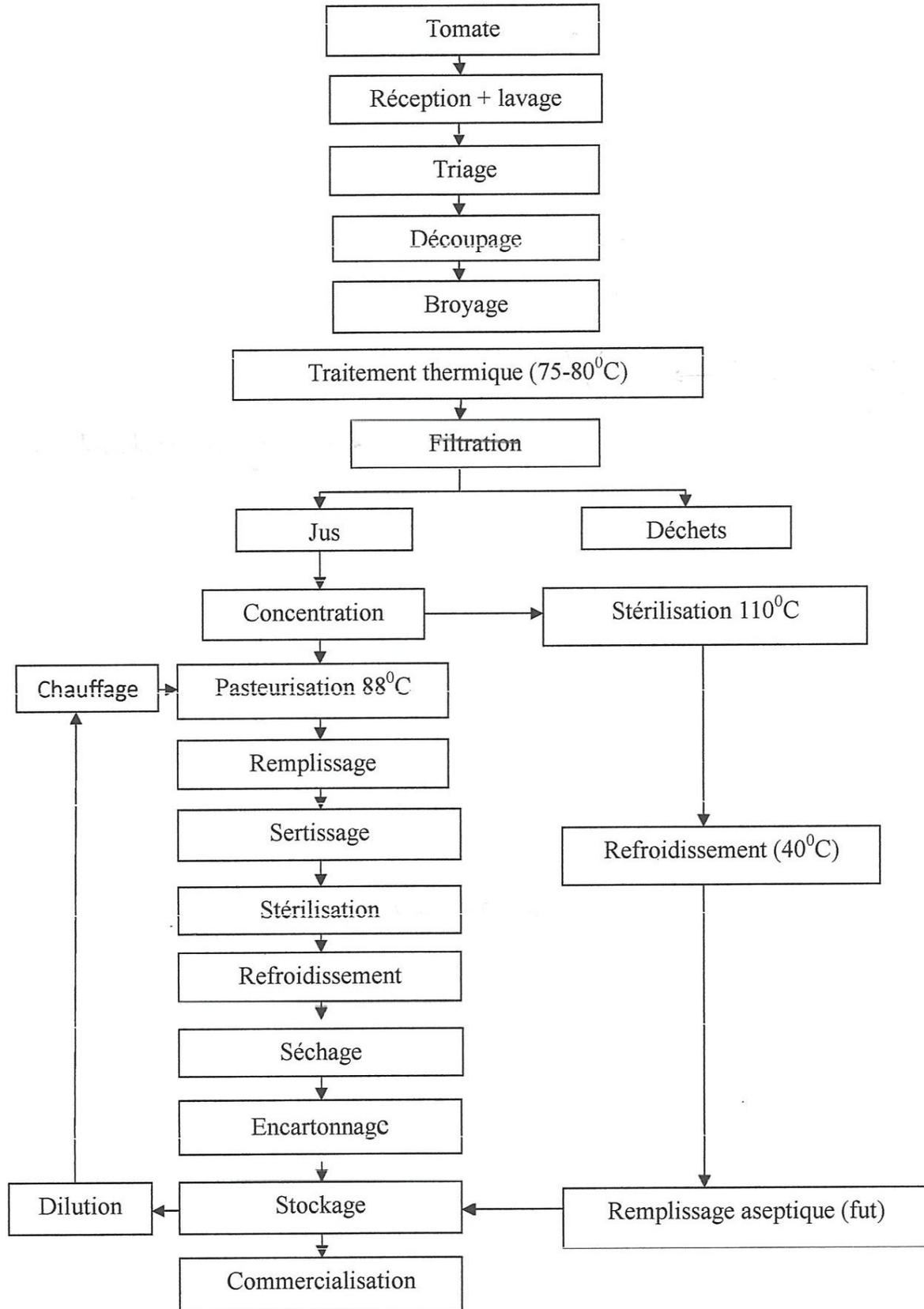


Figure.04 : Diagramme de fabrication conserve de tomate.

1. 9 UTILISATION :

La tomate (le fruit) tient une place importante dans l'alimentation humaine. C'est un légume qui se consomme soit cru, en salade, souvent en mélange avec d'autres ingrédients, ou en jus, soit cuit dans d'innombrables préparations culinaires, et qui se prépare à partir de produits frais ou transformés industriellement en conserves ou surgelés, sous forme de purée, de concentré, de condiment, de sauces et de plats préparés. Des industries de transformation de la tomate sont implantées dans toutes les régions du monde et sont approvisionnées par des milliers d'hectares de culture mécanisée.

1. 9.1 Alimentation :

La tomate est un aliment diététique, très riche en eau (93 à 95 %) et très pauvre en calories (18 à 20 kcal pour 100 grammes), riche en éléments minéraux et en vitamines (A, C et E) [4]. Les glucides, 3 à 4 %, sont constitués principalement de fructose et de glucose. Les sels minéraux, dont la teneur dépend aussi du sol et des apports d'engrais, sont composés pour moitié de potassium, environ 280 mg pour 100 g de tomate. La tomate contient plusieurs vitamines hydrosolubles dont le principal est la vitamine C. La teneur, est de 20 à 40 mg/100g, dans la tomate crue et fortement réduite dans la tomate cuite (environ 16 mg)[5].

