

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane MIRA – BEJAIA
Faculté De Technologie
Département de Génie des procédés

Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme de Master en génie des procédés
Spécialité : Génie alimentaire

Thème

***Etude de la date limite de consommation de
pois chiche en conserve et de concentré
de tomate.***

Réalisé par :

M^{elle} BOUKEMOUCHE Fadila

Encadrés par:

Mr S.FATMI

Mme I.HARRATE

Devant le jury:

Mr M.AZZOUG (Président)

Mme N.CHIBANI (Examinatrice)

Année Universitaire 2020/2021

Remerciements

Je tiens à remercier avant tout, Dieu, pour être mon meilleur confident et pour me permettre de réaliser ce modeste travail. Merci pour me guider et être toujours avec moi.

*Je désire en premier lieu à exprimer infiniment mes sincères remerciements à mon encadreur **Mr Fatmi Sofiane** et ma Co-promotrice **M^{elle} Harrate Imene** pour avoir conduit cette étude, pour leur aide, leur compréhension et pour le temps qu'ils ont consacré pour moi.*

*Je remercie **Mme Fatmi** pour son accueil dans son laboratoire de contrôle qualité, **kahina** en particulier et **Dyhia** pour leurs assistance jusqu'à la finalisation de travail.*

*Un grand merci également pour **Mme Belkhiri**, **Mme Bey** pour avoir eu la patience de répondre à mes innombrables questions, **Mme Amrani**, **Mme Braday**, **Mme Adrar**, **Mme Louisa** et **M^{elle} Zahra** qui ont contribué à la réalisation de ce travail.*

*Je m'adresse également mes remerciements aux honorables membres de **jury** qui ont accepté d'examiner mon travail.*

Dédicace

Je dédie ce travail

*A **ma mère** la lumière qui m'a toujours illuminé mon chemin qui m'a soutenu et encouragé durant ces années d'études, à **mon père** le pilier de ma vie sur lequel j'ai toujours compté qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.*

*A mes **grands parents** eux qui m'ont doté d'une éducation digne, leurs amours ont fait de moi ce que je suis aujourd'hui, ceci est ma profonde gratitude pour vous.*

*A mes chères frères et sœur, **Koussaila, Youba, Massilia** mes sources de bonheur, de joie et d'amour je vous remercie infiniment.*

*A mes **tata** et **oncles** qui ont toujours été la pour moi.*

*A mes **cousines** et toute **ma famille** qui n'ont jamais cessé de me soutenir.*

*A mes copines, **Lydia** et **Sabria** en particulier qui m'ont toujours encouragé et à qui je souhaite plus de succès.*

A tous ceux qui ont partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la réalisation de ce travail, ceux qui m'ont chaleureusement supportés et encourager tout au long de mon parcours.

Fadila

Liste des figures

Figure 01 : Types de pois chiche : (A) Kabuli et (B) Desi

Figure 02 : Boite de pois chiche en conserve

Figure 3: Processus de fabrication de concentré de tomate

Figure 4 : Un PH mètre

Figure 5 : Une étuve

Figure 6 : Une photographie de la saumure après l'étuve

Figure 7 : Une photographie d'échantillon après le four

Figure 8 : Une photographie d'un erlenmeyer incliné pour déposition du précipité

Figure 9: Une photographie lors de la filtration du précipité après chaque lavage à l'eau bouilli

Figure 10 : Montage soxhlet

Figure 11: Montage Kjeldhal

Figure 12 : Une photographie des extraits

Figure 13: Une centrifugeuse

Figure 14: Un spectrophotomètre UV-visible

Figure 15 : Une photographie du réfractomètre pour analyse du Brix

Figure 16: Une photographie de l'échantillon après l'étuve

Figure 17: Une photographie du pycnomètre remplie d'échantillon

Figure 18 : Séparation des phases

Figure 19 : Courbe d'étalonnage d'acide gallique

Figure 20 : Courbe d'étalonnage de la quercitrine

Figure 21 : Une photographie des germes aérobies

Figure 22 : Une photographie des levures et moisissures

Figure 23 : Une photographie de l'analyse des Clostridium sulfito-réducteur

Figure24 : Une photographie de l'analyse des coliformes

Figure 25 : Boite de pois chiche périmé

Liste des tableaux

Tableau 1: Composition chimique des grains de légumineuses (Pour 100 gramme de MS)

Tableau 2 : Teneurs en protéines de quelques graines de légumineuses alimentaires

Tableau 3: Composition en acides gras des lipides de quelques légumineuses (% d'acides gras totaux)

Tableau 4 : Composition moyenne en éléments minéraux de quelques légumineuses alimentaires (mg/ 100g)

Tableau(5) : Classification botanique du pois chiche

Tableau 6 : Table de composition des aliments

Tableau 7: Classification botanique de la tomate

Tableau 8: Composition chimique de la baie de la tomate (%)

Tableau 9 : Les variétés de tomate utilisées pour la transformation en conserve

Tableau 10 : Date de fabrication et numéro de lot des pois chiche en conserve

Tableau 11: Date de fabrication et numéro de lot du concentré de tomate

Tableau 12 : Les analyses organoleptiques du concentré de tomate

Tableau 13: Les analyses organoleptiques des pois chiches et leurs saumures

Tableau 14 : Tableau récapitulatif sur les analyses physicochimiques des pois chiches sec et en conserves

Tableau 15 : Tableau des analyses physicochimiques des saumures

Tableau 16: Analyse physicochimique du concentré de tomate

Tableau 17 : Analyse des antioxydants et activité antioxydante des concentrés de tomate

Tableau 18 : Résultats de l'analyse microbiologique

Tableau 19: Les résultats d'analyses organoleptiques des pois chiches et leurs saumures

Tableau 20: Les résultats d'analyses organoleptiques du concentré de tomate

Liste des abréviations

abs : absence

Abs : Absorbance

Cm : centimètre

DLC : Date limite de consommation

DPPH : 2,2-diphényl 1-picrylhydrazyle

FAO : L'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (Food and Agriculture Organisation)

Fig : Figure

FTAM : Flore totale aérobie mésophile

g : Gramme

GN : Gélose nutritive

HACCP : Hazard Analysis and Critical Control Point (analyse des dangers et points critiques à maîtriser)

JORA : journal officiel de la république algérienne

Kcal : Kilocalorie

Kg : Kilogramme

L : litre

M : Concentration molaire ou *molarité*

mg : Milligramme

MG: Matière grasse

min : Minute

ml : Millilitre

mo : microorganisme

MS : Matière sèche

OGA : Gélose à l'Oxytétracycline glucose

OMS : Organisation mondiale de la Santé

pH : Potentiel hydrogène

SM : Solution mère

SS : Gélose Salmonella-Shigella

UV : Rayonnement *ultraviolet*

VF : *Gélose Viande-Foie*

VRBL : Gélose lactosée biliée au cristal violet et au rouge neutre

° : Degré

µg : microgramme

% : pourcentage

Sommaire

Introduction	01
--------------------	----

Partie bibliographique

I : processus de transformation de pois chiche

I.1.Légumineuse	02
1 I.1.1.Définition.	02
I.1.2.Historique	02
I.1.3.Classification des légumineuses :	03
I.1.3.1.Classification botanique :	03
I.1.4.Importance des légumineuses	04
I.1.5.utilisation des légumineuses.....	04
I.1.5.1. Utilisation humaine	04
I.1.5.2.Utilisation animale	05
I.1.5.3. Utilisation industrielle	05
I.1.6.Composition biochimique	05
I.1.6.1. Protéines	06
I.1.6.2. Glucides.....	07
I.1.6.3.Les lipides	08
I.1.6.4.Les vitamines et les éléments minéraux	08
I.1.6.5.Les facteurs antinutritionnels	09
I.2. Pois chiches	09
I.2.1.Définition	09
I.2.2.Origine et historique.....	10
I.2.3.Classification des pois chiches	11
I.2.4.Type de pois chiche.....	11
I.2.5.utilisation des pois chiches.....	12
I.2.6.Composition des pois chiches	12

I.3. La conserve de pois chiche	13
I.3.1. Définition	13
I.3.2. Processus de transformation.....	14
I.3.2.1.Le trempage	14
I.3.2.2.La cuisson	14

II : Processus de transformation de tomate

II.1.Généralités sur la tomate.....	15
II.1.1.Définition	15
II.1.2.Historique.....	15
II.1.3.Classification de la tomate	15
II.1.3.1.Classification botanique.....	15
II.1.3.2. Critères de transformation industrielle de la tomate	16
II.1.4. Intérêt alimentaire de la tomate.	16
II.1.4.1.Importance nutritionnelle.....	17
II.1.4.2. Importance médicinale et phytothérapeutique	17
II.1.5.Utilisations de la tomate	18
II.1.6.Variétés de tomates pour la transformation	18
II.2.Concentré de tomate.	20
II.2.1. processus de fabrication de concentré de tomate.....	20
II.2.2. Composition du concentré de tomate.....	22
II.2.3.Utilisation de concentré pour la préparation d'autres produits	22
II.3. Risque et altération des conserves.	23
II.3.1.Risques technologiques liés aux conserves	23
II.3.2.Facteur de stabilité des conserves	23
II.3.3.altération des conserves	23
II.3.3.1.Altération biochimique	23
II.3.3.2.Modification des caractères organoleptiques	23
II.3.3.3.Les altérations d'origines microbiennes.....	24

Partie pratique

III. Matériel et méthodes

III.1. Pois chiches	25
III.1.1. Les analyses physico-chimiques des pois chiches sec, conserve et saumure	25
III.1.1.1. Détermination du pH	25
III.1.1.2. Détermination de l'humidité.....	26
III.1.1.3. Dosage des cendres.....	27
III.1.1.4. Le taux d'amidon.....	28
III.1.1.5. Le taux de sucre.....	29
III.1.1.6. Dosage des lipides	30
III.1.1.7. Dosage des protéines	32
III.1.1.8. Teneur en chlorures de sodium (NaCl)	33
III.1.1.9. Dosage des antioxydants	34
III.1.1.10. Activité antioxydante.....	35
III.2. Tomate en conserve	36
III.2.1. Analyses physico-chimiques du concentré de tomate	36
III.2.1.1. Détermination du PH.....	36
III.2.1.2. Détermination du Brix	36
III.2.1.3. Détermination de l'acidité	37
III.2.1.4. Détermination du taux de l'humidité.....	38
III.2.1.5. Mesure de la densité	38
III.2.1.6. Teneur en chlorures de sodium (NaCl)	39
III.2.1.7. Détermination du taux de cendre.....	40
III.2.1.8. Détermination de lycopène et β carotène	40
III.1.2.9. Dosage des antioxydants	41
III.1.2.10. Activité antioxydante.....	41
III.1.2. Analyse microbiologique	42
III.1.2.1. Recherche des germes aérobies totaux FTAM	42
III.1.2.2. Recherche et dénombrement des levures et moisissures	43
III.1.2.3. Recherche et dénombrement des coliformes	43
III.1.2.4. Recherche et dénombrement des spores de Clostridium sulfite –réducteurs	44
III.1.2.5. Recherche et dénombrement des salmonelles	44
III.3. Analyses organoleptiques	45
III.3.1. Caractéristiques organoleptiques	45
III.3.2. Qualité organoleptique	46
III.3.3. Examen organoleptique	46

III.3.4.Détermination des caractéristiques organoleptiques	46
--	----

IV. Résultats et discussions

IV.1.Résultats de l'analyse physicochimique.....	48
Partie 1 : Pois chiches.....	48
1.1.Pois chiche sec et humide	48
1.1.1.Saumure des pois chiches.....	54
Partie 2 : Concentré de tomate.....	55
IV.2. Résultats de l'analyse microbiologique pour les concentrés de tomate et pois chiches en conserve	61
IV.3.Résultats de l'analyse organoleptique	63
Conclusion.....	65
Références bibliographiques	
Annexes	

Introduction

Introduction

Une «denrée alimentaire» ou «aliment» est définie selon le règlement (CE) n° 178/2002 comme un produit ou une substance qui peut être ou non transformée ou partiellement transformée, elle peut être d'origine animale, végétale, fongique (parfois bactérienne ou minérale) ou chimique, consommée par des êtres vivants à des fins d'alimentation ou de récréation [1].

Comme disait Hippocrate, médecin grec de l'Antiquité, « que ton aliment soit ta première médecine ». Par cette simple phrase, il affirmait la place centrale qu'occupe la nourriture dans notre quotidien.

Selon FAO la qualité des aliments est un sujet de préoccupation pour tous les peuples du monde, son objectif principal ne se traduit pas seulement par la satisfaction du goût, mais aussi par la garantie de la salubrité des aliments [2].

Malgré la place importante de la nourriture dans nos vies, l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) a constaté qu'un tiers des denrées alimentaires produites et propres à la consommation sont jetés alors que la malnutrition et la faim touchent environ un milliard de personnes dans le monde. Ce gaspillage alimentaire a des conséquences d'un point de vue social, économique mais aussi environnemental, d'ailleurs si le gaspillage alimentaire était un pays, il serait le troisième plus gros émetteur de gaz à effet de serre dans le monde, juste derrière la Chine et les Etats-Unis [1].

Il existe de nombreuses causes de gaspillage parmi lesquelles les aliments subissent au cours du temps des altérations chimiques, biochimiques et biologiques qui se traduisent par des modifications organoleptiques, nutritionnelles et/ou sanitaires, ainsi que le dépassement de la date limite de consommation [2].

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail, à savoir la réalisation d'une étude de vérification de la date limite de consommation et en suivant l'évolution des paramètres physico-chimiques, microbiologiques et organoleptiques de deux conserves d'origine végétale qui sont les pois chiches et le double concentré de tomate et cela en prenant des échantillons récemment fabriqués, des échantillons fabriqués en 2020 et des échantillons périmés. Il est à noter que les deux aliments sont de marques algériennes.

Chapitre I :
Processus de
transformation de
pois chiche

Processus de transformation de pois chiche

I.1.Légumineuse

I.1.1.Définition

Le terme « légume » désigne un ensemble de végétaux de natures botaniques différentes : des feuilles, des racines, des fruits, des tiges, des fleurs, que l'homme est approprié, a cultivé, travaillé, et consommé [2].

Les légumes secs sont les graines comestibles des plantes de la famille des légumineuses. Ils sont particulièrement riches en amidon et à teneur peu élevée en lipides. Elles sont caractérisées par une forte teneur en protéines. Il s'agit des haricots secs, des lentilles, des pois chiches, des pois ronds et cassés, des fèves,...etc [1].

Les légumineuses sont une source importante de nourriture quotidienne pour les humains de nombreux pays, car ils fournissent à la fois micro et macro-éléments et avoir une teneur élevée en protéines, glucides, ainsi que des vitamines et des minéraux. En outre, ils appartiennent à des aliments végétaux qui sont généralement riches en composés phénoliques et de posséder la capacité antioxydant élevée, ce qui peut être bénéfique dans la prévention de plusieurs problèmes liées à la santé comme les maladies cardiovasculaires [3].

Selon les chiffres fournis par la FAO, la production totale de ces graines avoisine 60 millions de tonnes, les cinq espèces les plus importantes sont : haricot sec, pois chiches, fève, lentille, pois [4].

I.1.2.Historique

Les légumineuses sont consommées depuis des temps reculés; elles furent parmi les premières plantes à être cultivées, on en cultivait même déjà quelques variétés pendant la préhistoire. Il semble que la première culture de légumineuse ait eu lieu en Asie du Sud-Est, plutôt qu'au Moyen-Orient comme on le croyait jusqu'à maintenant; des découvertes archéologiques récentes de graines de fèves et d'autres légumineuses datant de plus de 11000 ans ont été faites dans cette région, qui est également le lieu d'origine des pois chiches et des lentilles [5].

Durant tout le Moyen Âge, elles furent un aliment de base dans l'Europe du Nord, à cause du climat qui ne permettait pas une bonne culture des céréales. Au XV^e et XVI^e siècles, l'exploration et le commerce ont entraîné l'introduction de variété de légumineuses dans d'autres régions du monde [5].

Processus de transformation de pois chiche

I.1.3. Classification des légumineuses

La dénomination légumineuse rappelle le terme latin légume en qui indique la fructification gousse ou cosse [6].

Par ordre d'importance agro-économique, la famille des Fabaceae dont le synonyme est Leguminosae ou légumineuse est composée de 643 genres et 17 275 espèces [7].

Selon **Broughton**, La famille des Fabaceae est subdivisée en trois sous-familles d'importances inégales notamment : Mimosoideae, Caesalpinioideae et Faboideae ou Papilionoideae [8].

❖ La sous-famille des Mimosoïdeae

Comprend environ 3 000 espèces regroupées dans quelques 77 genres [9]. Elles produisent des fleurs régulières regroupées en inflorescences denses. Les espèces sont représentées principalement par des arbres et des arbustes distribués dans les régions tropicales et subtropicales sur tous les continents. Les genres *Acacia*, *Calliandra*, *Mimosa* et *Prosopis* sont les plus représentatifs [10].

❖ La sous-famille des Caesalpinoïdeae

Considérée comme la plus primitive, regroupe environ 4200 espèces dans quelques 162 genres [10].

Les espèces possèdent des fleurs aux corolles irrégulières et sont représentées par des arbres, arbustes et herbacées vivaces distribuées des régions tropicales aux régions tempérées. Les genres *Caesalpineia*, *Cassia*, *Cercis* et *Gleditzia* sont représentatifs de cette sous-famille [11].

❖ La sous-famille des Fabaceae ou Papilionaceae

D'une évolution plus récente, comprend quelques 14.000 espèces aux fleurs irrégulières, regroupées dans environ 476 genres [12].

Parmi les tribus de cette catégorie on citera la tribu des Phaseoleae à laquelle appartiennent de nombreuses espèces importantes utilisées pour l'alimentation humaine directe (soja, haricot, pois chiche....etc.) ainsi que les plantes de pâturage les plus importantes utilisées par les agriculteurs [13].

Processus de transformation de pois chiche

I.1.3.1. Classification botanique

Les légumineuses appartiennent aux :

Règne : plantae

Sous règne : Tracheobionta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous classe : Rosidea

Ordre : Fabales

Famille : Fabaceae [14]

I.1.4. Importance des légumineuses

La famille des légumineuses est l'une des familles végétales les plus utiles à l'homme, que ce soit dans le domaine alimentaires, industrielles, économique, écologique ou agronomique [15].

Les graines des légumineuses sont des aliments d'excellente qualité; elles constituent une source majeure de protéines et d'huiles végétales. Selon la légumineuse considérée, les protéines peuvent représenter de 17 et 27 % du poids des graines, soit deux à trois fois plus que les graines des céréales majeures [15].

Pour l'industrie, les légumineuses représentent une source très importante de matière première : pour la production de dériver alimentaire tel que les huiles, les farines, les conserves...etc, et pour la production des produits cosmétiques et pharmaceutiques [13].