1. 9.2 Goût :

Les qualités organoleptiques de ce fruit, qui incluent l'aspect, le goût, la texture, dépendent de divers paramètres, liés à la génétique, aux conditions de culture, de récolte et de conservation.

On retrouve dans le goût de la tomate et particulièrement de la sauce tomate, la cinquième saveur fondamentale, qui est liée à la présence d'acide glutamique dans le fruit mûr[6].

1. 9.3 Usages :

C'est aujourd'hui un légume-fruit très important en cuisine, entrant dans la composition de nombreuses recettes. La tomate peut se consommer soit crue, soit cuite. Les tomates vertes ou incomplètement mûres peuvent servir à la confection de confiture, ce qui est une manière d'utiliser les tomates cueillies en fin de saison qui ne peuvent atteindre une maturité complète[7].

1. 9.4 Tomate transformée :

La tomate fait l'objet d'une importante industrie de transformation, qui fournit au consommateur des tomates séchées, des tomates pelées en boîte, du coulis de tomate, du concentré de tomate (simple ou « double » et même triple concentration), des sauces (dont la sauce tomate, les sauces aigres-douces, le ketchup) et une boisson, le jus de tomate.

Les deux principales transformations industrielles du jus de tomate sont la concentration et le séchage. La concentration est réalisée à chaud sous vide partiel. Selon la température de la concentration, on parlera de concentré hot break (haute température) ou cold break (température moins élevée). Le séchage peut être réalisé par atomisation ou par cylindrage, que ce soit sur du concentré cold break ou hot break. La principale utilisation de la poudre de tomate est la soupe en poudre.

1. 9.5 Conservation

Tomates séchées servies en Antipasti

- Tomates d'automne : effeuillées et suspendues, tête en bas, à l'ombre.
- A température ambiante dans une pièce pas trop sèche, pour en conserver le goût.
- Tomate séchée : autour du bassin méditerranéen, elle est évidée, salée puis séchée au soleil.
- Conserve de tomates : après ébullition, pelée et salée, elle se conserve dans son jus après stérilisation.
- Concentré de tomates : la tomate peut également faire l'objet d'une conservation à long terme après transformation des fruits en une pâte très concentrée : double ou triple concentré de tomates appertisé vendu dans le commerce[8].

Chapitre 2

2.1 DEFINITION :

Les eaux usées sont toutes les eaux qui parviennent dans les canalisations d'eaux usées dont les propriétés naturelles sont transformées par les utilisations domestiques, les entreprises industrielles, agricoles et autres. On englobe, aussi, les eaux de pluie qui s'écoulent dans ces canalisations[10]

2.2 CARACTÉRISATION DES EAUX RÉSIDUAIRES INDUSTRIELLES :

2.2.1 Différents types de rejets industriels :

Nous comprendrons, sous le vocable eaux résiduaires industrielles, toutes les eaux qui sont en principe rejetées par l'usine dans le milieu extérieur, après avoir contribué à la fabrication, au nettoyage, au transport, au refroidissement, etc..., en excluant généralement les eaux pluviales sauf si elles sont polluées par des eaux de ruissellement suite aux lessivages des toitures d'usines à l'origine d'une forte pollution atmosphérique (par exemple, cimenteries, centrales thermiques, etc.) ou des sols de sites industriels en activité ou à l'abandon, contaminés par des substances diverses (composés azotés, hydrocarbures, sels métalliques).

2.2.1.1 Effluents généraux de fabrication ou de procédé :

La plupart des procédés conduisent à des rejets polluants qui proviennent du contact de l'eau avec les gaz, les liquides ou les solides. Les rejets sont soit continus, soit discontinus. Ils peuvent même n'être produits que durant quelques mois par an (campagne dans l'industrie agroalimentaire, deux mois en sucrerie de betteraves par exemple).

La nature des eaux résiduaires est très variable d'une industrie à l'autre. Généralement, les flux de pollution sont connus si les fabrications sont régulières, mais si les industries travaillent par campagnes spécifiques (comme en chimie de synthèse, parachimie, pharmacie), l'analyse des rejets s'avère difficile, ceux-ci évoluant constamment.

2. 2.1.2 Eaux des circuits de refroidissement :

Abondantes et généralement non polluées, car non en contact avec les produits fabriqués, elles peuvent être recyclées, l'appoint indispensable pouvant être fourni par de l'eau traitée.

2. 2.1.3 Eaux de lavage des sols et machines :

Contrairement aux rejets précédents, le degré de pollution et le débit des eaux de lavage sont très variables et particulièrement importants à la fin de la période de travail et au cours des nettoyages de fin de semaine et des périodes de congés.

A noter par ailleurs, le caractère parfois occasionnel de ces rejets qui peuvent correspondre par exemple à des fuites accidentelles de produits lors de leur manutention ou de leur stockage.

2. 2.1.4 Effluents des services généraux :

Ils sont constitués par les eaux vannes (cantines), les eaux de chaufferie (purges de chaudière, éluant de régénération), les boues du traitement des eaux d'appoint et les purges d'eaux de réfrigération[11].

2. 3 CARACTÉRISTIQUES DES EAUX USÉES :

L'évaluation de la qualité de l'eau nécessite de nombreuses analyses, incluant le dosage de multiples paramètres physico-chimiques et bactériologiques. Ces analyses sont réalisées par des méthodes dont les protocoles sont bien définis.

2. 3.1 Les paramètres physico-chimiques :

La pollution résulte de l'introduction dans un milieu de substances conduisant à son altération. Elle se traduit généralement par des modifications des caractéristiques physico-chimiques du milieu récepteur. La mesure par analyse de ces derniers (au niveau du rejet, du milieu naturel ou du milieu pollué) permet de l'étudier[12].

2. 3.1.1 La conductivité :

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. Cette opération permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau[11].

2. 3.1.2 La température :

La température est facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Certains rejets présentent des écarts de température importants avec le milieu récepteur[12]. Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels

et surtout des gaz, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc... [13]

2. 3.1.3 Le potentiel d'Hydrogène (pH) :

Le pH est un paramètre qui permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau [14]. Sa mesure doit s'effectuer sur place de préférence par la méthode potentiométrique. La mesure électrique, quoique délicate, peut seule donner une valeur exacte, car elle est indépendante du potentiel d'oxydoréduction, de la couleur du milieu, ou de la turbidité et des matières colloïdales[13].

L'influence du pH se fait également ressentir par le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les métaux dont il peut diminuer ou augmenter la disponibilité et donc la toxicité[12].

2. 3.1.4 La demande biochimique en oxygène (DBO) :

La DBO est définie comme la concentration d'oxygène consommée pour réaliser la destruction des composés non azotés dans les conditions de l'essai : incubation à 20⁰C et à l'obscurité et pendant un temps donné.

Pour être complète, l'oxydation biologique nécessite un temps de 20 à 28 jours, on mesure dans ce cas la DBO ultime ou DBO₂₁ ou DBO₂₈ ; Cette période étant longue on a choisi par convention une mesure après 5 jours d'incubation appelée DBO₅.

2. 3.1.5 Demande chimique en oxygène (DCO) :

La DCO est la teneur en oxygène consommée par les matières oxydable (réductrices) dans des conditions définies.

En fait, cette mesure correspond à une estimation des matières oxydables présentes dans l'eau quelle que soit leur origine, organique ou minérale, biodégradable ou non.

La DBO₅ représente seulement la pollution organique carbonée biodégradable. Ce test est particulièrement utile pour l'appréciation du fonctionnement des stations de traitement[15].

2. 3.1.6 Matières en suspension (MES) :

Les matières en suspension (M.E.S), exprimées en milligrammes par litre, sont mesurées par pesée après filtration ou centrifugation et séchage à 105°C[16]. La détermination des matières en suspension (MES) est essentielle pour évaluer la répartition de la charge polluante entre pollution dissoute et pollution sédimentable, car le devenir de ces deux composantes est très différent, tant dans le milieu naturel que dans les systèmes d'épuration[17].

2. 3.2 Les normes algériennes de rejet d'effluents :

Les eaux usées collectées, dans les réseaux urbains ou les eaux usées directement émises par les industries, ne doivent être rejetées dans un milieu récepteur naturel (rivière, lac, littoral marin, ou terrain d'épandage) que lorsqu'elles correspondent à des normes fixées par voie réglementaire.

Le Décret exécutif n° 93-160 du 10 Juillet 1993, du Journal Officiel de la République Algérienne réglementant les rejets d'effluents liquides dans son chapitre II, article 2 (voir annexe), définit un rejet comme tout déversement, écoulement, jets, dépôts directs ou indirects d'effluents liquides dans le milieu naturel et fixe.

En son annexe, il définit les valeurs limites de ce rejet. Ces mêmes valeurs viennent d'être renforcées par un nouveau texte réglementaire ; le Décret Exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 Avril 2006, section 1, article 3 (voir annexe).

Chapitre 3

3.1 ZONE D'ETUDES EXPERIMENTALES :

Les travaux de recherche menés par la structure agronomique du groupe CAB pour aider les multiplicateurs dans le choix variétal, pour une bonne production industrielle du DCT. Le site d'essais expérimentaux se trouve à $36^{\circ}27'57''$ N Latitude et $7^{\circ}26'2''$ E Longitude dans la région Nord-est Algérien Fig.05 ; précisément à El-Fedjoudj dans la willaya de Guelma, limité au nord-est par la willaya d'Annaba, nord-ouest par la willaya de Skikda et au sud-est par la willaya de Souk Ahras.



Figure 05 : Le site d'action.

3. 2 LES DIFFERENTES ANALYSES

3. 2.1 Le poids :

La mesure du poids permet de vérifier si le remplissage a été fait convenablement. Elle s'applique sur le produit fini, à l'aide d'une balance préalablement tarée avec une boîte vide.