L'utilisation des systèmes de rotation légumineuses-céréales, permet de substantielles économies d'engrais azotés, d'épargner une grosse part de l'énergie fossile et conduit à une protection de l'environnement et au développement d'une agriculture équilibrée [16].

Les légumineuses améliorent les pratiques agricoles et contribuent au maintien de la fertilité des sols. En effet, les légumineuses accumulent des concentrations importantes d'azote dans leurs tissus. Une partie de cet azote est réincorporée au sol via la décomposition des tissus ce qui permet de rétablir la fertilité des sols après des cultures plus exigeantes tel que les céréales [10].

Ecologiquement, les légumineuses sont responsables pour une partie substantielle de la conversion du flux global de l'azote atmosphérique en forme fixe tel que l'azote ammoniacal qui est à son tour converti en composés organiques assimilables [17].

Processus de transformation de pois chiche

Les légumineuses jouent aussi des rôles très importants dans la lutte contre l'érosion, la désertification et la dégradation des sols, ainsi que la réhabilitation des sites miniers après exploitation [18].

I.1.5.utilisation des légumineuses

I.1.5.1.Utilisation humaine

Les légumes secs sont depuis longtemps occupés une place importante dans différents régimes alimentaires. Souvent appelés "la viande des pauvres", ils se sont imposés dans la ration alimentaire, et sont présents sur toutes les tables du monde. Ainsi, ils participent au déficit protéique en ce qu'ils corrigent en partie la carence en azote des céréales et tubercules, notamment dans les pays pauvres ou en développement, du fait de leur composition et de leur valeur nutritionnelle [19].

L'observation montre que dans les régions pauvres où la consommation de viande est faible, celle des légumineuses est élevée. C'est grâce à elles que des pays méditerranéens ou asiatiques pauvres ont cependant une bonne alimentation [20].

Les légumineuses fournissent des graines sèches pour la consommation humaine, certaines de ces graines se mangent principalement cuites ou comme légume sec et parfois sont moulues en farines pour la préparation de différents plats, d'autres fournissent une huile comme l'arachide et le soja (source oléagineux) [21].

I.5.1.2.Utilisation animale

Tous les animaux d'élevage ont besoin de protéines qu'ils consomment sous la forme de protéagineux (lupin, pois, féverole), de fourrages verts ou déshydratés (graminées et/ou légumineuses) et surtout de tourteaux d'oléagineux (soja, arachide) [22].

Grâce à sa richesse en protéines et en huile, la graine de soja constitue un bon compromis alimentaire pour fournir simultanément les acides aminés et l'énergie dont l'animale a besoin [23]. Le soja sera utilisé pour nourrir les poulets, les dindes, les porcs, les vaches et les saumons [24].

I.5.1.3.Utilisation industrielle

Les légumineuses ont été utilisées dans l'industrie pour préparer les plastiques biodégradables, les huiles (fournissent plus de 35% d'huile végétale transformée du monde), sont aussi utilisées pour la fabrication des encres, les gommes, ainsi que les colorants et dans le dimensionnement des textiles et du papier. Dans plusieurs villes les véhicules sont alimentés par les carburants biodiésels de soja [25].

Processus de transformation de pois chiche

I.1.6.Composition biochimique

Les graines de légumineuses (pois chiche) sont beaucoup plus riches en protides et moins riches en glucides que les grains des céréales (tableau 1). La teneur élevée en protéines de ces graines justifie en partie le caractère vital que revêtent ces plantes en alimentation humaine et animale. Leurs protéines fournissent les acides aminés indispensables avec des teneurs en lysine élevées, constituant ainsi un bon supplément pour les céréales qui en sont déficients [26].

Les légumes secs apportent, à poids égal, autant de calories que les céréales. Leurs teneur en protéine est élevée, de 17 à 30 % de MS, soit deux fois celle des céréales. Elles dépassent même, légèrement celle de la viande, du poisson et des œufs [26].

Tableau 1: Composition chimique des grains de légumineuses (Pour 100 gramme de MS) [26]

Espèces	Calories (g)	Protéines (g)	MG (g)	Glucides (g)	Celluloses(g)
Fève	343	23.4	2	60.2	7.8
Lentille	346	24.2	1.8	60.8	3.1
Pois chiche	358	20.1	4.5	61.5	2.5
Pois	330	22.2	1.4	60.1	2.7
Blé	370	13	2	68	2.5

Espèces	Calcium (mg)	Fer (mg)	Thiamine (mg)	Vitamine C (mg)	Riboflavine (mg)
Fève	90	3.6	0.54	4	0.29
Lentille	56	6.1	0.5	3	0.21
Pois chiche	149	7	0.4	5	0.18
Pois	70	4.3	0.72	4	0.15
Blé	60	1	0.13	-	0.04

Processus de transformation de pois chiche

D'après le (tableau 1), il apparait que la plus part des graines de légumineuses comestibles contiennent peu de matière grasse, de 1,4 à 2,0 % à l'exception du pois chiche qui renferme en moyenne 4,5%. Elles sont une assez bonne source de thiamine, d'acide nicotinique, de calcium et de fer.

I.1.6.1. Protéines

D'un point de vue nutritionnel, les graines de légumineuse se caractérisent par une haute teneur en protéines mais leur aptitude à satisfaire les besoins protéiques varie suivant la composition en acides aminés de ces protéines [27].

Les légumineuses contiennent des teneurs en protéines très variables mais élevées (20% à 40% de MS). Dans le cas des graines de lupin et de soja, riche en lipides, la teneur en protéines est élevée (35 % à 40%) alors qu'elle est comprise entre 20% et 30% dans la plus part des graines amylacées (pois, féverole et haricot) (Tableau 2) [26].

D'une manière générale, la teneur en protéines des graines de légumineuses est supérieure à celle des céréales. Pour cela, ces graines fournissent environ 8% des ressources mondiales en protéines et constituent en association avec les céréales la base de l'alimentation dans de nombreux pays en voie de développement [27].

Tableau 2 : Teneurs en protéines de quelques graines de légumineuses alimentaires [26]

Espèces	Teneurs en protéines
Soja	36,9-40,7
Pois chiche	21-25,1
Fève	23,1-38,1
Haricot	21-29,1
Pois lisse ridés	20,2-31
	25,7-34,4
Féverole	26
Lentille	24-28

Processus de transformation de pois chiche

I.1.6.2. Glucides

L'amidon est, après la cellulose, la principale substance glucidique synthétisée sous forme de réserve par les végétaux supérieurs à partir de l'énergie solaire. Polymère de glucose, il constitue, par conséquent, une source naturelle et énergétique de choix pour l'alimentation des êtres vivants, en particulier celle de l'homme. L'amidon est le constituant glucidique essentiel chez les légumineuses, sa structure moléculaire est proche de celle des céréales puisque l'amylopectine représente en moyenne 70% [28].

❖ Composition de l'amidon

Composant essentiel, il représente environ 70% à 80% de MS des céréales et leurs dérivés et 30 à 70 % de MS des graines de légumineuse. L'amidon se présente dans les céréales et les légumineuses sous forme de grains plus au moins enchâssés dans la matrice protéique de la cellule. Ces grains extraites de la plante ont l'aspect d'une poudre blanche insoluble dans l'eau froide. Leur forme et leur taille dépendent de leur origine végétale (tableau 1) Les amidons des céréales sont très polymorphes, de forme lenticulaire (blé, seigle et orge), polyédrique (maïs, riz) ou filamenteuse (maïs riche en amylose), et les amidons de légumineuse sont les plus souvent réniformes avec un hile central allongé ou étroit. Il faut aussi souligner la grande hétérogénéité de taille des grains à l'intérieur d'une même population [26].

Ces grains possèdent une structure physique organisée en zones amorphes et cristallines, due à l'association intermoléculaire des deux principaux constituants de l'amidon: l'amylose et l'amylopectine. Outre l'amidon qui constitue la fraction glucidique facilement assimilable par l'organisme, d'autres constituants sont moins avantageux [29].

Les polysaccharides, que constituent jusqu'à 50 % des enveloppes des graines (cellulose, hémicellulose, pectines) réduisent considérablement la digestibilité des autres éléments nutritionnels et des protéines en particulier. De même les sucres éthanol solubles issus de la dégradation des galactosides (tel le stachyose en particulier) sont peu appréciés pour les flatulences qu'ils engendrent [30].

I.1.6.3. Les lipides

La teneur moyenne des légumineuses en lipides est faible et ne dépasse guère 2% de MS, à l'exception du pois chiche qui en constitue une source relativement riche (5 à 6 % de MS). Les triglycérides représentent 90% des lipides totaux. La composition en lipides des légumineuses est proche de celle des céréales avec un caractère polyinsaturé marqué et une prédominance de l'acide linoléique [31].

Processus de transformation de pois chiche

Tableau 3: Composition en acides gras des lipides de quelques légumineuses (% d'acides gras totaux) [31]

Acide gras	Haricot	Pois chiche	Lentille
Acide gras saturé			
-Acide palmitique	13.9	11.9	16.7
Acide gras insaturé			
-Acide linoléique	27	56	47.8

I.1.6.4. Les vitamines et les éléments minéraux

Les graines de légumineuse constituent une source importante d'éléments minéraux (tableau 4). Elles sont particulièrement riches en potassium (de 900 à 1370 mg / 100g), alors que la teneur en sodium est particulièrement faible, sauf lorsqu'il s'agit de conserves de pois ou de haricot [32].

Les légumineuses sont des sources végétales intéressantes en fer (entre 6 et 13 mg/ 100g) et leur teneur en calcium avoisine celle du blé (100 mg/ 100g) [33].

La teneur en calcium varie largement pour une même espèce suivant la variété, le climat, les méthodes de culture et la nature des sols. Les légumes secs sont très riches en phosphore, la teneur moyenne est de 440mg/ 100g). Celui-ci se trouve en majeure partie (50% à 80%) sous forme de phytates [33].

Processus de transformation de pois chiche

Tableau 4 : Composition moyenne en éléments minéraux de quelques légumineuses alimentaires (mg/ 100g) [32]

Elément minéraux	Fève	Lentille	Pois chiche	Haricot	Pois sec
Poids total de la graine (g)	550	380	460	450	390
Ca	220	90	120	60-40	60
Mg	140	100	130	150	130
K	1370	900	1180	1200	900
Na	5	4	4	4	4
Cu	1.5	3.2	1	1	0.6
Fe	6.8	12.6	6.1	7-10	6
Mn	0.1	0.1	0.2	2	2.8
Zn	0.2	0.3	0.3	2-9	3.5

I.1.6.5. Les facteurs antinutritionnels

Les facteurs antinutritionnels sont des substances présentes en quantités plus ou moins grandes qui gênent l'utilisation digestive ou métabolique des autres nutriments ou confèrent à l'aliment une certaine nocivité, entraînant par exemple des phénomènes de toxicité métabolique. La présence de certains de ces facteurs antinutritionnels est, certes, un frein à une utilisation plus large des légumes secs, qui par ailleurs nécessitent des temps de cuisson souvent très importants pour être rendus consommables [32].

Aussi, divers chercheurs se sont intéressés à la caractérisation et aux moyens d'élimination de ces facteurs antinutritionnels et d'une façon plus générale à la digestibilité des graines de légumineuses [34].

Processus de transformation de pois chiche

I.2.Pois chiches

I.2.1.Définition

Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est une plante de la famille des Fabacées (ou légumineuses), voisine du petit pois mais d'un genre botanique différent. Son nom latin d'espèce arietinum fait référence à la forme de la graine en tête de bélier flanquée de ses cornes. C'est un pois de taille moyenne, rond et terminé en pointe. Il est très parfumé et conserve sa forme à la cuisson (environ 1 heure) [35].

A travers le monde, différentes nomenclatures ont été attribuées au pois chiche (*Cicer arietinum* L.) notamment gram, chickpea, hommos, chana, chiatingvetch, nakhut, nukhud, kicher, garbanzo [36].

I.2.2.Origine et historique

Le pois chiche est parmi les premières légumineuses à graines domestiquées par l'homme depuis l'antiquité [37].

Les premières traces d'utilisation du pois chiche comme aliment remontent à environ 7000 ans. Il est originaire du Moyen-Orient, plus précisément du Sud-Est de la Turquie et de la Syrie [38].

Au cours de sa domestication, le pois chiche semble avoir connu plusieurs centres de diversification, dont le plus ancien serait le plateau Anatolien [39]. Il s'est rapidement disséminé dans le monde pour devenir une culture importante des environnements subtropicaux et méditerranéens [40].

Cette culture a réussi à conquérir plusieurs régions du monde dont la partie septentrionale de l'Afrique. Ainsi, l'Afrique du Nord constitue un centre de diversité important pour cette espèce, Cette plante est bien adaptée aux régions semi arides [41].

En Algérie, le pois chiche est la seconde légumineuse alimentaire produite après les fèves. Sa culture a connu, durant la décennie 1980-90 une certaine évolution progressive sur le plan des superficies et de la consommation et une évolution régressive en terme de productivité [42].

Les causes de la faiblesse de la productivité du pois chiche en Algérie sont souvent d'ordre agro techniques liées aux conditions de semis (période, modes de semis, qualité de la semence) et à l'infestation par les adventices [43].

Sa culture est située dans l'Est à Skikda, Guelma et Mila (plaines intérieures). Dans l'Ouest du pays, elle est cultivée principalement à Tlemcen et à Sidi Bel Abbès [44].

Processus de transformation de pois chiche

I.2.3. Classification des pois chiches

La classification botanique du pois chiche est exprimée dans le tableau suivant :

Tableau(5) : Classification botanique du pois chiche [45]

Règne	Plante
Sous règne	Tracheobionta (plante vasculaire)
Embranchement	Spermatophyta (plante à graine)
Sous embranchement	Magnoliophyta (angiospermes phanérogames ou plantes à fleurs)
Classe	Magnoliopsida (ou dicotylédones)
Sous classe	Rosidae
Ordre	Fabales
Famille	Légumineuses
Genre	Cicer
Espèce	Cicer arietinum L
Nom commun	Pois chiche

I.2.4. Type de pois chiche

Sur la base de la forme, de la taille et de la couleur des graines, deux formes distinctes de pois chiche cultivé sont connues à savoir :

- **Type Dési** : caractérisé principalement par des fleurs roses, des graines anguleuses, brunes et petites avec un pourcentage élevé de fibres, principalement cultivé en Asie du Sud et en Afrique.
- **Type kabuli** : dont les fleurs sont blanches et les graines en forme de tête de chouette, beiges, de grande taille avec un faible pourcentage de fibres, cultivées dans les pays méditerranéens [46].



Figure 01 : Types de pois chiche : (A) Kabuli et (B) Desi [46].

Processus de transformation de pois chiche

I.2.5.utilisation des pois chiches

Le pois chiche peut être mangé tel quel, chaud ou froid (en salade), mais il est le plus souvent consommé comme "légume" du couscous. Peut aussi s'utiliser avec des plats en sauce tel que potée et ragoût, et sous forme de rôtie ou germée. Ecrasé, il se consomme sous forme d'houmous (purée froide) et de fallafels (boulettes frites). Le pois chiche est également utilisé sous forme de farine pour la préparation de plat comme la socca [47].

Le pois chiche est surtout employé pour la consommation humaine. Les pois chiches desi, qui doivent être décortiqués, sont utilisés entiers, cassés ou moulus en farine. Les Kabuli servent surtout à la préparation de salade et de mélange de légumes. Il entre aussi dans la préparation d'un large éventail de grignotines, potage, confiseries et condiments [48].

De nombreuse préparation culinaire à partir de pois chiche sont faite avec les graines, bouillies ou grillées, sous forme de farine ou de purée [49].

De petites quantités de pois chiche de moindre qualité servent à nourrir le bétail, l'analyse nutritionnelle montre qu'il s'agit d'un excellent aliment pour un bon nombre d'animaux d'élevage. Les tiges et les feuilles de pois chiche, ou la farine des graines, sont utilisées pour nourrir le bétail. Les graines concassées sont employées pour engraisser les agneaux [50].

I.2.6.Composition des pois chiches

Le pois chiche, comme toutes les légumineuses, est un aliment naturellement riche en protéines végétales, en plusieurs vitamines et minéraux et en fibres alimentaires. De plus, il est faible en matières grasses, et comme tous les aliments végétaux il ne contient pas de cholestérol [51].

Processus de transformation de pois chiche

Tableau 6 : Table de composition des aliments [52]

Energie (Kcal)	275
Eau(g)	10.4
Protéines (g)	20.0
Graisse (g)	4.4
Glucide (g)	48
Fibres alimentaire (g)	15
Sodium (mg)	30
Potassium (mg)	700
Calcium (mg)	140
Phosphore (mg)	350
Magnésium (mg)	130
Fer (mg)	7
Vitamine A (µg)	30
Vitamine B1 (mg)	0.50
Vitamine B 2(mg)	0.17
Niacine (mg)	1.5
Vitamine B6 (mg)	0.54
Vitamine B9 [acide folique] (µg)	180
Vitamine C (mg)	4

Processus de transformation de pois chiche

I.3.La conserve de pois chiche

I.3.1.Définition

Les conserves de pois chiches sont obtenues à partir de graines sèches de *Cicer arietinum* L, (humidité < 14%), saines et dépourvues de matières étrangères et d'insectes. Les pois chiches sont soumis à divers processus d'hydratation à l'eau, lavés, blanchis, refroidis et sélectionnés, puis mis en boîte en y ajoutant le jus de couverture. C'est un produit stérilisé, il peut se conserver 3 ans à température ambiante [53].



Figure 02 : Boite de pois chiche en conserve

I.3.2.Processus de transformation

I.3.2.1.le trempage

Le trempage est une opération indispensable dans la préparation des légumineuses. Traditionnellement, cette opération visait à réduire le temps de cuisson. Une étude menée par Singh et al a montré que le temps de cuisson des pois chiches est passé de 2 heures à 1 heure suite à un trempage d'une durée de 16 heures dans l'eau. Ce temps de cuisson a été encore réduit à 26 min en rajoutant 1 % de NaHCO_3 (bicarbonate de sodium) à l'eau de trempage. L'ajout de sels minéraux dans l'eau de trempage semble être une pratique courante afin d'accélérer l'absorption de l'eau lors de la cuisson [54].

I.3.2.2.La cuisson

La cuisson est un traitement thermique qui modifie la structure physico-chimique des aliments les rendant plus digestes par le métabolisme humain. Pour les légumineuses, l'opération de cuisson est généralement précédée par une opération de trempage [55].

*Chapitre II : Processus de
transformation de la
tomate*

II.1.Généralités sur la tomate

II.1.1.Définition

La tomate (*Solanum Lycopersicum L.esculentum*) fait partie de la famille des solanacées, c'est une plante herbacée annuelle sous nos climats, elle est de la même famille que les pommes de terre, les aubergines, les poivrons .La tomate est le fruit du plant de tomate. De nos jours, c'est l'un des légume-fruit le plus consommé dans le monde [56].

Cette plante est cultivée en plein champ ou sous presque 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, de jus et de conserves [57].

II.1.2.Historique

La tomate est originaire des Andes (Amérique du sud), son introduction pour la première fois en Europe date de 1544, sa culture s'est ensuite propagée en Asie de sud, en Afrique et au Moyen Orient [58].

Introduite en Algérie par les Espagnols en 1905 dans la région oranaise [59].

II.1.3.Classification de la tomate

II.1.3.1. Classification botanique

Cronquist, rappelle que la tomate appartient à la classification suivante présentée dans le tableau 7 :

Processus de transformation de tomate

Tableau 7: Classification botanique de la tomate [60]

Règne	Plantae
Sous règne	Trachenobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous classe	Asteridae
Ordre	Solanales
Famille	Solanaceae
Genre	Solanum ou Lycopersicum
Espèce	Lycopersicum esculentum Mill

II.1.3.2. Critères de transformation industrielle de la tomate

Les tomates utilisées pour la préparation de concentré doivent répondre à certains nombre de critères de qualité, les fruits doivent être fermes, sains, résistants à l'éclatement et l'écrasement au moment de la récolte, durant le transport et le stockage. Cependant, d'autres critères sont à considérer.

- **Calibre de fruit:** Le fruit doit être de grand calibre, ce qui se traduit par une diminution de la main d'œuvre à la récolte et au triage.
- **pH:** Le pH du produit à transformer doit être inférieur à 4,5 de façon à limiter le temps de stérilisation nécessaire pour préserver la qualité du produit fini.
- **Couleur du fruit:** La couleur doit être d'un rouge caractéristique aussi bien pour la peau du fruit que pour la pulpe.
- **Extrait sec:** L'extrait sec total du fruit de tomate est essentiel pour l'élaboration du concentré, Plus l'indice de réfraction est élevé, moins il faut de kilogrammes de tomates fraîches pour produire 1 kg double concentration de 28%.
- **Pectines:** Le fruit doit avoir une teneur élevée en substances pectiques (1,2 à 1,5 %) afin d'augmenter la consistance du produit fini.
- **L'acidité:** Même importance que le pH, la teneur en acide citrique dans la tomate ne doit pas être inférieure à 0,35 % [61].

Processus de transformation de tomate

II.1.4. Intérêt alimentaire de la tomate

La tomate tient une place importante dans l'alimentation humaine. Bien que ce soit un fruit sur le plan botanique, elle se consomme comme un légume soit cru, en salade souvent mélangée avec d'autres ingrédients ou en jus, soit cuite dans d'innombrables préparations culinaires [62].

II.1.4.1. Importance nutritionnelle

La consommation des fruits-légumes de la tomate contribue à un régime sain et équilibré [63].

La tomate est riche en potassium, antioxydants, magnésium, phosphore, vitamines A B-C et E, fibres et sels minéraux. La tomate est un allié de votre minceur car elle a un faible apport calorique [64].

Tableau 8: Composition chimique de la baie de la tomate (%) [65]

Eau					95
					%
Matières sèches totales	Matières sèches solubles	Sucre (glucose, fructose)	55	79	
			%	%	
		Acide (citrique, malique)	12		
			%		
	Sels minéraux	7%			
		Pigments caroténoïdes *, Composés volatils, vitamines **	5%		
	Matières sèches insolubles	Cellulose, matière pectique		21	
					%

*pigment jaune orange (bêta carotène=provitamine A) ou rouge (lycopène)

**vitamine C (18 à 25 mg/100g de fruit frais), vitamines B, K, E.

Processus de transformation de tomate

II.1.4.2. Importance médicinale et phytothérapeutique

Avant, les Incas en Amérique de sud utilisaient la feuille fraîche de la tomate comme antibiotique [66].

Les études épidémiologiques ont démontré qu'une consommation importante en fruits et de légumes diminuait le risque de maladies cardiovasculaires, de cancers et de maladies chroniques [67].

La consommation de la tomate est excellente pour :

- La santé du foie, car elle contient des éléments antitoxiques appelées chlorite et sulfure.
- La diminution de l'hypertension grâce à son taux élevé en potassium.
- Stimuler les sécrétions digestives, grâce à sa saveur peut acidulée.
- La prévention des maladies cardiovasculaires, l'artériosclérose et la cécité.
- La prévention du cancer grâce à sa teneur en caroténoïdes antioxydants [68].

La tomate a également un effet stimulateur de l'immunité et renforce la santé de la peau et la protège contre les dangers des UV, et le lycopène a un effet antioxydant et protège contre les maladies dégénératives [69].

II.1.5.Utilisations de la tomate

A partir de produits frais, la tomate est transformée industriellement en conserve ou surgelée, sous forme de purée, de concentré, de condiment, de sauces et de plats préparés.

- **Tomate fraîche :** La tomate peut se consommer nature, à la croque, au sel, mais elle entre le plus souvent dans la composition de salades simples ou composées, comme la salade niçoise. Cuite, la tomate se prépare de diverses manières : sautée, farcie, en sauce... C'est aussi un ingrédient de diverses sauces. La cuisson détruit une partie des vitamines mais favorise l'assimilation du lycopène. 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 [70].
- **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 même triple concentration), des sauces (dont la sauce tomate, les sauces aigres-douces, le ketchup) et le jus de tomate [70].

Processus de transformation de tomate

II.1.6. Variétés de tomates pour la transformation

Toutes les variétés de tomates cultivées ne sont pas adaptées au processus de transformation industrielle, dans le (Tableau 9) nous avons recensé les principales variétés de tomate utilisées pour la transformation en conserves [71].

Tableau 9 : les variétés de tomate utilisées pour la transformation en conserve [71]

Variétés	Description et utilisation
Agro F1 	Croissance indéterminée. Longue durée de conservation (permet une récolte en vert tournant ou en rouge). Saveur sucrée, chair ferme. Fruit de 90g et de 3 à 4 cm de diamètre. Marché de frais et de transformation.
Myriade F1 	Nouvelle variété de type allongé pour récolte en vrac. Plante vigoureuse à croissance indéterminée et de très bonne nouaison. Fruit de bonne conservation. Qualité constante en forme et couleur sur toute la période de récolte.
Rio Grande 	Plante à croissance déterminée. Type allongé, très ferme et charnu. Variété vigoureuse. Couleur rouge brique. Adaptée pour les conserves.
San Marzano 	Type allongé, très ferme. Variété vigoureuse. Longueur de 12 cm et Poids moyen de 100 g d'une chair dense et charnu. Léger collet vert. Couleur rouge brique. Adaptée pour les conserves.

Processus de transformation de tomate

II.2. Concentré de tomate

La dénomination « concentré de tomates » désigne le produit préparé par concentration du liquide, ou de la pulpe, extrait de tomates substantiellement saines, mûres et rouges (*Lycopersicon esculentum* P. Mill), filtrées ou préparées de toute autre façon, de manière que le produit fini soit débarrassé des peaux et pépins, ainsi que des autres parties dures ou gros morceaux; et conservé par des procédés physiques [72].

II.2.1. processus de fabrication de concentré de tomate

A leur arrivée sur le lieu de la transformation, les tomates sont lavées, triées selon leur taille puis pelées, elles sont ensuite broyées puis soumises à un premier traitement thermique (préchauffage) qui varie selon le produit désiré. Le plus souvent, les concentrés sont préparés selon un procédé dit "Hot Break" qui implique une température de 90 °C ou plus.

Dans ces conditions, les enzymes de la tomate sont inactivées, ce qui a des conséquences sur la texture et la flaveur du produit final. Cette méthode est généralement utilisée pour la préparation de produits visqueux et pâteux, comme par exemple le concentré de tomate.

L'autre procédé, dit "Cold Break", est utilisé pour la préparation d'aliments plus liquides, comme par exemple les jus de tomate. La température de chauffage est plus basse (jusqu'à 70°C), permettant de maintenir les enzymes actives. En particulier, les enzymes pectinolytiques permettront d'abaisser la viscosité du produit [73].

Une fois l'étape de préchauffage terminée, le produit est tamisé afin d'éliminer les particules de peau restantes et les pépins. Il est ensuite concentré puis pasteurisé. La concentration consiste à réduire la teneur en eau grâce à un chauffage sous vide jusqu'à obtention d'un taux de 28-30 % de solides solubles pour des doubles concentrés, voire 36 à 45 % pour des concentrés plus épais. Le conditionnement du produit, peut se faire avant ou après la pasteurisation [74].

Ce procédé est utilisé pour la préparation de concentré, mais peut également servir à produire du jus, de la pulpe, de la purée de tomate et des sauces en période de production des tomates fraîches. Dans ce cas, l'étape de concentration est inexistante ou très courte, et d'autres ingrédients peuvent être ajoutés, en particulier pour la préparation de sauces [75].

Processus de transformation de tomate

Le diagramme ci-dessous montre l'enchaînement des étapes de fabrication de concentré de tomate :

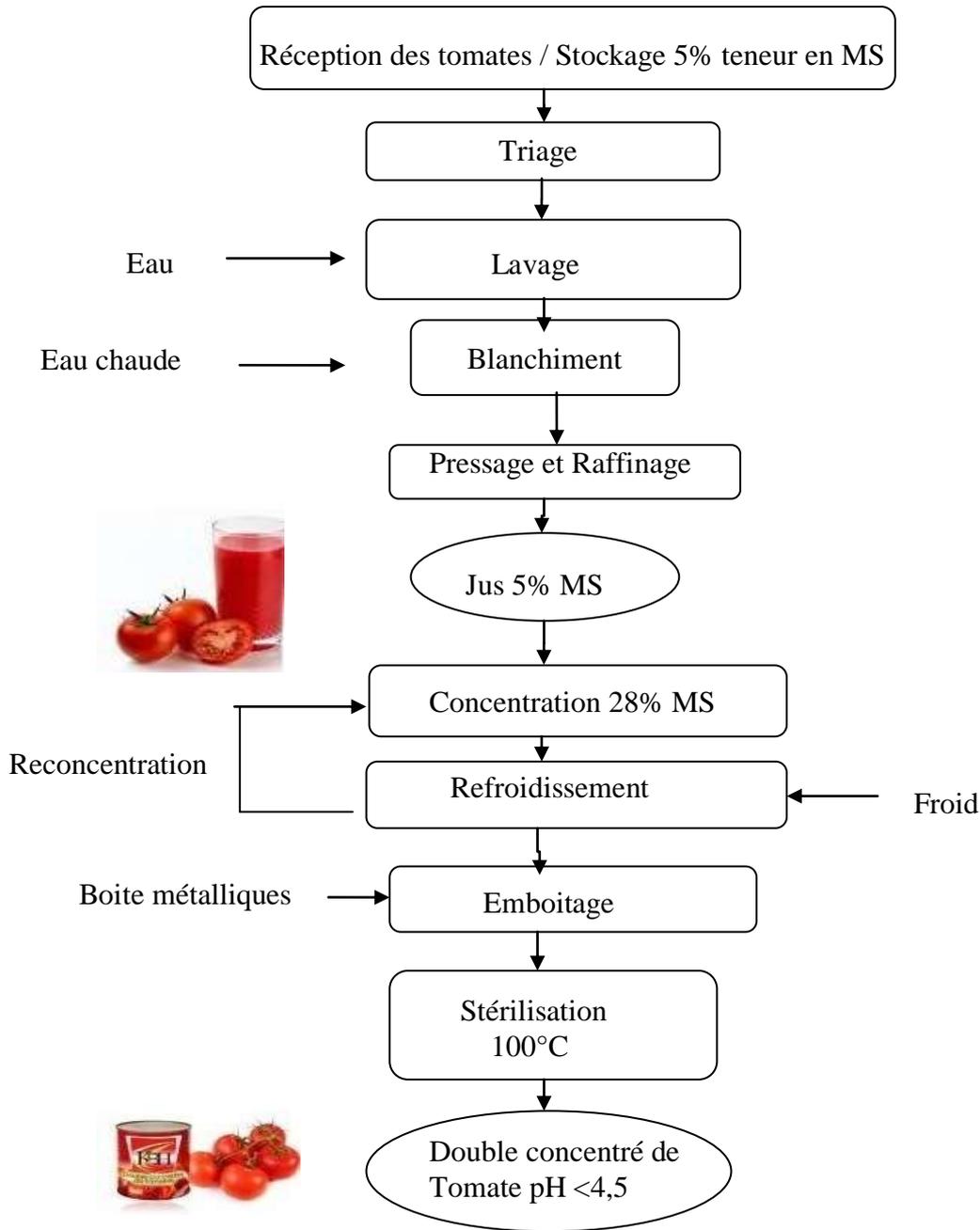


Figure 3: processus de fabrication de concentré de tomate [76]

Processus de transformation de tomate

II.2.2. Composition du concentré de tomate

a -Matière première

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

- Fraîches, Marchandes, rouges, saines et loyales.
- Etat de maturité convenable [77].

b- Ingrédients

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

- Le sel de qualité alimentaire (chlorure de sodium).
- Les aromates, épices naturels ou leurs extraits [78].

c- 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 goût du produit ou ayant un effet défavorable sur la qualité [77].

II.2.3.Utilisation de concentré pour la préparation d'autres produits

Le concentré de tomate peut être considéré comme un produit "semi-fini" car il entre dans la préparation de nombreux produits industriels, en particulier des jus, des sauces ou encore des soupes. La préparation de ces aliments se fait, le plus souvent, à partir de concentré dilué et mélangé à d'autres ingrédients, qui varient selon le produit désiré (oignons, huile, sucre, sel, épices,...etc.).Le mélange subit un traitement thermique et éventuellement, une étape d'homogénéisation à chaud permettant d'épaissir le produit. Il est ensuite conditionné puis pasteurisé [73].

II.3. Risque et altération des conserves

II.3.1. Risques technologiques liés aux conserves

Vu que les conserves sont soumises à de traitement thermique brutal, il peut y avoir des risques divers parmi lesquels :

- Risque de perte en matières minérales.
- Risque de dégradation des protéines.
- Risque de destruction des vitamines A1, B1, B2 et E.
- Risque de fusion puis oxydation des acides gras insaturés, qui aboutit à la formation de peroxydes (corps toxique) [79].

II.3.2. Facteur de stabilité des conserves

La détérioration de la qualité des conserves alimentaires peut être provoquée par des microorganismes et/ou diverses réactions physico-chimiques qui ont lieu après la récolte. Tout procédé de conservation a cependant pour priorité de réduire au minimum les risques d'apparition ou de développement des microorganismes provoquant l'altération des aliments ou des intoxications alimentaires [80].

D'un point de vue microbiologique, la conservation des aliments implique l'exposition des microorganismes à un environnement hostile (à savoir à un ou plusieurs facteurs adverses) pour empêcher ou retarder leur croissance, abrégé leur survie ou causer leur mort.

Les exemples de ces facteurs sont :

- l'acidité : c'est-à-dire un abaissement du pH.
- la restriction de l'eau disponible pour la croissance : c'est-à-dire la réduction de l'activité de l'eau.
- la présence de conservateurs, des températures élevées, des températures basses.
- la restriction d'éléments nutritifs, les rayons ultraviolets et les rayonnements ionisants.

La disponibilité de l'eau, le pH et la température sont les principaux facteurs qui contrôlent la rapidité avec laquelle s'effectue l'altération des aliments et la croissance des microorganismes [80].

Processus de transformation de tomate

II.3.3.altération des conserves

II.3.3.1.Altération biochimique

Les traitements à haute température favorisent la destruction des micro-organismes, mais aussi entraîne des pertes excessives d'éléments nutritifs. Surtout s'il s'agit d'une matière première de mauvaise qualité ou on vise à détruire les bactéries sporulées pathogènes on adoptant ainsi un traitement excessif [81].

II.3.3.2.Modification des caractères organoleptiques

L'appertisation permet de développer les qualités organoleptiques des aliments (couleur, flaveur, texture ...) en provoquant un ensemble de modifications physiques et chimiques. Le barème appliqué à un produit doit être suffisant pour atteindre la cuisson désirée, mais doit également éviter un chauffage trop important ayant pour conséquence une dégradation des qualités de l'aliment par sur cuisson [82].

Lors du processus de fabrication, la couleur, la flaveur, la valeur nutritionnelle et les autres aspects de la qualité sont en général affectés [81].

II.3.3.3.Les altérations d'origines microbiennes

Cette altération est due à une matière première de mauvaise qualité microbiologique, arrêt accidentel des lignes avec maintien prolongé des produits à des températures qui favorisent la prolifération des micro-organismes, anomalies dans la conduite des autoclaves ou dans l'application des barèmes de stérilisation [83].

Un traitement à une température d'environ 61-65°C est suffisant pour éliminer 90% de toutes éventuelles contaminations microbiennes [84].

Chapitre III :
Matériels et méthodes

Contrôle physico-chimique aura pour rôle de vérifier la structure de la molécule et d'établir ses propriétés physiques et chimiques. Il a pour but de vérifier que dans un produit déterminé, il ya bien la substance annoncée (analyses qualitatives, réaction d'identification...).

Le contrôle physicochimique est réalisé en mesurant les différents paramètres (température, humidité, teneur en matière grasse, taux de sucre, pH...) [85].

La maîtrise de la qualité microbiologique (hygiénique obligatoire et marchande souhaitée par le fabricant mais aussi le consommateur) passe par un ensemble de démarches qui vont du contrôle des matières première brutes, en cours de transformation ou de l'aliment fini, aux pratiques de bonnes fabrications en passant par l'identification des principaux points critique du système de production / distribution , le plus souvent par une démarche HACCP [85].

Afin de mener notre étude on a dû acheter des produits finis à des dates différentes, en matière de nos analyses on a eu recours à des tomates et poix chiches conservés.

III.1. Pois chiches

III.1.1. Les analyses physico-chimiques des pois chiches sec, conserve et saumure

Ce tableau représente la date de fabrication, la date limite de consommation et le numéro de lot pour les pois chiches en conserve.

Tableau 10 : date de fabrication et numéro de lot des pois chiche en conserve utilisés

produits renseignements	Echantillons 1	Echantillon 2	Echantillon 3
N° de lot	05	01	01
Date de fabrication	28/10/2017	1/07/2020	7/04/2021
DLC	28/10/2020	1/07/2023	7/04/2024

III.1.1.1. Détermination du pH

a-Principe

Le potentiel hydrogène est une expression globale de l'acidité d'un produit. Cette expression a une valeur aussi bien physico-chimique que microbiologique puisqu'une classification officielle des conserves alimentaires d'origine végétale est faite justement sur la base de ce paramètre [86].

Les mesures de pH sont réalisées grâce à un pH-mètre suivant une méthode normalisée et avec un appareillage normalisé [87].

b-Mode opératoire

-Saumure

Une fois le pH mètre étalonné, prélever comme prise d'essai un volume V de l'échantillon, suffisamment important pour permettre l'immersion de l'électrode, attendre que la valeur qui s'affiche sur l'écran se stabilise et noter la valeur du pH [88].