Figure 06 : Balance électrique

3. 2.2 La température:

On mesure la température de tous les échantillons avec le thermomètre. Pour le produit fini (boîte après refroidissement), on mesure la température remplie (à la surface) et celle au centre de la boîte. On nettoie la sonde de l'appareil, et on l'introduit dans le produit à analyser, sans mouiller le corps de l'instrument ni le poignet de la sonde. On attend que la valeur affichée dans l'écran se soit stabilisée, c'est cette valeur qui sera prise en considération.

3. 2.3 Le brix :

Il se fait à l'aide de réfractomètre, et il détermine le taux de matière sèche dans l'échantillon (la concentration).



Figure 07 : réfractomètre.

Le réfractomètre digital LR-02 est le fruit récent de la technologie dans le domaine de l'analyse de laboratoire, et il est destiné exclusivement à la mesure en continu de l'indice de réfraction, et donc de la concentration des produits liquides.

Avant de prendre la mesure, il faut bien homogénéiser le produit, on étalonne avec de l'eau distillée, et on laisse une à deux minutes. Avec une spatule propre et sèche, on met une quantité sur le prisme, puis on effectue plusieurs mesures, et on considère la valeur moyenne. On retire la tomate, et on étalonne de nouveau avec l'eau distillée.

3. 2.4 Le pH :

C'est le potentiel hydrogène de l'échantillon. Il traduit, le caractère plus ou moins acide du produit. Il est mesuré à la température de 20°C à l'aide d'un pH mètre étalonné avec étalons, et est appliqué sur tous les échantillons prélevés.



Figure 08 : pH-mètre

On essuie la sonde avec du papier, et on l'introduit dans l'échantillon. On appuie sur la touche ON/OFF et attend que la valeur qui s'affiche sur l'écran se stabilise avant de la relever. On éteint avec la même touche, et on range la sonde dans la solution de conservation après l'avoir nettoyée.

3. 2.5 La couleur :

a. Préparation de l'échantillon :

On dilue l'échantillon à 12,5 le brix avec l'eau distillée. Lorsque le brix de l'échantillon est inférieur à 12.5, on ne dilue pas l'échantillon.

On fait les opérations suivantes :

- Remplir le bêcher en verre optique jusqu'à $\frac{3}{4}$ de son volume en contrôlant qu'il n'y a pas de bulle d'air dans la solution.
- placer le verre sur le porte échantillon
- placer autour de verre et au dessus de conteneur porte échantillon, un couvercle foncé.
- pour la lecture appuyer sur la touche SAMPLE

A la fin sur l'afficheur, on lit les valeurs des couleurs (a/b), Luminosité (\bar{L}) et les pigments (\bar{l} yco, $\bar{\beta}$ -caro, \bar{c} hlo).



Figure 09 : Colorimètre

3. 2.6 La viscosité (Bostwick) :

Le consistomètre bostwick est une tôle en métal, pliée, tout au long de laquelle une guillotine sépare la cellule port échantillon du parcours de mesure. Le parcours a d'habitude une longueur de 24 cm.

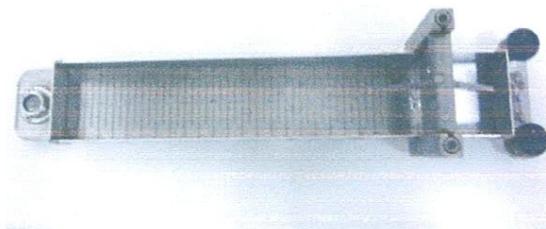


Figure10 : Consistomètre

b. Mode opératoire :

La mesure se fait à une température ambiante de 20°C. On bloque la cellule porte d'échantillon du viscosimètre, et on y la remplit pleinement avec de la tomate de brix 12,5. On débloque brusquement, et la tomate s'écoule. La lecture se fait après 30 secondes. Ceci permet d'évaluer la consistance du produit qu'on est en train d'analyser.

3. 2.7 L'acidité :

Le but de cette analyse est de mesurer approximativement la teneur totale du produit en acides naturels par un dosage basique avec de l'hydroxyde de sodium à 0,1 molaire en présence de la phénophtaléine.

Le matériel utilisé pour réaliser cette analyse est le pH mètre, le papier filtre, l'éprouvette, les béchers, la burette et l'agitateur magnétique.

c. Mode opératoire :

On pèse 10 g de produit dans un bécher de verre, et on ajoute 100 ml d'eau distillée. On agite bien le mélange et on le transvase dans une fiole

de 200 ml. On ajuste à 200 ml avec de l'eau distillée. On agite encore puis on filtre.

On prélève 50 ml du filtrat. On les met dans un bécher de 1 litre. On dilue avec 300 ml d'eau distillée, et on met une goutte de phénolphtaléine. On titre avec la soude N/10 jusqu'à changement de la teinte rose persistant. On met en marche l'agitateur, et on ajoute goutte à goutte de la soude à l'aide d'une burette. Lors qu'il y a un changement de couleur, on ajoute une goutte et on arrête. On note le volume versé de la soude, et grâce à la formule ci-dessous on calcule l'acidité.

$$\text{Acidité} = \frac{1400 * V}{50 * \text{Brix}}$$

Formule : permettant le calcul de l'acidité

3. 2.8 Le test de stabilité :

Le test de stabilité consiste à comparer les boîtes incubées dans une étuve avec un témoin. S'il y a des variations de la couleur, de la consistance ou du pH d'au moins de 0.5, le produit sera soumis à des analyses microbiologiques afin de déterminer la cause de ces modifications. Dans le cas échant, le lot peut être livré à la commercialisation.