-Pois chiche sec et en conserve

La méthode consiste à introduire l'électrode du ph mètre dans une solution ou nous avons mis 10g de pois chiche broyé dans 100 ml d'eau distillée, attendre que la valeur qui s'affiche sur l'écran se stabilise et noter la valeur du pH [88].



Figure 4 : un PH mètre

III.1.1.2.Détermination de l'humidité

a-Principe

La teneur en eau est déterminée par séchage dans une étuve Chopin réglée à 130°C pendant une heure et demie sur 5 g de produit [89].

b- Mode opératoire

- pois chiche sec et en conserve

- prendre 5 g de produit broyé.

-Le sécher dans une étuve réglée à 130°C pendant deux heures [89].

- saumure

Déposer 5ml de saumure de chaque échantillon est pesés dans un creuset et mis a l'étuve à 105°C pendant 24 heures jusqu'à stabilisation du poids [89].

-Le calcul est effectué selon la formule :

$$TE = [(m_1 - m_2) / (m_1 - m_0)] * 100$$

Dont :

TE : teneur en eau exprimée en pourcentage.

m₁ : poids de la capsule remplie avant dessiccation (g).

m₂ : poids de la capsule remplie après dessiccation (g).

m₀ : poids de la capsule vide.



Figure 5 : une étuve
l'étuve



Figure 6 : Une photographie de la saumure Après

III.1.1.3. Dosage des cendres

a-Principe

Le principe de cette méthode consiste à incinérer l'échantillon à haute température à environ 550°C jusqu'à obtention des cendres et disparition de la matière organique [90].

b-Mode opératoire

- Identifier et peser les creusets en porcelaine.
- Prendre une prise d'essai de 5 g par pesée de chaque échantillon.
- Mettre les prises d'essais dans le four à 550°C jusqu'à apparition des cendres et disparition de la matière organique (5h).
- Peser les prises d'essai sorties du four.
- Déterminer la teneur en cendre [90].

Le calcul de la matière minérale s'effectue comme suit :

$$\% \text{ cendres totales} = (M2 - M0 / M1 - M2) \times 100$$

Dont :

M0 : masse du creuset vide (en gramme).

M1 : masse totale du creuset contenant la prise d'essai (en gramme).

M2 : masse totale du creuset et les minéraux brutes (en gramme)



Figure 7 : une photographie d'échantillon après le four

III.1.1.4. Le taux d'amidon

a-Mode opératoire

- Dans un ballon, mettre 20g de pois chiche.
- Ajouter 20ml d'éthanol à 96%.
- Ajouter 0.2g de CaCO_3 .
- Mettre à chauffer sur chauffage à reflux, à partir de l'ébullition on compte 30min.
- Filtrer à l'aide du papier filtre, récupérer le résidu.
- Sécher le résidu à 50°C pendant 5h.
- Mettre dans le ballon 1g du résidu.
- Ajouter 30ml de HCl à 5%.
- Neutraliser avec NaOH à 10% en présence de quelques gouttes de la phénolphtaléine jusqu'à virage de couleur au rose.
- Ajuster avec de l'eau distillée jusqu'au trait de gauge.
- Solution prête(*) [91].

➤ Dosage des sucres selon la méthode de Bertrand

- Dans un erlenmeyer mettre 10ml de liqueur de fehling A + 10 ml liqueur de fehling B + 10 ml de la solution * et porter à l'ébullition.

- Filtration sur papier filtre après lavage avec de l'eau bouillie chaque lavage avec 20ml d'eau distillée chaude.

- Doser la solution récupérée avec du KMnO_4 à 0.02 M jusqu'à coloration de la couleur violette claire.

- Noter la chute de la burette [92].

La masse du cuivre est calculée selon (annexe 1) en suivant l'équation [92] :

$$m(\text{Cu}) = 5 * V_{\text{KMnO}_4} * C_{\text{KMnO}_4} * M(\text{Cu})$$

$$\text{Le taux d'amidon (\%)} = (x/1000) * (100/P.e) * (100/10)$$

Avec :

$M(\text{Cu})$: masse molaire du cuivre.

V_{KMnO_4} : volume de KMnO_4 .

C_{KMnO_4} : concentration de KMnO_4 .

$P.e$: masse de l'échantillon initial.



Figure 8 : Une photographie d'un erlenmeyer incliné pour dépôt du précipité

III.1.1.5. Le taux de sucre

a-Principe

Il existe plusieurs méthodes de dosage des glucides, dans ce travail nous avons utilisés la méthode de G.BERTRAND.

Le principe de cette méthode repose sur l'emploi de la solution alcaline d'oxyde de cuivre dont l'excès est fait bouillir avec un volume connu de la solution du sucre à doser [93].

b- Mode opératoire

D'abord on prépare la (solution*) suivante :

- 5g de pois chiche.
- 20ml d'eau distillé.
- 2ml HCL à 2.2N.
- Homogénéisation de la solution.
- Mettre la fiole dans un bain marie pendant 45 minutes à 75 C°.
- Après 45 minutes, enlever la fiole du bain marie, laisse refroidir et ajouter 2 à 3gouttes de phénol phtaléine.
- Avec la pro pipette Neutraliser avec NaOH à 2M jusqu'à avoir la couleur rose.
- Compléter avec l'eau distillé jusqu'à 100ml [93].

➤ Dosage des sucres réducteurs

La suite de l'analyse est la méthode de Bertrand expliquée précédemment dans I.1.4. le taux d'amidon.

Calcul de Cu qui a été précipitée par le sucre en s'appuyant sur l'équation suivante :

$$m(\text{Cu}) = 5 * V_{\text{KMnO}_4} * C_{\text{KMnO}_4} * M(\text{Cu})$$

D'abord déterminer dans la table de Bertrand (annexes 01) la valeur du Cu en mg.

Ensuite déterminer la valeur du sucre en mg.

Calculer le taux de sucre par la loi suivante [92]:

$$Ts(\%) = (x/1000) * (100/m.e) * (100/10)$$

Avec :

Ts (%) : taux de sucre

m.e : masse de l'échantillon initial



Figure 9: Une photographie lors de la filtration du précipité après chaque lavage à l'eau bouilli

III.1.1.6. Dosage des lipides

a- Principe

La méthode Soxhlet, consiste à libérer les lipides totaux par extraction à l'aide d'un solvant organique non miscible à l'eau, suivi de l'évaporation du solvant et de la pesée de l'extrait lipidique après dessiccation à 105°C [94].

b- Mode opératoire

- Dans un erlen, prendre un poids de $m_0 = 2\text{g}$ de pois chiche auquel on ajoute 20ml de HCl à 4.5M.
- Chauffer le mélange pois chiche + HCl au bain marie à 85°C pendant 40 minutes.
- Filtrer le mélange afin de récupérer toute la matière grasse.
- Mettre le filtre dans l'étuve 10 à 15 min à 100°C.
- Mettre le filtre dans la cartouche et boucher avec le coton.
- Remplir le ballon de 260ml de solvant d'extraction qui est l'hexane.
- Mettre la cartouche dans l'extracteur Soxhlet.
- On arrête l'extraction.
- Mettre le ballon dans l'étuve à 100°C pendant 30 min.
- On pèse le ballon et on note mbf.

Le pourcentage de matière grasse est calculé comme suite [94] :

$$MG(\%) = [(mbf - mbv) / m_0] * 10$$

Dont :

mbf : masse de ballon finale.

mbv : masse de ballon vide.

m₀ : masse d'échantillon.



Figure 10 : montage soxhlet

III.1.1.7. Dosage des protéines

a-Principe

La teneur en protéines est déterminée selon la méthode Kjeldhal : la minéralisation est réalisée sur un gramme de produit en présence d'acide sulfurique concentré, l'ammoniaque libérée par addition de la soude est dosée par titrimétrie. Les coefficients de conversion de l'azote en protéines sont de 6,25 pour les légumes secs [95].

b-Mode opératoire

-2g de pois chiche.

-15 à 20 ml d'acide sulfurique concentré.

-6 g de sulfate de potassium.

-1 g de sulfate de cuivre.

-quelques grains de pierre ponce.

-On porte à ébullition. Puis, à partir de l'éclaircissement de la solution, on prolonge l'ébullition pendant trois heures.

-On laisse refroidir et on introduit avec précaution de 30 à 50 ml d'eau distillée.

Dans le ballon, on introduit :

-le contenu de la fiole soigneusement rincé (pour en extraire tous les composés azotés ; on complète à 250 ml avec de l'eau distillée.

-quelques gouttes de phénolphtaléine.

-de l'hydroxyde de sodium à 400 g/l jusqu'à ce que le contenu du ballon devienne rose.

-On plonge le bout du réfrigérant dans un bécher contenant 20 ml d'acide borique et 2-3 gouttes de rouge de méthyle.

-On chauffe modérément le ballon.

-On dose l'ammoniac, au fur et à mesure de son dégagement, par une solution titrée d'acide sulfurique à 0,05 mol/l.

-Le dosage est terminé dès que la coloration reste stable pendant environ 5 min.

Le pourcentage des protéines est calculé comme suit [95] :

$$P\% = \frac{(v_{blc} - v_{ech}) * C_{NaOH} * 0.014}{M_{ech}} * F * 100$$

Dont :

M_{ech} : masse d'échantillon pesé.

V_{blc} : c'est le volume de la chute burette de l'essai à blanc.

V_{ech} : c'est le volume de la chute de burette de l'échantillon.

C_{NaOH} : c'est la concentration de NaOH (1N).

F : facteur de conversion (f=6.25).



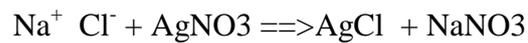
Figure 11: montage Kjeldhal

III.1.1.8. Teneur en chlorures de sodium (NaCl)

a- Principe

Le sel de cuisine NaCl est ajouté dans les conserves soit comme complément de goût à la concentration de 1.2% à 3% soit comme conservateur à la concentration supérieur de 5 à 7% [96].

La méthode de détermination du sel de cuisine est la méthode de titrimétrie. Elle se base sur la réaction entre les ions de Cl^- et le nitrate d'argent AgNO_3 . Le chlorure d'argent se précipite [96].



b-Mode opératoire

Cette méthode consiste en un titrage de 5g du pois chiche avec une solution AgNO_3 à 0.1N en présence d'un indicateur coloré chromate de potassium [96].

$$\text{Sel (\%)} = 5.85 * (\text{Volume}_{(\text{AgNO}_3) \text{ échantillon}} - \text{Volume}_{(\text{AgNO}_3) \text{ essai à blanc}} * 0.1) / m_0$$

Dont :

Volume (AgNO3) essai à blanc = volume versé de (AgNO3) lors du titrage de l'eau distillée seul.

m_0 : masse de la prise d'essai du produit à analyser.

5.85 : coefficient de sel

III.1.1.9. Dosage des antioxydants

Préparation des extraits

- 0,6g (pois chiches ont subies un trempage et une cuisson), 5ml d'eau de cuisson sont additionnées à 30 ml de solvant d'extraction (éthanol 80%).
- Agitation pendant 90 minutes à l'aide d'un agitateur magnétique.
- L'extrait est récupéré par filtration après centrifugation à 5000 tpm pendant 10 minutes [97].



Figure 12 : Une photographie des extraits



figure 13: Une centrifugeuse

III.1.1.9.1. Dosage des composés phénoliques

a- Principe

Le dosage des poly phénols totaux a été effectué avec le réactif colorimétrique Folin-Ciocalteu selon la méthode citée par Wong et al [98].

b- Mode opératoire

- 200 μ l d'extrait dilué deux fois avec l'eau distillée sont mélangés avec 1ml du réactif de Folin-Ciocalteu (dilué au dixième 1/10).
- Après 3 min, 800 μ l de la solution de carbonate de sodium (7.5%) sont ajoutées.
- Après incubation pendant 30 min à l'obscurité à température ambiante, les absorbances sont mesurées à 765nm. Une courbe d'étalonnage est réalisée dans les mêmes conditions en utilisant l'acide gallique comme standard (mg équivalent acide gallique /100g De la matière sèche) [98].



Figure 14: un spectrophotomètre UV -visible

III.1.1.9.2. Dosage des Flavonoïdes

a- Principe

La méthode de trichlorure d'aluminium (AlCl₃) cité par Djeridane et al est utilisée pour quantifier les flavonoïdes dans nos extraits [99].

b-Mode opératoire

-1ml de chlorure d'aluminium (2%) sont ajoutés à 1ml d'extrait.

-Après incubation pendant 30 minutes à température ambiante, l'absorbance est effectuée à 420 nm.

- Les résultats sont exprimés en mg équivalent de quercitrine /100g de matière sèche [100].

III.1.1.10. Activité antioxydante

a-Principe

La méthode de Bloi a été utilisée avec quelques modifications pour la détermination du potentiel antioxydant. Cette méthode consiste à mesurer l'activité anti radicalaire par la technique de piégeage du radical au DPPH (2,2'-Diphényl-1-picrylhydrazyl). Le DPPH, (C₁₈H₁₂N₅O₆ ; PM= 394,33), est un radical libre stable soluble dans le méthanol (ou éthanol). D'une couleur violette intense, il présente un maximum d'absorbance à 517 nm. Lorsqu'une molécule antioxydant réduit le radical DPPH, la couleur violette disparaît rapidement pour donner une couleur jaune pâle [101].

b-Mode opératoire

Après avoir solubilisé 15.77 mg de DPPH dans 50 ml d'éthanol absolue, trois tubes ont été préparé séparément :

- Echantillon : 2.5 ml de chaque extrait ajouter 1 ml de DPPH.
- Contrôle négative : 2.5 ml éthanol+ 1 ml de DPPH.
- Contrôle blanc : 2 ml d'éthanol.

-Après agitation, les tubes ont été places à l'obscurité à température ambiante pendant 30 min .La lecture a été effectuée par la mesure d'absorbance à 517nm.

Le pourcentage de l'inhibition est donné selon la formule suivante [101] :

$$\text{Activité anti radicalaire}\% = [(A_0 - A_1) / A_0] * 100$$

Dont :

A₀ : absorbance d'échantillon.

A₁ : absorbance de contrôle négative.

III.2. Tomate en conserve

Ce tableau représente la date de fabrication, la date de péremption et le numéro de lot pour le concentré de tomate.

Tableau 11: date de fabrication et numéro de lot de concentré de tomate

Produits	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3
renseignement			
N° de lot	011	01	077
Date de fabrication	4/03/18	1/07/20	14/03/2021
DLC	4/03/2021	30/06/2023	14/03/2024

III.2.1. Analyses physico-chimiques du concentré de tomate

III.2.1.1. Détermination du PH

a-Principe

Principe expliqué précédemment dans **III.1.1.1. Détermination du PH de pois chiche.**

b-Mode opératoire

Une fois le pH mètre étalonné, introduire l'électrode du pH mètre dans la boîte de conserve, attendre que la valeur que se stabilise et noter la valeur du pH.

III.2.1.2. Détermination du Brix

a-principe

Le Brix est le principal paramètre technologique dans les concentrés de tomate. Il représente le degré de concentration du jus de tomate. Ce paramètre fait l'objet d'une réglementation très stricte [102].

Le Brix est défini comme étant la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit analysé. Cette concentration mesurée à 20°C par l'indice de réfraction est ensuite exprimée par le pourcentage en masse, est mesurée selon une méthode normalisée au moyen d'un réfractomètre qui mesure la réfraction de la lumière traversant l'échantillon à analyser [103].

L'échelle de Brix sert à mesurer en degrés Brix ($^{\circ}\text{B}$) la fraction de saccharose en grammes pour 100 grammes dans un liquide, c'est-à-dire le pourcentage de matière sèche soluble [104].

b-Mode opératoire

- étalonner le réfractomètre.
- Calibrage : l'appareil est ajusté de telle sorte qu'il fasse apparaître une teneur en résidu sec soluble égale à zéro pour l'eau distillée, à une température de 20°C .
- déposer une petite quantité de concentré de tomate sur le prisme du réfractomètre.
- Placer le couvercle.
- orienter le réfractomètre vers la lumière.
- Lire le résultat qui apparaît à travers un trait horizontal sur l'appareil [105].



Figure 15 : Une photographie du réfractomètre pour analyse du Brix

III.2.1.3. Détermination de l'acidité

a-Principe

L'acidité de l'échantillon, correspond à la somme des acides organiques et minéraux libres, à savoir l'acide malique, citrique, oxalique et pour déterminer cette acidité il faut faire un titrage à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium à $0,1\text{ N}$ [106].

b-Mode opératoire

- Verser 10g de concentré de tomate dans un erlenmeyer.
 - Ajouter 50ml d'eau distillée+10 gouttes de phénolphaléine.
 - Titrer par le NaOH à 0.1N jusqu'à l'apparition de la couleur rose.
- La quantité d'acide dans l'échantillon est déterminée selon une méthode normalisée par la formule suivante [107]:

$$\text{Acidité (g /kg)} = V_{\text{NaOH}} * 0,64$$

Dont:

- V_{NaOH} : volume de la chute de burette en ml.
0,64 : coefficient d'acide citrique.

III.2.1.4.Détermination du taux de l'humidité

a-Principe

Le principe de cette méthode est la détermination des substances sèches par l'étuve à 105C° (la méthode de dessiccation) pendant 24h. Les matières sèches sont le résidu sec des produits alimentaires après l'évaporation de leur humidité qui sera la différence entre la masse finale et la masse initiale [108].

b-Mode opératoire

- Identifier et peser les creusets en porcelaine.
- Peser l'aliquote de 5g de chaque prélèvement effectué.
- Faire pénétrer les aliquotes dans l'étuve (100 à 105 °C) pendant 24h.
- Peser les aliquotes après dessiccation.
- Déduire la teneur en matière sèche à partir de l'équation suivante [108] :

$$\% \text{ Humidité} = (M_1 - M_2 / M_1 - M_0) * 100$$

Dont :

- M_0 : masse du creuset vide.
 M_1 : masse du creuset et échantillon avant dessiccation.
 M_2 : masse du creuset et échantillon après dessiccation.



Figure 16 : Une photographie de l'échantillon après l'étuve

III.2.1.5. Mesure de la densité

a-Principe

La densité du concentré de tomate représente la quantité de particules suspendues dans le sérum, en d'autres termes, le rapport à la phase liquide de la phase solide composée de particules insolubles des tomates. La méthode utilisée est le densitomètre. La fiole utilisée s'appelle un pycnomètre [109].

b-Mode opératoire

- peser au moyen d'une balance de précision le pycnomètre vide.
- verser l'échantillon à analyser dans le pycnomètre, après cela on place un couvercle avec un trou de débordement.
- retirer soigneusement avec un chiffon doux Les surplus de fluides, qui s'écoulent à travers ce trou.
- pesé le pycnomètre après remplissage.

La mesure de la densité s'appuie sur l'équation suivante [109]

$$\text{Densité} = (\text{masse pycnomètre remplie} - \text{masse pycnomètre vide}) / \text{Volume du pycnomètre}$$

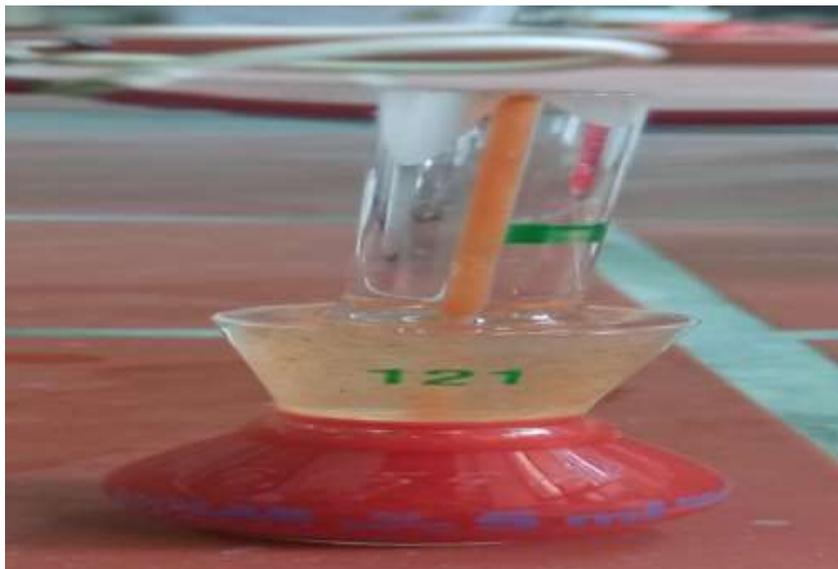


Figure 17: Une photographie du pycnomètre remplie d'échantillon

III.2.1.6. Teneur en chlorures de sodium (NaCl)

a-Principe

Comme c'est expliqué précédemment dans **III.1.1.8. Teneur en chlorures de sodium (NaCl)**.

b- Mode opératoire

- Mettre 1g de concentré de tomate dans un erlenmeyer.
- Ajouter 100 ml de l'eau distillée et mélanger soigneusement.
- Ajouter 02 ml de chromate de potassium à 10%.
- Doser avec le nitrate d'argent jusqu'au virage de couleur au rouge brique.

Le calcul du chlorure s'effectue comme suit [96] :

$$\text{Chlorures (g/kg)} = V_{\text{AgNO}_3} * 1,17$$

Dont:

V_{AgNO_3} : volume de la chute de burette en ml.

1,17 : coefficient de chlorure.

III.2.1.7.Détermination du taux de cendre

Protocole exprimé précédemment dans **III.1.1.3.Dosage des cendres des pois chiches**.

III.2.1.8.Détermination de lycopène et β carotène

a-Principe

Consiste à une extraction de ces pigments par un mélange de solvants (acétone, hexane, alcool) suivie de lecture de la densité optique à la longueur d'onde suivant le pigment considéré (451nm et 503nm)[62].

b-Mode opératoire

- peser 2g du concentré de tomate.
- Ajouter 100ml d'un mélange : éthanol (25ml), acétone (25ml) et hexane (50ml).
- Agiter magnétiquement pendant 30mn à l'abri de la lumière.
- Filtrer à l'aide d'un papier filtre.
- Mettre la solution filtrée dans une ampoule a décompté.
- Laver en 2 fois avec l'eau distillée (20 ml).
- Récupérer la phase hexanique dans un bécher (50ml).

Les résultats sont donnés par l'équation exprimant [62] :

La concentration de lycopéne en (mg/100g) :

$$C = 3,956 \text{ Abs } 503 - 0,806 \text{ Abs } 451$$

La concentration de β carotène en (mg/100g) :

$$C = 4.624 \text{ Abs } 451 - 3.091 \text{ Abs } 503$$

Dont :

Abs 503 : absorbance de l'échantillon à 503.

Abs 451 : absorbance de l'échantillon à 451 [62].



Figure 18 : Séparation des phases

III.1.2.9. Dosage des antioxydants

Préparation des extraits

-2mg de concentrée de tomate additionnée à 1 ml du solvant d'extraction (méthanol) [110].

III.1.2.9.1. Dosage des composés phénoliques

a-Principe

Principe expliqué précédemment dans **III.1.1.9.1. Dosage des composés phénoliques.**

b-Mode opératoire

Le même mode opératoire est suivi pour le dosage des composés phénoliques pour les pois chiches, sauf que dans ce test on utilise l'extrait de concentré de tomate.

III.1.2.9.2 .Dosage Flavonoïde

a-Principe

Principe expliqué précédemment dans **III.1.1.9.2. Dosage des Flavonoïdes.**

b-Mode opératoire

La méthode a déjà été expliquée dans **III.1.1.9.2. Dosage des Flavonoïdes.**

III.1.2.10. Activité antioxydante

a-Principe

Principe expliqué précédemment dans **III.1.1.10. Activité antioxydante.**

b-Mode opératoire

Le mode opératoire expliqué précédemment dans **III.1.1.10. Activité antioxydante.**

III.1.2. Analyse microbiologique

Ce contrôle a pour but d'apprécier la qualité microbiologique des conserves. Il permet de se prononcer sur la présence éventuelle ou l'absence de micro-organismes dans le produit analysé, et dans le cas positif, d'en déterminer le motif du rejet mais aussi d'expliquer et de situer l'origine de la contamination [86].

Les analyses microbiologiques ont été faites conformément à la réglementation Algérienne de la qualité microbiologique des conserves [86].

Les normes Algériennes de la qualité microbiologique des conserves exigent la recherche et le dénombrement de la flore mésophile aérobie FMAT, la recherche des Clostridium sulfito-réducteurs et les coliformes totaux et fécaux. La présence des levures et moisissures témoignent de l'apparition de phénomènes d'altération, de décoloration ou de modification de la saveur [111].

➤ **Prélèvement des échantillons**

Du fait du nombre très faible de micro-organismes éventuellement présents dans la conserve, il est essentiel de ne pas contaminer en prélevant. On réalisera donc les différentes opérations dans la zone de stérilité du bec bunsen.

➤ **Préparation de la suspension mère et dilutions décimales**

Peser 10g de chaque échantillon, le mettre dans 90 ml de diluant TSE (Tryptone, sel, eau), la dilution doit être homogénéisée, la solution mère correspond à la dilution 10^{-1} . A partir de cette dilution mère (DM), préparer les dilutions décimales : Prélever 1ml de la dilution précédente dans 9ml de TSE donnant une nouvelle dilution 10^{-2} , et prélever 1ml de la dilution 10^{-2} dans 9ml de TSE donnant une nouvelle dilution 10^{-3} [112].

III.1.2.1. Recherche des germes aérobies totaux FTAM

Les germes aérobies totaux ne constituent pas une famille bactérienne particulière. Il s'agit des microorganismes formant des colonies dénombrables après leur multiplication dans des conditions de laboratoire définies avec incubation à 30°C pendant 72 h [113].

-Milieu utilisé : gélose nutritive (GN)

- **Mode opératoire**

- Près du bec bunsen, à l'aide d'une pipette stérile, déposer un volume de 1ml de chaque dilution dans chacune des boites de pétries.

- Couler le milieu de culture (GN) dans toutes les boites de pétries.

- Homogénéisation du mélange par des mouvements de vas et viens en forme de huit (8).

-laisser solidifier sur la paillasse.

Incubation : Incuber les boites de pétries dans une étuve pendant 72h à 30°C

-Première lecture à 24 heures.

-Deuxième lecture à 48 heures.

-Troisième lecture à 72 heures [114].

III.1.2.2. Recherche et dénombrement des levures et moisissures

La levure et la moisissure sont deux types de croissance des champignons. Les champignons sont des microorganismes eucaryotes unicellulaires ou multicellulaires [115].

-Milieu utilisé : OGA

- **Mode opératoire**

- transférer avec une pipette stérile, 4 gouttes de la suspension mère dans une boite de pétri contient de la gélose OGA.

-Dans une nouvelle boite de pétri contient de la gélose OGA transférer à l'aide d'une nouvelle pipette stérile 4 gouttes de la première dilution décimale (10^{-2}), procéder de la même façon avec la dilution suivantes en utilisant une nouvelle pipette stérile.

- Etaler le liquide sur la surface de la boite de gélose avec une pipette râteau eau stérile

Incubation

Incuber les boites préparées à température ambiante pendant trois à cinq jours [115].

III.1.2.3. Recherche et dénombrement des coliformes

Les coliformes sont des entérobactéries qui fermentent le lactose avec production de gaz. Il s'agit d'un groupe disparate non défini sur le plan taxonomique qui comprend les genres *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* et *Klebsiella* [116].

Leur développement est freiné par l'abaissement du pH et leur croissance stoppée lorsque le pH est inférieur à 4,5. Ils sont peu résistants à la chaleur [117].

-Milieu utilisé : VRBL

- **Mode opératoire**

-porter 1 ml de chaque dilution dans une boîte de pétri vide et stérile. Cette opération doit être effectuée en double pour chaque dilution pour la recherche des : Coliformes totaux et Coliformes fécaux.

-Couler la gélose VRBL dans toutes les boîtes de pétries.
- Faire ensuite des mouvements circulaires de va-et-vient pour bien mélanger la gélose à l'inoculum.

-Laisser solidifier les boîtes puis couler à nouveau environ 5 ml de la même gélose ; pour éviter toutes sortes de contaminations.

Incubation :

Incuber les boîtes préparées pendant 24 à 48 heures à :

-37°C pour la recherche des Coliformes totaux.

- 44°C pour la recherche des Coliformes fécaux [118].

III.1.2.4. Recherche et dénombrement des spores de Clostridium sulfito-réducteurs

Les Clostridium sulfito-réducteurs sont un groupe important de bactéries Gram positives, anaérobies, qui forment des spores [119].

-Milieu utilisé : viande foie(VF)

- **Mode opératoire**

-Déposer 1ml de SM 10^{-1} de chaque échantillon dans des tubes stériles et transparents à l'aide d'une pipette stérile.

-Ajouter un volume de 5ml d'eau physiologique dans chacun des tubes.

- Incuber ces derniers à une température égale à 80°C pendant 10min dans un bain marie pour se débarrasser des formes végétatives.

Après incubation, refroidir les tubes sous l'eau du robinet jusqu'à l'obtention d'une température proche de 37°C (pour éviter de faire subir aux germes un choc thermique au moment de leur ajouter un milieu de culture composé de viande foie).

-mélanger et placer les tubes dans un portoir.

-laisser solidifier.

Incubation : incuber les tubes à 44°C pendant 16-24 h ou au plus tard 48 heures [120].

III.1.2.5. Recherche et dénombrement des salmonelles

Les salmonelles sont des bactéries aéro-anaérobies facultatives, leur survie voir leur multiplication est possible dans un milieu privé d'oxygène. Elles se développent dans une gamme de température variant entre 4°C et 47°C, avec un optimum situé entre 35 et plus 40°C. Elles survivent aux basses températures et donc résistent à la réfrigération et à la congélation. En revanche, elles sont détruites par la pasteurisation (72°C pendant 15 secs) [121].

-Milieu utilisé : Gélose SS

- **Mode opératoire**

Elle se fait en 3 étapes :

- un pré-enrichissement (10 ml de solution mère dans 90 ml eau physiologique stérile) incubé 4 à 16 h à 37°C.

-Suivi d'un enrichissement (10 ml du 1^{er} vers un bouillon sélénite) incubé aussi à 37°C.

-La 3^{ème} étape est un isolement sélectif sur gélose Salmonella-Shigella (S-S), qui sera ensemencée par striation et incubée à 37°C durant 24h

Incubation : Incuber à une température égale à 37°C pendant 48h dans une étuve [122].

Calcul du nombre de germes

Les germes ont été déterminés par des cultures sur des milieux nutritifs d'après des méthodes normalisées, les résultats de leur dénombrement sont obtenus par l'application de la formule suivante [123] :

$$N = \frac{\Sigma \text{colonies}}{v * (n_1 + 0.1n_2) * d_1}$$

Dont :

N : nombre d'UFC par gramme ou par ml de produit initial.

Σ **Colonies** : sommes des colonies des boites interprétables.

V : volume de solution déposé (1 ml).

n₁ : nombre des boites considérées à la première dilution retenue.

n₂ : nombre des boites considérées à la seconde dilution retenue.

d₁ : facteur de la première dilution retenue.

III.3. Analyses organoleptiques

III.3.1. Caractéristiques organoleptiques

L'analyse organoleptique consiste à étudier d'une manière ordonnée et structurée les propriétés d'un produit par les organes des sens, à savoir la vue, l'ouïe, le goût, l'odorat et le toucher afin de pouvoir le décrire, de le classer ou de l'améliorer d'une façon extrêmement objective et rigoureuse [124].

Notre analyse est effectuée sur des conserves d'origine végétale à savoir le double concentré de tomate et pois chiche.

III.3.2. Qualité organoleptique

La qualité organoleptique d'un produit se dégrade au fil du temps, la durée de stockage, la température et leur action combinée affectent considérablement les attributs sensoriels totaux.

Une conserve de bonne qualité organoleptique présente des caractéristiques typiques qui concernent la couleur, l'odeur, la saveur, la viscosité ...etc.

III.3.3. Examen organoleptique

Lorsqu'il achète une conserve, le consommateur base son choix sur les critères de qualité suivants : la saveur, l'apparence, la durée de conservation, la valeur nutritive et l'innocuité.

Les changements dans la qualité sensorielle sont également à prendre en compte. L'examen organoleptique est essentiel pour apprécier les qualités de tous les produits, et s'avère le critère le plus fiable.

III.3.4. Détermination des caractéristiques organoleptiques

Il est généralement reconnu qu'on ne peut faire un produit de qualité avec une matière première de mauvaise qualité. Les propriétés organoleptiques de conserves analysées dépendent de la matière première de départ, du procédé de fabrication et de la date limite de consommation.

Tableau12: Les analyses organoleptiques du concentré de tomate

Paramètres	Couleur	Odeur	Saveur	Texture et consistance
Produits				
Concentré de tomate périmé				
Concentré de tomate 2020				
Concentré de tomate 2021				

Tableau 13: Les analyses organoleptiques des pois chiches et leurs saumures

Paramètres	Couleur	Odeur	Saveur	Texture
Produits				
Pois chiche périmé				
Saumure périmé				
Pois chiche 2020				
Saumure 2020				
Pois chiche 2021				
Saumure 2021				

Chapitre IV :
Résultats et
discussion

IV.1. Résultats de l'analyse physicochimique

Partie 1 : Pois chiches

1.1. Pois chiche sec et humide

Tableau 14 : Tableau récapitulatif sur les résultats physicochimique des pois chiches sec et en conserves.

Paramètre	pH	Humidité (%)	Cendre (%)	Amidon (%)	Glucide (taux de sucre) (%)	Lipide (matière grasse) (%)	Protéine (%)	Sel (%)	Antioxydants		Activité antioxydante (%)
									Polyphénol (mg/g)	Flavonoïdes (mg/g)	
Produit											
Pois chiche périmé	5.8	68.09	0.53	41.27	0.60	0.56	5.11	1.41	0.66	1.14	30.72
Pois chiche 2020	6.63	70.34	1.55	47.86	0.61	0.73	8.9	0.83	1.55	1.45	24.69
Pois chiche récent	7.1	67.51	0.63	35.96	0.61	0.32	5.23	2.35	0.68	0.96	35.54
Pois chiche sec	7.3	14	8.75	60	4.8	1.1	5	0.75	0.18	1.40	83.13
Normes (J.O.R.A)	[5.5-7]	Pois chiche sec [14-16]	-	[50-70]	0.6	[1-2]	8.9	1.57	-	-	-

- **pH**

Suivant les résultats du tableau (14) présenté ci-dessus on a pu relever les constats suivants à savoir :

L'ensemble des trois pois chiche conservés enregistrent respectivement les pH suivants 5.8, 6.63 et 7.1. En effet on constate que plus on s'éloigne de la date de fabrication plus le pH diminue mais ça reste toujours conformes aux normes exigées par J.O.R.A.

Quant au pois chiche sec ce dernier enregistrant un pH de 7.3, Parce qu'il est moins acide car il ne contient pas de saumure.

- **Teneur en eau**

Rappelons que la teneur en eau est la quantité en gramme d'eau rapportée à 100 g de substance sèches.

-Le test d'humidité effectué sur les pois chiches humides révèle un taux d'humidité élevé, soit : 68.09% pour les pois chiche périmés, 70.34% pour les pois chiches 2020 et 67.51% pour les pois chiche récents.

-Le taux d'humidité dépend des conditions de conservation des échantillons ainsi des opérations de trempage en saumure.

- le taux d'humidité des pois chiches secs étudiés est dans les normes.

-Plus la teneur en eau des pois chiche secs est faible plus la durée de conservation est longue.

- **Détermination des cendres**

D'après les résultats regroupés dans le tableau(14) on constate que la teneur en cendre des différents échantillons étudiés pois chiche périmé, pois chiche 2020, pois chiche récent et pois chiche sec sont respectivement 0.53, 1.55, 0.63 et 8.75 donc on observe que la valeur la plus élevée est celle de pois chiche sec.

Les écarts observés entre variétés peuvent être dus à :

- ✓ La différence de répartition des matières minérales à l'intérieur de grain.
- ✓ La composition qui varie d'une récolte à une autre.
- ✓ Le traitement thermique appliqué.
- ✓ Le trempage et cuisson qui peuvent détruire certains minéraux [125].

- **Le taux d'amidon**

D'après les résultats on remarque un taux d'amidon élevé pour le pois chiche sec qui est de 60% par rapport aux pois chiche conservés (récent périmé et 2020) qui représentent respectivement des taux de 35.96%, 41.27% et 47.86%, cela est dû principalement à l'opération de trempage e, cuisson et la récolte.

Cette analyse présente deux intérêts principaux, intérêt nutritionnelle, dont l'amidon est une source en glucides importante dans l'alimentation des hommes et des animaux, et intérêt réglementaire pour contrôler les puretés des amidons industriel [126].

- **Le taux de glucide**

Les résultats des trois échantillons en conserve sont presque identiques, il y a une différence à peine perceptible, elles sont conformes aux normes, par rapport au taux de sucre de pois chiche sec est de 4.8%.cette différence est due à l'opération de trempage.

- **taux des lipides**

Les pourcentages en matières grasses calculés pour les quatre échantillons sont respectivement 0.56%, 0.73%, 0.32% et 1.1%, la valeur la plus élevée est celle de pois chiche sec, alors que le pois chiche récent représente la teneur la plus faible en lipide.