On met deux échantillons du produit fini dans une étuve durant vingt un jours à une température comprise dans l'intervalle de 30°C plus à 32°C. Un troisième échantillon à la température ambiante de 20 à 25° C. On fait revenir la température de deux échantillons à la température ambiante de 20 à 25° C. on mesure le pH des trois échantillons.

3. 3 LES RESULTATS ET LES DISCUSSIONS :

3. 3.1 Contrôle des concentrés de tomate :

Tableau 1 : Contrôle des concentrés avec la soude.

Con- centré	CT			DCT			TCT _{local}			TCT _{chine}		
	V _{NaOH} (ml)	6.37	6.28	6.18	8.45	7.6	7.5	8.63	8.90	8.65	10.20	10.16

On dilue une petite quantité du concentré avec de l'eau distillé, et on met une goutte de phénolphtaléine (changement de couleur à pH = 8,2). On dose avec de la soude, et on refait le dosage pour chaque concentré trois fois. On constate plus le concentré est concentré, plus le volume de la soude est grand, c'est-à-dire le concentré est acide. Ainsi les bactéries ne seront pas actives en milieu. On remarque aussi que le concentré de Chine est le plus acide, donc de plus grande conservation (le trajet de la Chine à l'Algérie prend beaucoup de temps).

3. 3.2 Les analyses physico-chimiques du concentré de tomate (CT)

Tableau 2 : analyses physico-chimiques du concentré de tomate

	poinds	Brix	pH	BW	Acidité	a/b	L	Lyco	B car	Chlo
Ech01	406	22.30	4.10	8.00	8.50	1.92	24.65	35.4	13.8	4.2
Ech02	406	22.25	4.08	8.50	7.80	1.88	25.44	34.7	11.1	3.9
Ech03	404	22.21	4.18	8.55	7.80	1.90	25.21	33.7	12.2	3.9
Moy	-	22.25	4.12	8.35	8.03	1.90	25.10	34.4	12.3	4.0

- **Brix**

Le test démontre que le taux de matière sèche diminue avec l'augmentation de la température, c'est un principe très connu en chimie. Le brix dépend aussi de la composition de la tomate en protéines et en sucres. De même que le chauffage diminue la concentration en matière sèches. Un Brix de 22 est très acceptable, et c'est un bon concentré.

- **pH**

Le test démontre la valeur de pH du 4.12, cette valeur présente une tomate bien mûre et moins de composés acides. C'est un concentré qui a un bon goût et qui peut se conserver, car en milieu acide les bactéries ne se développent pas.

- **BW**

Le test démontre une différence significative, c'est à dire que la viscosité de la tomate se trouve plus affectée par une augmentation de la température durant le traitement thermique. Peut être certains produits organiques sont affectés par le traitement thermique, c'est pourquoi il est recommandé d'exécuter l'opération « évaporation » sous vide.

- **Acidité**

Le test démontre que la valeur de l'acidité est plus ou moins basse. Le goût acide de ce concentré est très acceptable.

- **Couleur**

Le test démontre la valeur de la couleur du 1.90, cette valeur présente une couleur rouge moins intense.

- **Les pigments**

Ce sont des paramètres de qualité, les pigments colorés responsables des couleurs des tomates. Le mélange de ces composés se traduit par sa couleur.

- Le lycopène : rouge, le plus abondant.
- Le bêta-carotène : jaune, peu abondant.
- La chlorophylle : verte.

3. 3.3 Les analyses physico-chimiques du double concentré de tomate local guelmois (DCT)

Tableau 3 : analyses physico-chimiques du double concentré de tomate

	poids	Brix	pH	BW	Acidité	a/b	L	Lyc	B-car	Chio
Ech01	802	28.90	4.28	9	8.37	1.91	27.19	36.8	12.6	4.4
Ech02	805	28.29	4.25	9	7.45	1.94	26.98	36.0	13.0	3.8
Ech03	800	28.01	4.25	9	7.50	1.95	25.96	35.6	13.8	4.8
Moy	-	28.40	4.26	9	7.77	1.93	26.71	36.1	13.1	4.3

- **Brix**

Ces résultats du double concentré de tomate sont nettement supérieurs au concentré de tomate, car il contient moins d'eau. Le brix augmente avec la matière organique tels les sucres et les acides organiques.

- **pH**

Le test sur les trois échantillons démontre que la valeur moyenne du pH est de 4.26. Cette valeur présente que le concentré provient d'une tomate

bien mûre et moins acide. Ce double concentré donnera un concentré de goût plus agréable.

- **BW**

La viscosité représente l'un des facteurs technologiques les plus importants dans la qualité des pâtes de tomate, la valeur de ce résultat montre que la viscosité dépend du traitement.