Et cela est dû, d'après **Salghi** que l'extraction de la matière grasse par la méthode de Soxhlet peut être affectée par plusieurs facteurs qui influent la précision et l'exactitude des résultats, ces facteurs sont les suivants:

- ✓ temps d'extraction de la matière grasse.
- ✓ Temps d'extraction trop court donne des résultats inexacts, c'est-à-dire inférieurs aux résultats attendus.
- ✓ Grosseur des particules de l'aliment solide.
- ✓ L'aliment doit être broyé de façon à offrir la plus grande surface de contacte possible au solvant extracteur.
- ✓ Évaporation incomplète du solvant avant la pesée de la matière grasse.
- ✓ Qualité du solvant extracteur [127].

- **Dosage des protéines**

Les résultats obtenus montrent que le pois chiche 2020 présente la teneur la plus élevée en protéine qui est de 8.9% cependant ce paramètre est de 5.11%, 5.21 % et 5% pour les pois chiches récents, pois chiche périmés et pois chiche sec respectivement.

Cette différence de taux est peut être due à :

- ✓ La détérioration de la matière protéique par la prolifération de microorganismes lors de stockage.
- ✓ La dénaturation des protéines est due probablement au sel qui a été pénétré dans les pois chiches.
- ✓ La composition des pois chiches qui diffère d'une récolte à une autre (lieu, conditions climatiques...).

- **Teneur en chlorures de sodium (NaCl)**

Les teneurs en sel des différents échantillons utilisés sont regroupées dans le (Tableau 14). Ces teneurs varient de 1.41% pour les pois chiches périmés, 0.83 % pour les pois chiches de 2020, 2.35% pour les pois chiches récents et 0.75% pour les pois chiches sec.

Le sel est ajouté pour donner un certain goût et comme conservateur pour empêcher le développement des micro-organismes.

- **Dosage des antioxydants**

1. **Polyphénols**

Le dosage des Polyphénols est calculé à partir de la courbe d'étalonnage de l'acide gallique illustré dans (la figure 19).

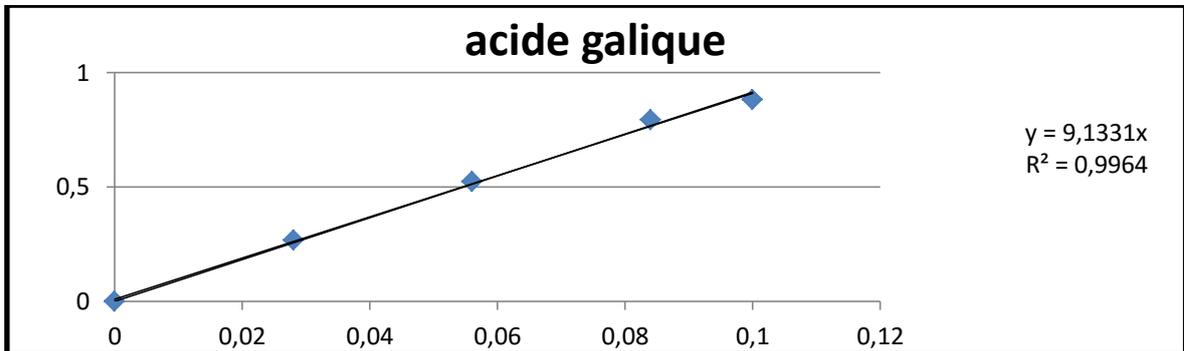


Figure 19 : courbe d'étalonnage d'acide gallique

Les solvants d'extraction utilisés dans cette analyse sont : l'eau et l'éthanol .Ce mélange est réalisé dans le but de trouver une certaine polarité afin d'extraire un maximum d'antioxydant [128].

Suivant le tableau(14), les teneurs en poly phénols enregistrées montrent des concentrations de 1.14 mg/g (pois chiche périmé), 1.45mg/g (pois chiche 2020), 0.96mg/g (pois chiche récent) et 1.41mg/g (pois chiche sec).

La différence de la teneur en poly phénols est du probablement à la composition de la matière première (pois chiche) ou aux conservateurs ajoutés dans les boites de conserve qui ont peut être diminué la quantité de poly phénols en les détruisant.

2. **Flavonoïdes**

Le dosage des flavonoïdes de pois chiche est calculé à partir de la courbe d'étalonnage de la quercitrine illustré dans (la figure 20).

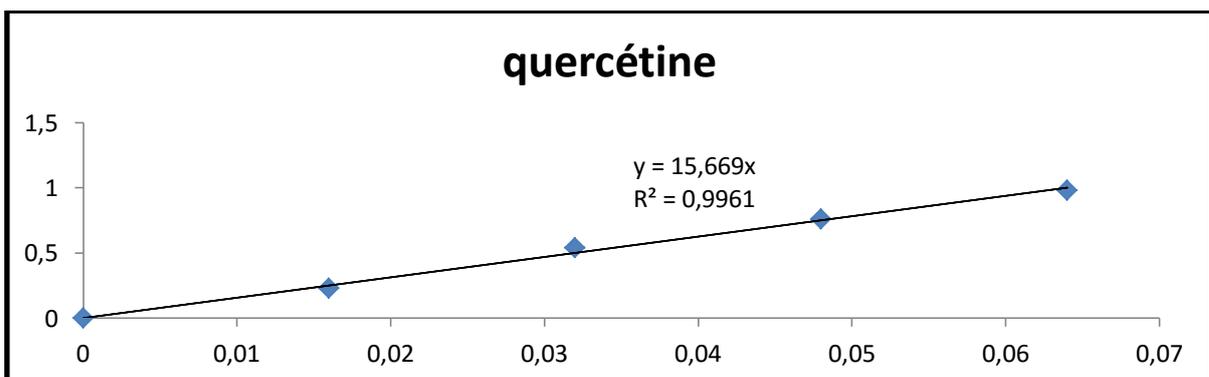


Figure 20: courbe d'étalonnage de la quercitrine

Résultats et discussion

L'analyse réalisée a montré que le pois chiche 2020 et pois chiche sec sont les plus riches en flavonoïdes, de concentration 1.45 mg/g et 1.40mg /g respectivement, alors que le pois chiche récent présente la teneur la plus faible de 0.96 mg /g, et pour les pois chiche périmé de 1.14 mg/g.

D'après **Rodrigues**, la teneur en flavonoïdes dans les fruits et légumes cuits est liée au temps de cuisson. C'est ce qui est le cas dans notre échantillon [128].

Donc la différence remarquée entre les résultats est due à la composition de la matière première et aux traitements thermiques effectués aux conserves [129].

Les flavonoïdes pourraient jouer un rôle de protection vis-à-vis des pathogènes et du stress environnemental, dû par exemple à la sécheresse ou aux rayonnements ultra-violets [130].

• **Activité antioxydante**

L'activité antioxydant d'un composé correspond à sa capacité à résister à l'oxydation en libérant des électrons, et qui peut être exprimée par leur pouvoir à réduire les radicaux libres [131].

Le DPPH est un radical libre qui est couramment utilisé pour évaluer l'activité antioxydante [132].

D'après les résultats, nous notons que l'activité antioxydante varie de 24,69% à 83,13%, et sa valeur la plus élevée est celle des pois chiches secs par rapport aux pois chiches en conserve. Cela est dû principalement à l'opération de trempage, au traitement thermique et à la qualité de la matière première utilisée.

D'après **Heim**, les groupements hydroxyles dans les composés phénoliques et flavonoïdes sont responsables de leur pouvoir antioxydant [133].

1.2. Saumure des pois chiches

Tableau 15: tableau des analyses physicochimiques

Paramètre	pH	Humidité	Cendres	Amidon	Glucide	Protéine	Lipide	Sel
Produit		%	%	%	%	%	%	%
Saumure Périmée	5.42	94.68	2.09	0	0	0	0	0.88
Saumure 2020	5.6	93.22	1.45	0	0	0	0	1.35
Saumure Récente	6.77	93.67	1.16	0	0	0	0	1.18

- **pH**

Pour les différentes saumures étudiées, nous constatons une valeur élevée de pH pour la conserve la plus récente; et une valeur proche pour les deux saumure périmé et 2020 qui varient entre 5.42 et 5.6. Malgré tout, ces dernières restent quand même conformes aux normes exigées.

La décroissance du pH dans les saumures est probablement due à une contamination bactérienne.

Il se peut aussi que la concentration en sel influe sur les valeurs du pH.

- **Teneur en sel**

Les résultats obtenus nous montrent que le taux de sel de la saumure périmé est plus bas par rapport aux deux autres saumures.

La saumure est une solution de sel car le sel est utilisé comme un conservateur. La différence remarquée est dû à la quantité de sel mise lors de la fabrication ou à la vitesse d'absorption du sel par l'aliment.

- **Teneur en humidité**

Nous avons des taux d'humidité très élevés, ce qui est normal car la saumure est une solution aqueuse.

- **Détermination des cendres**

D'après les résultats, nous remarquons une teneur en cendres plus élevée dans la saumure périmée qui est de 2,09 % par rapport à la saumure de 2020 et 2021 qui sont de 1,45 % et 1,16 %.

Cette différence est probablement liée à la quantité des conservateurs utilisés, taux de sel ainsi que la conductivité de l'eau de préparation des saumures.

-Pour le reste des analyses (protéines, lipides, glucides, amidon) nous n'avons trouvé aucune trace dans la saumure, nous pouvons donc conclure qu'il n'a pas eu de migration de ces substances de l'aliment (pois chiches) vers la saumure.

Partie 2 : Concentré de tomate

Les résultats de contrôle de qualité effectués systématiquement sur les concentrés de tomate et leurs discussions sont présentés dans ce qui suit :

Tableau 16: analyse physicochimique de concentré de tomate.

Produit à analyser	Paramètres	pH	Brix°	Acidité	Humidité	Cendres	Chlorure de sodium	densité	Lycopéne	B-carotène
	Echantillons		(%)	g/kg	(%)	(%)	(g/kg)			
	Concentré de tomate périmé	4.28	28	15.36	76.18	2.94	1.21	1.145	9.16	4.30
	Concentré de tomate 2020	4.34	28	13.37	72.24	3.78	1.43	1.147	9.54	5.30
	Concentré de tomate 2021	4.43	28	13.18	76.14	2.9	1.27	1.159	9.15	4.26
	Norme (J.O.R.A)	≤4.5	[22-30]	<20	[70 - 80]	-	-	1	-	-

- **pH**

Le pH étant un paramètre de qualité hygiénique et organoleptique, sa baisse est interprétée comme étant une amélioration de la conservation puisque ces produits sont classés dans la catégorie "conserves alimentaires d'origine végétale à pH inférieur à 4.5".

Le produit du concentré de tomate reste conforme puisqu'aucune valeur de pH n'est supérieure à 4.5. Une légère différence de pH a été notée entre les différents échantillons, cela est lié à la date de fabrication et aux différentes variétés de tomate utilisées lors de la transformation.

Le pH des concentrés relativement faible (pH < 4,5) est un avantage du point de vue de la stabilité. En effet, le niveau inférieur de pH réduit considérablement le taux et la gamme de micro-organismes pouvant se développer sur le produit [134].

- **L'acidité**

L'acidité totale est un critère discriminant de la qualité gustative du concentré de tomates. Les valeurs de l'acidité totale de nos concentrés de tomates sont en concordance avec les normes Algérienne ayant fixé les valeurs normales d'acidité maximum à 20 g/kg. Nous remarquons une légère différence de la teneur en acidité entre les concentrés de tomate et cela est peut-être dû à la variété de produit primaire utilisé (la tomate).

- **Chlorures de sodium**

Le chlorure de sodium permet d'augmenter la conductivité et améliore la saveur, l'arôme et la fermeté de concentré de tomates. Néanmoins un excès de chlorure de sodium provoque une toxicité [135].

Les résultats de l'analyse sont inférieurs à la norme algérienne, et cela est dû à la quantité de sel ajouté lors de la fabrication. La saveur est généralement liée aux proportions relatives de sucres, d'acides et de sel dans les fruits. L'association de ces facteurs produit les meilleurs concentrés de tomates et les plus savoureux [136].

- **Densité**

Les résultats des trois échantillons sont presque identiques, on remarque une légère différence et cela est dû à la différence de composition de chaque échantillon. On peut dire que les résultats sont conformes à la norme algérienne les petites augmentations sont dus peut être aux erreurs commises lors de la manipulation et/ou l'incertitude du matériel utilisé.

- **Taux d'humidité**

Le pourcentage d'eau des échantillons du concentré de tomate analysés varient entre 72.24 et 76.18. L'eau représente ainsi 3/4 du poids total du produit fini, ce qui montre que les résultats obtenus sont conformes aux normes préconisées qui sont de 70 à 80 %.

- **lycopène et β -carotène**

Très présents dans notre alimentation, les caroténoïdes sont des micronutriments produits principalement par des végétaux, Ces caroténoïdes sont des pigments naturels de couleur rouge, orange, jaune qui présentent certains effets bénéfiques sur de nombreuses pathologies [137].

Nous constatons, que la teneur en lycopène varie de 9.15 à 9.54 mg/100g de matière sèche, celle de la β carotène est comprise entre 4.26 et 5.30 mg/100g de matière sèche. On remarque une légère différence des teneurs en lycopène et β -carotène des trois échantillons et cette variation est probablement due à des différences dans les conditions de croissance et composition de la matière première utilisée (tomate) [138].

Beaucoup de facteurs y compris la maturité, la chaleur et la variété utilisée peuvent affecter la concentration de lycopène et β -carotène contenus dans le fruit de tomate et probablement dans le concentré [139].

- **Brix**

Le Brix étant un paramètre clé de la qualité du concentré, sa baisse est interprétée comme étant une baisse de qualité du concentré de tomate. La lecture du taux de Brix montre que les concentrés de tomate restent en tout état de cause conforme à la réglementation en vigueur. Aucune non-conformité n'a été détectée.

Les normes ISO 2173 (2003) indiquent qu'un concentré de tomates de bonne qualité doit posséder un indice de réfraction évalué à 22% au minimum.

La mesure de l'indice de réfraction exprimé en degré Brix se révèle un bon indicateur de la teneur en sucres de la tomate.

- **Cendres**

Les éléments minéraux sont présents en petites quantités dans la matière sèche, ils occupent un rôle important dans la composition nutritionnelle et la qualité finale du produit fini.

Le taux de cendres représente la quantité totale en sels minéraux présents dans un échantillon. D'après les résultats on remarque un taux de cendre élevé pour le concentré de 2020 qui est de 3.78% par rapport au concentré de 2021 et périmé qui est de 2.94, cette différence est probablement liée à deux facteurs principaux : les variétés de tomates utilisées pour les préparations des concentrés, où peut être que le traitement thermique que les concentrés ont subi fait diminuer la teneur en sels minéraux et donc le taux de cendres.

- **Antioxydants et Activité antioxydante**

Les résultats de l'activité antioxydante effectués systématiquement sur les concentrés de tomate et leurs discussions sont présentés dans ce qui suit :

Tableau 17 : analyse antioxydant et activité antioxydante des concentrés de tomate.

Echantillon	Teneur en polyphénols	Teneur en flavonoïdes	Activité antioxydante
Concentré de tomate périmé	8.95	11.8	65.66%
Concentré de tomate 2020	7.35	12	91.56%
Concentré de tomate 2021	8.55	12.65	74.09%

- **Polyphénols**

Le dosage quantitatif des poly phénols du concentré de tomate est déterminé à partir de l'équation de la régression linéaire de la courbe d'étalonnage établi avec du standard acide gallique (figure19).

Parmi les concentrés de tomate étudiés, il apparait que le concentré de tomate périmé est le plus riche en polyphénols avec une teneur de 8.95 mg/g, suivi du concentré de tomate 2021 dont la teneur est de 8.55 mg/g, le contenu du concentré de tomate 2020 en polyphénols est plus petit, il est évalué à 7.35mg/g.

La différence remarquée entre les résultats est due probablement à plusieurs facteurs comme :

-L'espèce (matière première) : le taux de poly phénols est différent d'une espèce à une autre.

-Période de récolte : c'est aussi lié à la période de maturité du fruit où le taux de poly phénols atteint son maximum [140].

-Les conditions climatiques (qui diffèrent d'une région à une autre).

La différence des concentrations des poly phénols totaux peut être également expliquée par l'interférence de Folin-Ciocalteu. Ce réactif est extrêmement sensible à la réduction de tous les groupes hydroxyles, non seulement ceux des composés phénoliques mais également ceux de certains sucres et protéines [141].

Plusieurs études épidémiologiques suggèrent que la protection contre le développement de diverses pathologies dégénératives nécessite une alimentation encore plus riche en polyphénols [142].

- **Flavonoïdes**

Le dosage quantitatif des flavonoïdes du concentré de tomate est calculé à partir de la courbe d'étalonnage de la quercitrine illustré dans (la figure 20).

L'analyse effectuée montre que le concentré de tomate 2021 est le plus riche en flavonoïdes, la concentration enregistrée est de 12.65mg/g, alors que le concentré de tomate périmé est le moins pourvu, la teneur est évaluée de 11.8. La teneur moyenne est révélée chez le concentré de 2020 (12mg/g). La teneur en flavonoïdes dans les fruits et légumes cuits est liée aux modes ainsi qu'aux temps de cuisson [129].

Dans notre cas, la différence de la teneur en flavonoïdes est due probablement aux traitements thermiques effectués pour la tomate, et la qualité de la matière première utilisée.

Les flavonoïdes pourraient jouer un rôle de protection vis-à-vis des pathogènes et du stress environnemental, dû par exemple à la sécheresse ou aux rayonnements ultra-violets [130].

- **Activité antioxydante**

La méthode du radical 2,2-diphényl-1-picrylhydrazyle (DPPH) est fréquemment utilisée, elle est la plus simple méthode qui fut l'un des premiers radicaux libres utilisés pour étudier la relation structure-activité antioxydante. On remarque expérimentalement, un changement de la couleur violette à la couleur jaune au niveau des solutions préparées après avoir laissé les tubes dans l'obscurité pendant 30mn.

Le DPPH (2,2 diphényl-1-picryl hydrazyl) est un radical stable qui possède un électron célibataire sur l'atome d'azote, caractérisé par une couleur violette. En présence d'antioxydant l'électron célibataire devient apparié, ce qui conduit à la décoloration de DPPH du violet (forme radicalaire DPPH·) au jaune (forme réduite DPPH-H), cela est traduit par la capacité des antioxydants présents dans le milieu à donner des protons.

D'après l'analyse, les résultats varient entre 65.66 % et 91.56%, On estime que l'activité antioxydante du concentré de 2020 est plus élevée par rapport aux deux autres concentrés.

Cela est dû principalement au traitement thermique et la qualité de la matière première utilisée. Plusieurs études ont montré que les groupements hydroxyles dans les composés phénoliques et flavonoïdes sont responsables de leur pouvoir antioxydant [133].

IV.2. Résultats de l'analyse microbiologique des pois chiches en conserve et concentrés de tomate

Tableau 18 : résultats de l'analyse microbiologique

M.O recherché	Concentré de tomate			Pois chiches en conserve			Norme UFC/g
	périmé	2020	2021	Périmé	2020	2021	
Germes aérobies FTAM	$2.0 \cdot 10^3$	$4.0 \cdot 10^3$	$1.18 \cdot 10^3$	$2.9 \cdot 10^4$	$2.4 \cdot 10^3$	$3.2 \cdot 10^3$	$\leq 10^5$
Clostridium sulfitoréducteurs	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
Coliformes totaux	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
Coliformes fécaux	abs	abs	abs	abs	abs	abs	abs
Levure	abs	abs	abs	abs	abs	abs	Abs
Moisissure	abs	abs	abs	$5 \cdot 10^2$	$26 \cdot 10^1$	abs	≤ 50
Salmonelle	abs	abs	abs	abs	abs	Abs	abs

Les résultats microbiologiques mentionnés dans le tableau montrent, une absence totale de l'ensemble des germes sporulés recherchés tels que les Clostridium sulfito-réducteurs ainsi l'absence des levures et salmonelles, donc la conserve de tomate et de pois chiche est de qualité microbiologique satisfaisante, cela signifie que les traitements thermiques effectués sur les conserves sont efficaces.

Les coliformes sont des marqueurs d'hygiène des aliments, donc leurs absences est un indicateur de la qualité des conserves.

Les germes aérobies sont présents dans les aliments à la faveur d'un couple temps /température favorable à leur croissance. Ils se développent en présence d'air (aérobie). La présence de ces derniers est due probablement à une contamination lors des prélèvements et analyses.

Pour les moisissures leur présence dans nos échantillons est principalement due au non-respect de la méthode des 5 M lors de la fabrication et ou le non-respect du couple temps/température du traitement thermique.

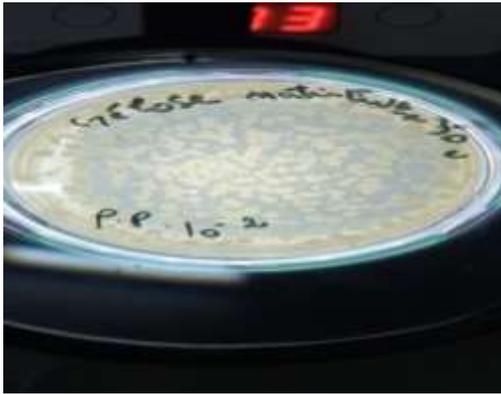


Figure 21 : Une photographie de l'analyse des germes aérobies.



Figure 22 : une photographie de l'analyse des moisissures.

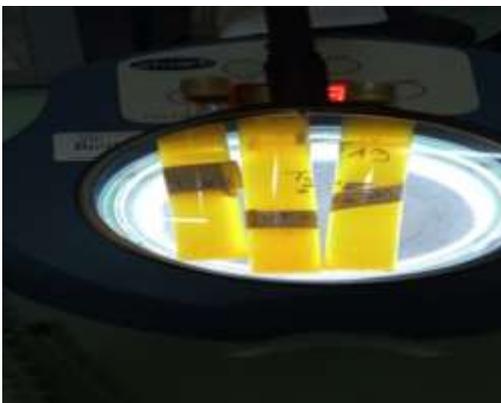


Figure 23 : une photographie de l'analyse des Clostridium.



Figure 24 : une photographie de l'analyse des Coliformes.

IV.3.Résultats de l'analyse organoleptique

Tableau 19: les résultats d'analyses organoleptiques des pois chiches et leurs saumures

Paramètres	Couleur	Odeur	Saveur	Texture
Produits				
Pois chiche périmé	Brune	Désagréable	Désagréable	Dure
Saumure périmé	Trouble	Désagréable	Désagréable	Visqueuse
Pois chiche 2020	Beige	Normale	Normale	Normale
Saumure 2020	Claire	Normale	Salée	Coagulée
Pois chiche 2021	Beige	Normale	Normale	Normale
Saumure 2021	Claire	Normale	Salée	Liquide

D'après les résultats obtenus, on remarque que le pois chiche périmé a une couleur brune, une désagréable odeur et saveur ainsi qu'une dure texture. En ce qui concerne les pois chiches de 2020 et 2021, ces derniers ont une couleur beige, odeur, saveur et texture normales.

Pour la saumure on constate que la couleur de la saumure périmée est trouble par contre celle de 2020 et 2021 est claire. Pour l'odeur et saveur on remarque que celles de la saumure périmée sont désagréables contrairement aux deux autres.

Pour la texture on remarque que la saumure 2020 est visqueuse cela est dû aux conditions de stockage et/ou le non-respect de la méthode des 5M lors de la production.

Après ouverture des boîtes, nous n'avons remarqué aucun changement lié à l'emballage à l'exception de la boîte de pois chiches périmés comme indiqué sur la Figure 25, il y'a eu un changement notable sur le couvercle de la boîte, il s'est corrodé. Cela peut s'expliquer par le fait que la saumure (acide) cause la corrosion et par conséquent la toxicité de l'aliment.



Figure25 : boîte de pois chiche périmé

Tableau 20 : Les résultats d'analyses organoleptiques du concentré de tomate

Paramètres	Couleur	Odeur	Saveur	Texture et consistance
Produits				
Concentré de tomate périmé	Rouge foncé	Normale	Normale	Epaisse (pas de séparation de phase)
Concentré de tomate 2020	Rouge claire	Normale	Normale	Epaisse (pas de séparation de phase)
Concentré de tomate 2021	Rouge	Normale	Normale	Légère (pas de séparation de phase)

D'après les résultats obtenus, on peut voir que tous les paramètres sensoriels de concentré de tomate analysés sont stables et aucun changement n'a été observé, pour la légèreté de l'échantillon de 2021, c'est du probablement à la pauvreté de la matière première (tomate) en lycopène et/ou extrait sec.

Conclusion
générale

L'objectif de notre travail est l'étude de la stabilité de deux conserves qui sont le double concentré de tomate et le pois chiche de marques algériennes. Pour l'échantillonnage, nous nous sommes appuyées sur des échantillons récents, des échantillons datant d'un an et demi ainsi que des échantillons périmés afin de vérifier leur innocuité, conformité et leur qualité.

Nous avons choisi de contrôler : les paramètres physico-chimiques, microbiologiques et organoleptiques de toutes les boîtes de conserves (pois chiches et tomate), selon des méthodes normalisées par la réglementation.

Nous pouvons résumer les résultats de notre étude comme suit:

Pour les pois chiches

-La teneur en pH des pois chiche dépend de la contenance de la saumure ainsi que des conditions de stockage (qui pourra causer un développement microbien et par conséquent l'abaissement du pH). Pour le taux de cendres il dépend du traitement thermique appliqué, la contenance de la matière première en minéraux ainsi que la conductivité de l'eau de préparations des saumures. Les résultats obtenus indiquent une conformité aux normes algériennes.

- La présence d'une quantité importante d'amidon pour le pois chiche sec par rapport au pois chiches en conserve mais les valeurs restent quand même élevées.

-Le pois chiche sec est beaucoup plus riche en nutriments que le pois chiche en conserve ce qui peut s'expliquer par le fait que le pois chiche sec n'a pas subi des traitements de trempage et de cuisson.

-L'Absence de migration des différents nutriments des pois chiches vers la saumure.

- La présence des moisissures dans les deux échantillons de pois chiche périmé et celui de 2020 est due au non-respect de la méthode des 5M lors de fabrication.

-Les modifications organoleptiques ont été remarquées sur le pois chiche périmé et la saumure de l'échantillon de 2020.

-L'apparition du changement défavorable au niveau de la couleur, de l'odeur, et de la saveur du pois chiche périmé indique la non possibilité de l'utilisation de ce produit au-delà de sa DLC.

Pour la tomate en conserve

-Les résultats du Brix° pour les trois marques de concentré de tomate indiquent des résultats conformes aux normes requises par la réglementation, ainsi, le concentré de tomate est de bonne qualité pour les trois boîtes.

La valeur du Brix n'a pas diminué même après que la date de péremption du concentré périmé soit dépassée.

-Le concentré de tomate périmé dont les résultats de toutes les analyses restent conformes aux normes exigées par le J.O.R.A et par conséquent l'innocuité du produit.

-Le lycopéne est l'un des plus puissants antioxydants caroténoïdes dans le concentré de tomate qui contribue à la saveur du produit fini.

Les résultats des analyses microbiologiques réalisées sur les conserves ont révélé que :

La présence des germes aérobies non pathogènes dans la quantité autorisée n'affecte pas du tout la santé, mais affecte plutôt la texture et l'aspect.

Il y a une proximité dans les résultats physico-chimiques, microbiologiques obtenus pour les trois concentrés de tomates étudiées malgré l'espacement entre les dates de production.

On peut conclure au terme de cette étude que certains aliments sont encore comestibles après leur date de péremption, donc les critères selon lesquelles la DLC est déterminée doivent être revus. Ainsi, le gaspillage alimentaire devrait être réduit.

Références
Bibliographiques

Bibliographie :

- [1]. **FAO.** (1982). « Les graines de légumineuses dans l'alimentation humaine ». FAO. Alimentation et nutrition 20.Rome. P152.
- [2]. **Depey L.** (2006). « Les légumes dans l'alimentation : leurs effets nutritionnels ». Fondation Louis Bonduelle1, 12-16.
- [3]. **Roy F., Boye J.I., Simpson B.K.** (2010). « Bioactive proteins and peptides in pulse crops: Pea, chickpea and lentil». Food Research International 43, 432–44.
- [4]. https://agroligne.com/IMG/pdf/Agroligne%20N%C2%B0106_web.pdf
- [5]. <http://www.ikonet.com/fr/ledictionnairevisuel/static/qc/legumineuses>.
- [6]. **Lejoly J.**2005. « Systématique des plantes à fleurs en relation avec les principales plantes médicinales ; Biologie végétale; Volume II; Institut de Pharmacie »; Université Libre de BRUXELLES; 296 pages; Site web:
<http://www.mobot.org/Mobot/research/APweb/>
- [7]. **APG II (Angiosperm Phylogeny Group II),** 2003. «An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II». Botanical Journal of the Linnean Society 141: 399-436
- [8]. **Broughton, W.J.** 1984« Nitrogen fixation: Legumes».The Journal of Chartto and Windus 2Td londress.117.
- [9]. **Cannon, S.** (2008). Chapitre 3:« Legume comparative genetics».
- [10].**Simon, J-P.** (2005). « Plantes utilisées par l'Homme : *chapitre 11 les légumineuses* ». Préparés pour le département de Sciences biologiques. Université de Montréal.
- [11].**Fyad Lameche, F. Z.** (2007). « Les Légumineuses ou Fabacées ». Cours présentés à la faculté des Science. Département de Biotechnologie. Université d'Oran Es-senia. Algérie.
- [12].**Lewis, G.P., Schrire, B.D., Mackinder, B.A., Lock, J.M., ed.** (2003).«Legumes of the World ».Royal Botanic Gardens, Kew, UK.
- [13].**Lee, G.-J, Wu, X., Shannon, J. G., Sleper, D. A. and Nguyen, H. T.** (2007). Chapter 1: Soybean. Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants Oilseeds, Volume 2: 1-53.C. Kole (Ed.). © Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

- [14]. **Aberkane, L et Adnane, H** ; 2012/2013. « Activité antioxydante de quelques légumineuses cuites (haricot blanc, pois chiche) à l'état sec et en conserve, et petit pois (sec, frais, congelé et conserve) ».
- [15]. **Graham, P.H. et Vance, C.P.** (2003). « Légumes: importance and constraints to greater use ». *Plant Physiol.* **131**: 872- 877.
- [16]. **Sahgal, M. et Johri, B. N.** (2003). « The changing face of rhizobial systematics». *Current Science.***84** (1): 43-48.
- [17]. **Wani, S. P., Rupela, O. P. and K.K. Lee** (1995). «Sustainable agriculture in the semi-arid tropics through biological nitrogen fixation in grain legumes». *Plant ant Soil* **174**: 29-49.
- [18]. **Sekkour, S.** (2008). Essai d'introduction d'un couple symbiotique *Rhizobium-Acacia saligna* pour la revégétalisation de la Sablière de Sidi Lakhdar (Wilaya de Mostaganem).Mémoire de magister. Université d'Oran.
- [19]. **Arkoyld W R. et Daughty G.** 1982. LES grains de légumineuses dans l'alimentation humaine.Edition: FAO. Pp: 152.
- [20]. **Trémolières G., Serville Y., Gacquot R. et Dupin H.** Les aliments. 1984. 9ème édition. Paris.Pp: 51.
- [21]. **Nieuwenhuis R et Nieuwelink J.** 2005. La culture du soja et d'autres légumineuses. Pp : 7-21.
- [22]. **Billon A.** 2009. Vers plus d'indépendance en soja d'importation pour l'alimentation animale en Europe - cas de la France. Pp: 18.
- [23]. **PROLEA.** 2010. PROLEA: La filière française des Huiles et Protéines Végétales .www. Proléa.com.
- [24]. **Fallon S et Enig M G.** 1999. Soja : conséquences d'une information manipulée.
- [25]. **GRAHAM .P.H, VANCE C.P** (2003); legumes importance and constraints to greater use .American so ciety of plant biologists 131 :872-877.
- [26]. **GUEGUEN,** (1994). Proteins of some legum seed : soybean, pea, faba-bean and lupin. In 'new and developing sources of food proteins'ed ,Hudson B.Y.F., Chapman an Hall pub., 6: 145-193.
- [27]. **MATTHUS P., et ARTHUR E.,** 1985. Genetic and envirenemental components of variation in protein contenenent of peas. In the pea crop. A basis for improvment, ed P. D. Hebblethwaite,M. C. Haeth an T. C. K. Dawkins, Butterworths, London, 369-38154 (5), 1115-1123.

- [28]. **DUPRAT F., GALLANT D., GULBO T., MERCIER C. et ROBIN J. P.**, 1980. L'amidon dans les polymères végétaux : polymères pariétaux et alimentaires non azotés, Ed. B. Monties, GAUTHIER-VILLARS.
- [29]. **THIBAUT J.F., CRREPEAU M.J., QUEMENER B.**, 1989. Composition glucidique des graines de colza et de tournesol. *Sci. Alim.*, 9, (2) : 402-412.
- [30]. **CHAMP M., FAIZANT N.**, 1990. Technologie et qualités nutritionnelles des amidons. *Les cahiers de Lens-Bana*, 8, 1-23.
- [31]. **GROSJEAN F.**, 1985. Combining pea for animal feed. In the pea crop. Hebblethwaite P.D., Heath M. C., Dawkins T. C. K., Eds., Butterworths. 453-462.
- [32]. **BESANCON P.**, 1978. La valeur nutritionnelle des légumes secs et des protéines de légumineuses. *Rev. Franc. Diet. (marseille-France)*. Vol : 22 N° 84PP 5-17.
- [33]. **AYKROYD et DOUGHTY**, 1982. Les graines de légumineuses dans l'alimentation humaine. 2^{ème} édition N°20 FAO ROME.
- [34]. **GUJSKA E., KAHN K.**, 1991. Feed moisture effects on functional properties, trypsin inhibitor and hemagglutinating activities of extruded bean high starch fraction. *J. Food Sci.*, 56 (2), 443-447.
- [35]. **ENCARTA.**, 2005- Encyclopédie encarta.
- [36]. **Malik, B.A.** 1994. Crop production. National Book Foundation; 294 pages.
- [37]. **Van Der-Maessen L. J. G.** 1987. Origin, history and taxonomy of chickpea. In: SAXENA M.C., SINGH K.B., Ed .The Chickpea. pp: 11-37.
- [38]. **Saxena N.P.**, 1984. Chickpea. In: Goldsworthy P.R., Fisher N.M. The Physiology of Tropical Field Crops. pp: 419-452.
- [39]. **Van Der-Maessen L. J. G.** 1984. "Taxonomy, distribution and evolution of the chickpea and its wild relatives". In "genetic resources and their exploitation, chickpea, faba beans and lentils". pp: 95-104. J. R. WITCOMBE and W. ERCHINE Eds, martinusnighoff Nether lands; for ICARDA3.
- [40]. **Muehlbauer F. J. et Rajesh P. N.**, 2008. Chickpea, a Common source of protein and starch in the semi-arid tropics. PH. Moore, R Ming (eds.) Genomics of tropical Crop plants. *Ocimum canum Sims (Lamiaceae)*, for protection against postharvest damage by *Ostrobothnia*. Oulu University Press, Finland, 52 p.
- [41]. **Guignard J.L. et Dupont F.** 2005. Botanique. 13^{ème} Edition Masson.
- [42]. **Anonyme c.** 1994. Analyse statistique de l'évolution de la culture des principaux produits agricoles durant la période 1964-1994. DSAEE. Ministère de l'agriculture , Alger.

- [43]. **Hamadache**, 2000. Etude de la période de compétition des mauvaises herbes vis-à-vis d'une culture de pois chiche. Céréaliculture. n°22.Ed-ITGC EL-HARRACH Alger : 13.
- [44]. **Zaghouane O.**, 1997. La situation actuelle et les perspectives du développement de légumineuses alimentaire en Algérie, le développement et le rendement en grain du pois chiche (*Cicer arietinum* L) .céréaliculture. n° 28.Ed, IGTC. pp: 13- 17.
- [45]. https://Publications/Ag_Statistics/2008/
- [46].**Bunyamin T.** 2015. Pois chiche. *Historica Canada*. [http://www.encyclopediecanadienne.ca/fr/article/pois-chiche/#h3_jump_Baudoux D.](http://www.encyclopediecanadienne.ca/fr/article/pois-chiche/#h3_jump_Baudoux_D) (2002) Les cahiers pratiques d'aromathérapie selon l'école française : 1 Pédiatrie. Ed. Amyris, Belgique, pp. 303. Badama Philomène Seri-Kouassia, Coffi Kan kob, Louis Roi Nondenot Abouaa, Kouassi.
- [47]. **Anonyme.** 2008. Pois chiche biologique. Fiche technique. Pp: 1.
- [48]. **Anonyme.** 2006. Agriculture et Agroalimentaire Canada, direction générale des politiques, division de l'analyse du marché.
- [49]. **Hawtin G.C.**1978. Introduction to food legumes: technical manual n°1, International Centre for Agricultural Research in the dry areas, Syria. Pp: 76.
- [50]. **Grignac C.**, 1985. L'installation du pois chiche de printemps. Bulletin FNAMS semences. Pp:91.
- [51]. **BEDARD.A.**2006.Pois chiche institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INHP).Université Laval.
- [52]. **BAUMGARTNER.A.** « Le pois chiche : la viande des pauvres .*tabula* 1998.no3 p : 16-19.
- [53]. www.goodepices.com
- [54]. **Lestienne. I, Icard-Vernière.C, Picq. C, Serge T** (2003). Effets du trempage de graines et de farines de céréales et de légumineuses sur leur teneur en phytates et leurs rapports molaires Phy/Fe et Phy/Zn. *Food-based approaches for a healthy nutrition Ouagadougou*, 23-28 / 11 / 2003.
- [55]. **Avola G , Patanè C , N. Barbagall R** (2012). Effect of water cooking on proximate composition of grain in three Sicilian chickpeas (*Cicer arietinum* L.). *Food Science and Technology*, **49**: 217-220.
- [56]. **Naika S, Jeude J.V, Goffau M, Hilmi M, Van dam B, Florijn A**, 2005 : La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation, Publié par Agromisa Foundation, p. 104.