- **Acidité**

L'analyse montre que la valeur de l'acidité est plus ou moins basse. Ce double concentré est agréable à la consommation.

- **Couleur**

Le caroténoïde est souvent masqué par les chlorophylles. La valeur égale à 1.93 est une valeur qui présente une couleur rouge plus intense que le concentré de la tomate.

- **Les pigments**

Le lycopène se trouve principalement dans la peau et le péricarpe de la tomate. La proportion du β -carotène et la proportion du lycopène donne une indication sur un critère de qualité des pâtes de tomate qui est la couleur.

3. 3.4 Les analyses physico-chimiques du triple concentré de tomate (TCT)

Tableau 4: analyses physico-chimiques du triple concentré de tomate guelmois

	Brix	pH	BW	Acidité	a/b	L	Lyc	B-car	Chlo
Ech01	37.96	4.31	7.5	6.43	2.06	26.28	60.80	18.8	5.2
Ech02	37.60	4.33	7.0	6.63	2.08	26.94	59.40	16.6	4.8
Ech03	37.30	4.28	7.5	6.50	2.11	26.50	60.00	16.6	4.6
Moy	37.62	4.30	7.3	6.52	2.08	26.57	60.06	17.3	4.8

Tableau 5: analyses physico-chimiques du triple concentré de tomate chinois

	Brix	pH	BW	Acidié	a/b	L	Lyc	B-car	Chlo
Ech01	38.44	4.19	7.0	7.43	2.21	24.07	103.2	26.2	8.40
Ech02	38.30	4.24	6.5	7.43	2.21	23.71	111.8	30.2	8.80
Ech03	38.59	3.93	7.5	8.00	2.20	23.64	69.8	24.6	24.6
Moy	38.44	4.12	7.0	7.62	2.20	23.80	94.93	27.0	13.93

Les analyses du pH, du brix et de la viscosité montrent que le triple concentré algérien et le chinois sont identiques. L'algérien contient moins d'acide que le chinois, il aura un goût meilleur. L'algérien contient moins de lycopène, de β carotène et chlorophylle. Il provient d'une tomate fraîche et bien mûre. C'est un produit qui peut se conserve sans ajout de produits de conservation. La tomate algérienne est le produit d'un climat chaud et il y a aussi l'eau des barrages. Guelma peut devenir le leader de la tomate.

3. 3.5 Les analyses de pH-métrie pour prévention des analyses microbiologiques

Tableau 6 : pH du concentré de tomate

pH_1	pH_2	pH_{TM}	ΔpH
4.09	4.09	4.1	0.01
4.10	4.11	4.11	0.01
4.13	4.13	4.13	0.0

Tableau 7 : pH du double concentré de tomate

pH_1	pH_2	pH_{TM}	ΔpH
4.07	4.07	4.09	0.02
4.08	4.10	4.10	0.02
4.09	4.09	4.09	0.0

Les analyses bactériologiques prennent beaucoup de temps et d'argent. On prépare des cultures et faire des analyses. Ils seront nécessaires et obligatoires pour déterminer la nature de la bactérie si elle existe. S'il y a une différence de pH de 0,5 entre le pH du concentré et le pH du témoin, on fait des analyses microbiologiques. Les analyses montrent que le fruit est de bonne qualité, et que l'hygiène est observée tout le long de la chaîne de fabrication.

3. 3.6 LES ANALYSES DES EAUX DU REJET

Les analyses du rejet de la fabrication du concentré se font chaque mois. C'est une deuxième mesure pour contrôler la qualité du procédé et du produit. Dans ce traitement il n'y a aucun produit chimique qui peut polluer la nature.

3. 3.6.1 Les analyse du mois de Mars

Tableau 8 : les analyses chimiques des eaux au mois de Mars

<i>Détermination</i>	<i>Résultats</i>	<i>Normes</i>
Conductivité	1500 us/cm	-
Température	22 ⁰ C	30
pH	6.98	6.5-8.5
DCO	70 mg/l	120
DBO₅	33 mg/l	35
MES	10 mg/l	35

- **Conductivité**

Les résultats de mesure doivent donc être présents en termes de conductivité équivalente à 20 ou 25⁰C, avec une valeur de 1500µs/cm.

La mesure de la conductivité nous donne l'information sur la présence des sels minéraux que les bactéries utilisent pour leur multiplication.

- **Température**

Les variations journalières de la température extérieure au mois de Mars sont modérées à 22⁰C, cette valeur est confirmée par les normes.

- **Conductivité :**

Les analyses montrent que la conductivité est plus importante lorsque la température augmente, avec une valeur de 3000 $\mu\text{s}/\text{cm}$. Il y a plus de sels et la température est de 30⁰C. Ce sont deux facteurs qui favorisent le développement des bactéries. Il faut éviter que cette eau soit mélangée avec autre contenant des sucres.

- **Température :**

Ces analyses permettent également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment).

- **pH :**

Le pH trouvé possède une valeur supérieure à 7, donc l'eau sera considérée comme alcaline. Ceci confirme les autres analyses (la conductivité).

- **DBO₅ et DCO :**

Pour le mois d'avril les analyses de la DBO₅ et la DCO sont inférieures à celles du mois de Mars. Ceci est dû à la diminution de la charge organique.

- **MES :**

Pour le mois d'Avril la valeur de MES a diminué par rapport au mois de Mars, donc la tomate est de très bonne qualité, et le procédé utilisé est bien maîtrisé.

Conclusion

CONCLUSION :

Notre étude sur la tomate, est consacrée au suivi analytique du concentré de tomate et de l'eau de rejet. Nous avons effectué les analyses du concentré, du double concentré et triple concentré (locale, Chine).

Les différentes analyses sont : brix, pH, Viscosité, Acidité, Couleur (a/b, L), pigments (lycopène, β -carotène, Chlorophylle).

Les résultats des analyses du Brix est différent pour ^{chaque} leur concentré de tomate, il montre que les résidus sec solubles représentent un critère de qualité très important sur le plan commercial.

Les résultats des analyses de viscosité prouvent que le concentré est très bonne qualité. C'est un facteur d'une grande importance du point de vu qualité, car la ménagère n'apprécie le concentré de tomate qu'a sa viscosité, sa couleur et son goût.

Les analyses des couleurs donnent un pourcentage de lycopène supérieur aux autres composants. C'est ainsi que la couleur est rouge.

La mesure du pH se fait de façon normale et le résultat est comparé à un échantillon témoin. Si la différence du pH mesuré avec le pH de l'échantillon témoin est supérieure à 0.5, il y a des bactéries. Il faut refaire la stérilisation du concerté de tomate. Nous savons aussi qu'en milieu acide il n'ya pas de développement de la bactérie.

La mesure du pH est facteur importante. Grâce au résultat qu'on décide la commercialisation ou non du concentré de tomate. Tous nos résultats analytiques ont été positifs.

On conclut que la tomate est de bonne qualité et préparé à partir d'une très bonne tomate mûre et fraîche.

Annexe

DOCUMENTS ANNEXES

Annexe 1 : informations sur le lycopène

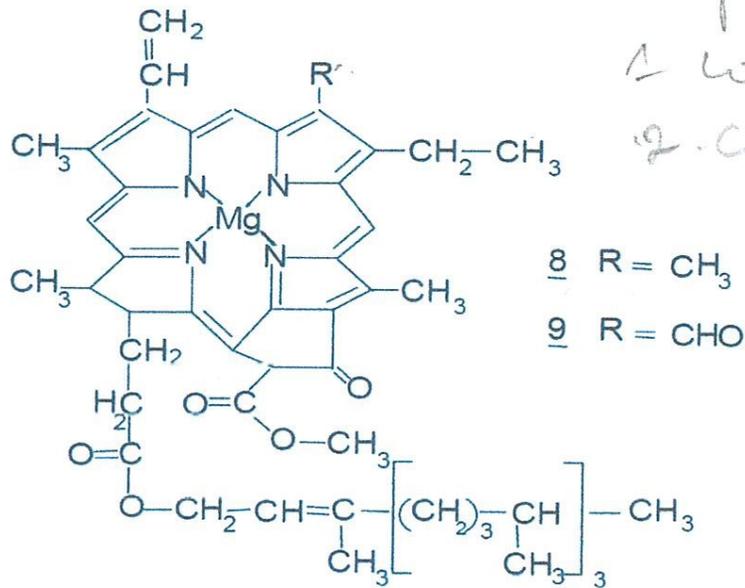
❖ Formule chimique topologique du lycopène et β -carotène :



- Le lycopène est un solide rouge de formule brute $C_{40}H_{56}$, de température de fusion $175^{\circ}C$.
- Le lycopène est un pigment rouge que l'on trouve surtout dans la tomate et dans la pastèque, le pamplemousse...
- Le lycopène est insoluble dans l'eau.
- Le lycopène est soluble dans l'huile, le cyclohexane, le dichlorométhane et l'éthanol.
- La consommation régulière d'aliments contenant du lycopène est associée à une réduction des risques de maladies cardiovasculaires, de certains cancers, du diabète et de l'ostéoporose.

- La cyclisation de ses extrémités par une enzyme spécifique, la chromoplast-specific lycopène bêta-cylase, aboutit à la formation du bêta-carotène.