- [57]. **MTCTHG**, 2009 : Magazine Trimestriel du Centre Technique Horticole de Gembloux – N°27, juin 2009.
- [58]. **Naika S., Jeude J.V.L., Goffau M., Hilmi (M.) et Dam B.V.**, 2005. la Culture de la tomate, production, transformation et commercialisation. Agrodok 17, la culture de la tomate :105p.
- [59]. **Rey et Costes, 1965**. La physiologie de la tomate. Ed. INRA. Paris 1965.
- [60]. **Gaussen, H., Lefoy, J., Ozenda, P.(1982)**. Précis de Botanique.2èmeEd. Masson, Paris.2p.
- [61]. **Miladi. 1970**, Introduction à la technologie de la tomate, NN Ed grand magreb, Tunisie, p 99.
- [62]. **Sadok. D, Zedak. S. 2016**, Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique de la conserve du concentré de tomate (TELLOISE), Master de l'Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaghanem.
- [63]. **Shankara. N, Joep Van Lidt de Jeudi, Gauffou. M, Hilmi. M, Van Dam. B.**, 2005 :La culture de la tomate : production, transformation et commercialisation. Pays Bas : PROTA : 105p.
- [64]. **Morard S.**, 2013. Guide pratique. Mes tomates du jardin à la cuisine. S.M.A.C.T, 20 p.
- [65]. **BLANCARD D.**, 2009- Les maladies de la tomate. Identifier, connaître, maîtriser: Ed. Quae, Versailles, 750 p.
- [66]. **Philouze J & Hedde I., 1995**. The tomato .scientific american, 59 : 85-146.
- [67]. **Bazzano L & Serdula M.**, 2003. Dietary intake of fruits and vegetables and risk of cardiovascular disease. Curr Atheroscler Rep 2003 November, 5 (6), 492-9.
- [68]. **Basu A., Imrhan V.**, 2006. Tomatoes versus lycopene in oxidative stress and carcinogenesis: conclusions from clinical trials. Eur J Clin Nutr 2006 August. p 16-55.
- [69]. **Elvira Casas, Marianna Faraldi and Marie Bildstein.**, 2006. HANDBOOK on BIOACTIVE COMPOUNDS from TOMATO PROCESSING RESIDUES». Www.bioactive-net.com 44P.
- [70]. **Mtcthg.** 2009, Magazine trimestriel du centre technique horticole de gembloux- N° 27. Juin 2009.
- [71]. http://www.genetic-distribution.com/admin/upload/TOMATE_.pdf
- [72]. http://www.fao.org/input/download/standards/237/CXS_057f.pdf
- [73]. **78. Gould, W., A., (Ed.) (1991)** Tomato production, processing and technology, 3rd ed., CTI Publications, Inc, Baltimore.

- [74]. **Chong, H. H., Simsek, S., and Reuhs, B. L.** (2009) Analysis of cell-wall pectin from hot and cold break tomato preparations, *Food Research International* 42, 770-772.
- [75]. **Goodman, C. L., Fawcett, S., and Barringer, S. A.** (2002) Flavor, viscosity, and color analyses of hot and cold break tomato juices, *Journal of Food Science* 67, 404-408.
- [76]. **YOUSFI, M** ; Développement de la technologie agro-alimentaire dans la région de Touat Cas de la conserverie de tomate de Reggane ; 2018.
- [77]. **Anonyme**, 1998 : Guide d'inspection qualité sur les concentrés de tomates, Centre Algérien du Contrôle de la Qualité et de l'Emballage (CACQE), p. 1-19.
- [78]. **FAO et OMS**, 1999 : Programme mixte sur les normes alimentaires. Cession Codex Alimentaires. Rome, p.12-40.
- [79]. **Lebres**, 2001:Conserves et semi conserves. Cours national d'hygiène et de microbiologie des aliments. Institut Pasteur.
- [80]. **Leitsner, L. et Gould, G.W.** 2002. *Hurdle technologies. Combination treatments for food stability, safety and quality*. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York, USA.
- [81]. **Raux J**, 1990: Le conditionnement aseptique. Edition apria, Paris, p. 28-29.
- [82]. **Ameye et Boucher**, 1999 : Etude de la cuisson de deux produits modèles appertisés. Ind Ali, p. 21.
- [83]. **Bourgeois**, 1996 : Technique d'analyse et de contrôle dans les IAA : le contrôle microbiologique, Edition apria. France.
- [84]. **Larousse et al .**, 1991: Conserve appertisée. Aspects technique et économique, Edition apria.
- [85].<http://www.univ.bejaia.dz/jspui/bitstream/123456789/12610/1/Contr%C3%B4le%20de%20la%20qualit%C3%A9%20physico%20chimiques%20microbiologiques%20et.pdf>.
- [86]. **JORA n°35**. Arrêté interministériel du 24 janvier 1998 modifiant et complétant l'arrêté interministériel du 24 août 1997 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires, *Journal Officiel de la République Algérienne*: p. 7-25.
- [87]. **Norme Française NF V 08-402** - concernant le contrôle de stabilité des conserves de pH inférieur à 4.5.
- [88]. **Norme Française NF T 90-008** - concernant la mesure électro métrique du pH avec l'électrode de verre.
- [89]. **ISO 721-1979**: Provides representation of 7-bit coded character set on punched tape 25,4 mm in width. Applicable in conjunction with ISO 646, 1154, 1729.

[90]. **Amani, N. G., Abora, F., Gnakri, D et Kamenan ,A.** 1993. Etude des propriétés physicochimique de l'amidon de taro (*Xanthosoma sagittifolium*). IAA. Volume 110, Mars. Pp: 136-142.

[91]. https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers11-11/15043.pdf

[92]. https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9thode_de_Bertrand

[93]. https://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9thode_de_Bertrand

[94]. <https://oatao.univ-toulouse.fr/7248/1/penchev.pdf>

[95]. **ISO 18771-1975.** Specifies the frequency for the note A in the treble stave and shall be 440Hz. Tuning and retuning shall be effected by instruments producing it within an accuracy of 0,5 Hz.

[96]. <https://www.mt.com/ch/fr/home/library/know-how/lab-analytical-instruments/chloride-determination-titration-applications.html>

[97]. **Aberkan, L. Adnane, H.** 2013. Activité antioxydante de quelques légumineuses cuites (haricot blanc, pois chiche) à l'état sec et en conserve, et petit pois (sec, frais, congelé et conserve).

[98]. **Wong, C.C., Li, H.B., Cheng, K.W., Chen, F.** 2006. A systematic survey of antioxidant activity of 30 Chinese medicinal plants using the ferric reducing antioxidant power assay. *Food Chem.*, 97: 705-711.

[99]. **Djeridane, A., Yous, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., Vidal, N.** 2006. Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chem.*, 97: 654-660.

[100]. **Boudiaf K.**, 2006. Etude des effets anti-xanthine oxydoréductase et anti-radicalaires

[101]. **Blois. MS**, (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 26 1199.

[102]. **JORA n°77. Arrêté** interministériel du 24 août 1997 relatif aux conserves de purée de tomate, *Journal Officiel de la République Algérienne*: p. 26.

[103]. **Norme Algérienne NA 5669** - concernant les produits dérivés des fruits et légumes : détermination du résidu sec.

[104]. **Règlement (CEE) n° 1764/86** de la Commission du 27 mai 1986 fixant des exigences minimales de qualité pour les produits à base de tomate. Document 386R1764.

[105]. **Norme ISO 2173** - concernant les produits dérivés des fruits et légumes : détermination du résidu sec réfractométrique.

- [106]. **Board B.W.**, 1987. Le contrôle de la qualité dans l'industrie du traitement des fruits et légumes. Etude F.A.O., alimentation et nutrition n°39. 75 p.
- [107]. **Norme Algérienne NA 691** - concernant les produits dérivés des fruits et légumes : détermination de la teneur en acidité titrable (H⁺) (ions inorganiques).
- [108]. **Cortopassi-Laurino, M., Gelli, D.S.**, (1991), (Analyse pollinique, propriétés physicochimiques et action antibactérienne des miels d'abeilles africanisées *Apis mellifera* et de Méliponinés du Brésil). INRA 22, p(61-73).
- [109]. <https://www.es-france.com/10382-pycnometre-testeur-de-densite-p-2811.html#:~:text=La%20m%C3%A9thode%20pour%20mesurer%20la,le%20volume%20du%20liquide%20test%C3%A9>.
- [110]. **Bellili, S. Khenouche, L.** 2013. Effet de la cuisson sur la physico-chimie et l'activité antioxydante de la tomate.
- [111]. **Dossou J., Soulé L., Montcho M.**, 2007. Evaluation des caractéristiques physico-chimiques et sensorielles de la purée de tomate locale produite à petite échelle au Bénin. P 121.
- [112]. <https://www.commerce.gov.dz/telecharger/reglementation/854/article#:~:text=Dissoudre%20le%20sel%20dans%20500,utilisation%20en%20tant%20que%20diluand>.
- [113]. **Hammoudi ,M et Riad A.**, 2013. Contribution à l'étude de la contamination superficielle bactérienne des carcasses camelines au niveau de l'abattoir d'Ouargla. Mémoire, Master académique. p 15.
- [114]. **Norme Française NF V 08-011 Microbiologie**. Directives générales pour le dénombrement des micro-organismes par comptage des colonies à 30 °C.
- [115]. **Norme Française V 08-022 Microbiologie**. Directives générales pour le dénombrement des levures et moisissures.
- [116]. **Cuq J.L.**, 2007. Microbiologie Alimentaire. Edition Sciences et Techniques du Languedoc. Université de Montpellier. p 20-25.
- [117]. **Le Minor L & Richard C.**, 1993. Méthodes de laboratoire pour l'identification des entérobactéries. Institut Pasteur.
- [118]. **AFNOR NF V 08-020**. Reprenant la norme ISO 7251.
- [119]. <https://www.vigilab.com/documentation/fichesmicrobiologie/asr#:~:text=Les%20bact%C3%A9ries%20ana%C3%A9robies%20sulfito%2Dr%C3%A9ducteurs,production%20de%20sulfure%20d'hydrog%C3%A8ne>.
- [120]. **Norme Française NF EN ISO 7937** : Microbiologie. Directives générales pour le dénombrement de *Clostridium sulfito-réducteurs*.

- [121]. **Guy F.I.**, 2006. Elaboration d'un guide méthodologique d'intervention lors de contaminations par les salmonelles de produits laitiers au lait cru en zone de productions fromagères AOC du massif central. Thèse doctorat d'état, université Paul-Sabatier de Toulouse, France. p 17.
- [122]. **ISO 6579-1- 2017**. Microbiology of the food chain - Horizontal method of the detection, enumeration and serotyping of Salmonella - Part 1: Detection of Salmonella spp.
- [123].<http://www.est-usmba.ac.ma/coursenligne/AGB-S2-M8.3>
Microbiologie%20g%C3%A9n%C3%A9rale-%20CRS-EI%20imache%20(1).pdf
- [124].**INGE 97** : L'ingénierie centrée sur l'homme - Rapport issu des Technologies Clés, disponible au centre de documentation du Ministère de l'Industrie, de la Poste et des Télécommunications, 1997, pp 17-19, 29-49.
- [125]. **LAMPEREUR .**, 1997. Valeur semoulière des blés durs (triticum durum Desf) : influence de la taille des graines, Ind. Céréales 104, pp 13-20.
- [126]. **ITCF (Institut Technique des Céréales et des Fourrages)**. 2001. Contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux. Paris.
- [127]. **Salghi R.** Cours d'analyses physico-chimique des denrées alimentaires. GPEE (Génie des Procédés, Energie et Environnement). 1^{ère} année ENSA Ecole Nationale des Sciences Appliquées. Agadir.
- [128]. **Chu Y. H., Chang C. L. et Hsu H. F.** 2000. Flavonoid content of several vegetables and their antioxidant activity. Journal of the Science of Food and Agriculture. pp. 80 : 561–566.
- [129]. **Rodriguez-Amaya B. D.** (2001). A guide to carotenoid analysis in foods. Ed. International life Institue. pp 1-60.
- [130]. **Wojdyło A., Oszmianski J., Czemerys R.**, 2007. Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs. Food chemistry, 105:940-949.
- [131]. **Popovici C., Saykova I. et Tylkowski B.**, 2009. Evaluation de l'activité antioxydant des composés phénoliques par la réactivité avec le radical libre DPPH. Revue de génie industriel.
- [132]. **Tabart J., Kevers C., Sipel A., Pincemail J., Defraigne J.O. et Dommes J.** 2007. Analytical, Nutritional and Clinical Methods Optimisation of extraction of phenolics and antioxidants from black currant leaves and buds and of stability during storage. Food Chemistry. 105 : 1268-1275. 4 : 25-39.

- [133]. **Heim K.E., Tagliaferro A.R., et Bobilya D.J.** (2002) Flavonoid antioxidants:chemistry, metabolism and structure-activity relationship; *Journal. Nutr. Biochem.* 13: 572-584.
- [134]. **Dossou. J, Soulé. I, Marcelline. M.** 2007, Evaluation des caractéristiques physico-chimiques et sensorielles de la purée de tomate locale produite à petite échelle au Bénin, *TROPICULTURA*, 25, 2, 119-125.
- [135]. **Antho G.E., Le strange M., Barette D.M.,** 2011. Changes in pH, acids, sugars and other quality parameters during extended vine holding of ripe processing tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91:1175-1181.
- [136]. **Fagbohoun O., Kiki D.,** 1999, Aperçu sur les principales variétés de tomate locales cultivées dans le sud du Bénin. *Bulletin de la recherche agronomique du Bénin*, 24, 10-21 INRAB, Cotonou, République du Bénin.
- [137]. **Rao, A. V. and L. G. Rao** (2007). "Carotenoids and human health." *Pharmacol Res* 55(3): 207-16.
- [138]. **Toor R, Savage G.**(2005).Antioxidant activity in different fraction of tomatoes. *Food research International.*38:487-497.
- [139]. **Thompson K, Marshall M, Sims C, Wei C, Sargent S, Scott J.**(2000). Cultivar, maturity and heat treatment on lycopène content in tomatoes .*food.Sci.*65:791-795.
- [140]. **Raffo A., Leonardi C., Fogliano V., Ambrosino P., Salucci M., Gennaro L., Bugianesi R., Giuffrida F. Quaglia G.,** (2002). "Nutritional value of cherry tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Cv Naomi F1) harvested at different ripening stages." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* .22: 6550-6556.
- [141]. **Tawaha K., Alali F.Q., Gharaibeh, M., Mohammad, M., El-Elimat, T.** 2007. Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. *Food Chemistry* 104(2007) 1372-1378.
- [142]. **Leopoldini, M., Russo, N., & Toscano, M.** (2011). *The molecular basis of working mechanism of natural polyphenolic antioxidants. Food Chemistry*, 125(2), 288–306.

Annexes

Annexe 1 :

Analyse du sucre par la méthode de BERTRAND

Tableau : table de conversion du glucose en mg

glucose en mg	cuivre en mg	glucose en mg	cuivre en mg	glucose en mg	cuivre en mg
10	20,4	40	77,5	70	129,8
11	22,4	41	79,3	71	131,4
12	24,3	42	81,1	72	133,1
13	26,3	43	82,9	73	134,7
14	28,3	44	84,7	74	136,3
15	30,2	45	86,4	75	137,9
16	32,2	46	88,2	76	139,6
17	34,2	47	90,0	77	141,2
18	36,2	48	91,8	78	142,8
19	38,1	49	93,6	79	144,5
20	40,1	50	95,4	80	146,1
21	42,0	51	97,1	81	147,7
22	43,9	52	98,9	82	149,3
23	45,8	53	100,6	83	150,9
24	47,7	54	102,3	84	152,5
25	49,6	55	104,1	85	154,0
26	51,5	56	105,8	86	155,6
27	53,4	57	107,6	87	157,2
28	55,5	58	109,3	88	158,8
29	57,2	59	111,1	89	160,4
30	59,1	60	112,8	90	162,0

Exemple :

$$m(\text{cu}) = 0.6345\text{g} * 33$$

$$m(\text{cu}) = 20.96 \text{ g}$$

Sucre en mg	Cuivre en mg
10A	20.6 D
X B	20.96 E
11 C	22.6 F

$$AB/AC = DE/DF$$

$$x - 10/11 - 10 = 22.96 - 20.6/22.6 - 20.6$$

$$x - 10/1 = 0.7$$

$$x = 10.18 / 33 \text{ mg de glucose}$$

$$\text{Taux de sucre} = (0.3084/1000) * (100/1.0119) * (100 * 10)$$

$$\text{Taux de sucre \%} = 0.3047\%$$

Annexe 2 :**Préparation de NaOH :****➤ Matériels et produits**

Balance, verre de montre, spatule, bécher, l'eau distillée, NaOH.

➤ Mode opératoire**Préparer 100 ml d'une solution d'Hydroxyde de sodium à 0,1 N :**

- La masse moléculaire de NaOH = 40g/mol

$$\text{Donc : } m = C.M.V = 0,1 * 40 * 0.1 = 0.4\text{g}$$

- Peser 0.4g de NaOH par la balance.

- Mettre cette quantité dans une fiole et compléter avec l'eau distillée à 100ml

Résumé

La date de péremption, appelée date limite de consommation (DLC) est une date impérative , un indicatif sanitaire qui figure sur les denrées alimentaires microbiologiquement périssables susceptibles, après une courte période et d'après les établissements publics, de présenter un danger immédiat pour la santé humaine , elle se traduit par « à consommer jusqu'au » sur nos produits.

Ce travail a été conçu pour l'étude de la qualité physico-chimique, microbiologique et organoleptique des conserves de pois chiches et de concentrés de tomates de différents DLC afin de vérifier leur authenticité et leur conformité aux normes d'une part et d'autre part, la possibilité de leur consommation après la date de péremption.

Mots clés : *date de péremption, DLC, qualité physico-chimique, qualité microbiologique, qualité organoleptique, conserve.*

Abstract

The expiry date, called the use-by date (DLC) is an imperative date, a health indicator that appears on microbiologically perishable foodstuffs likely, after a short period and according to public establishments, to present an immediate danger to the human health, it translates to “consume until” on our products. This work was designed for the study of the physicochemical, microbiological and organoleptic quality of canned chickpeas and tomato concentrates of different DLC in order to verify their authenticity and their compliance with standards on the one hand and on the other. hand, the possibility of their consumption after the expiration date.

Key words: *expiry date, DLC, physicochemical quality, microbiological quality, organoleptic quality, preservation.*