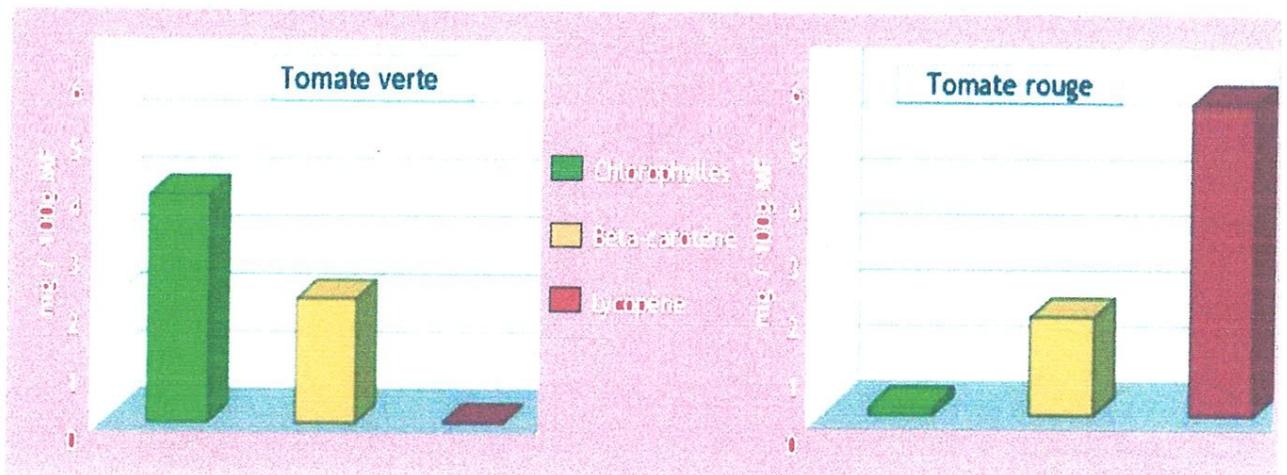
❖ Formule chimique topologique de la chlorophylle :



il y a 2 composés
 1. composé R = CH₃
 2. composé R = CHO

Annexe 2 : informations sur la maturation de la tomate

Au cours de la maturation la coloration de la tomate passe du vert au rouge. Ceci s'explique par la dégradation des chlorophylles (pigments verts) et par l'accumulation du beta-carotène (pigment jaune) et du lycopène (pigment rouge).



Annexe 3 : Nutriments les plus importants

Voir la signification des symboles de classification des sources des nutriments

★ **Potassium.** La tomate est une **source** de potassium. Dans l'organisme, le potassium sert à équilibrer le pH du sang et à stimuler la production d'acide chlorhydrique par l'estomac, favorisant ainsi la digestion. De plus, il facilite la contraction des muscles, incluant le cœur, et participe à la transmission de l'influx nerveux.

★ **Manganèse.** La tomate est une **source** de manganèse. Le manganèse agit comme cofacteur de plusieurs enzymes qui facilitent une douzaine de différents processus métaboliques. Il participe également à la prévention des dommages causés par les radicaux libres.

★ **Cuivre.** La tomate est une **source** de cuivre. En tant que constituant de plusieurs enzymes, le cuivre est nécessaire à la formation de l'hémoglobine et du collagène (protéine servant à la structure et à la réparation des tissus) dans l'organisme. Plusieurs enzymes contenant du cuivre contribuent également à la défense du corps contre les radicaux libres.

★ **Vitamine B3.** La tomate est une **source** de vitamine B3 pour la femme seulement, les besoins en vitamine B3 étant supérieurs chez l'homme. Appelée aussi **niacine**, la vitamine B3 participe à de nombreuses réactions métaboliques et contribue particulièrement à la production d'énergie à partir des glucides, des lipides, des protéines et de l'alcool que nous ingérons. Elle collabore aussi au processus de formation de l'ADN, permettant une croissance et un développement normaux.

★ **Vitamine B6.** La tomate est une **source** de vitamine B6. Aussi appelée pyridoxine, la vitamine B6 fait partie de coenzymes qui participent au métabolisme des protéines et des acides gras ainsi qu'à la fabrication des neurotransmetteurs (messagers dans l'influx nerveux). Elle contribue également à la fabrication des globules rouges et leur permet de transporter davantage d'oxygène. La pyridoxine est aussi nécessaire à la transformation du glycogène en glucose et elle collabore au bon fonctionnement du système immunitaire. Enfin, cette vitamine joue un rôle dans la formation de certaines composantes des cellules nerveuses.

★ **Vitamine C.** La tomate est une **source** de vitamine C. Le rôle que joue la vitamine C dans l'organisme va au-delà de ses propriétés antioxydants. Elle contribue aussi à la santé des os, des cartilages, des dents et des

gencives. De plus, elle protège contre les infections, favorise l'absorption du fer contenu dans les végétaux et accélère la cicatrisation.

★ **Vitamine A.** La tomate est une **source** de vitamine A, sous forme de bêta-carotène. La vitamine A est l'une des vitamines les plus polyvalentes, collaborant à plusieurs fonctions de l'organisme. Entre autres, elle favorise la croissance des os et des dents, maintient la peau en santé et protège contre les infections. De plus, elle joue un rôle antioxydant et contribue à la bonne vision, particulièrement dans l'obscurité.

★ **Vitamine E.** La tomate est une **source** de vitamine E. Antioxydant majeur, la vitamine E protège la membrane qui entoure les cellules du corps, en particulier les globules rouges et les globules blancs (cellules du système immunitaire).

★ **Vitamine K.** La tomate est une **source** de vitamine K. Cette vitamine est nécessaire pour la fabrication de protéines qui participent à la coagulation du sang (autant à la stimulation qu'à l'inhibition de la coagulation sanguine). Elle joue aussi un rôle dans la formation des os. En plus de se trouver dans l'alimentation, la vitamine K est fabriquée par les bactéries présentes dans l'intestin, d'où la rareté des carences en cette vitamine.

Annexe 04 : les normes des rejets