

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Réf :/UAMOB/F.SNV.ST/DEP.BIO/2017

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Physiologie cellulaire et physiopathologie
Présenté par :

BELAIDI Syrine & DOKARI Amina

Thème

*Cinétique de conservation (congélation) des tomates et suivi
de la stabilité des caroténoïdes.*

Soutenu le : 02 / 07 / 2018.

Devant le jury composé de :

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
<i>M. LEKBAL Farouk</i>	<i>MCA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Président</i>
<i>M. REMINI Hocine</i>	<i>MCB</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Promoteur</i>
<i>M. DAHMOUNE Farid</i>	<i>MCA</i>	<i>Univ. de Bouira</i>	<i>Examineur</i>

Année Universitaire : 2017 / 2018.

Dédicace

Je dédie ce travail à ceux qui me témoignent chaque jour

Que dieu fait un amour inconditionnel, qui me donne toujours

Le courage, la volonté et la force pour aller jusqu'au bout de mes

Convections et croire en moi-même et qui m'aide à tracer mon

Chemin dans la vie mes très chères parents : DOKARI RABAH

ET CARAOUNI FATIMA que j'aime tant et que dieu tout

Puissant les garde pour moi

A mes très chères frères : Cherif, Hocine, Ahmed,

Mohammed et Sidali.

A mes chères sœurs : Aïcha, Hadjila, Fatma.

A mes chères nièces : Kholoud et Khaoula

A mes chères neveux : Imade, Mohamed Amine

et ZinEldine

A ma belle famille : ma belle mère ZOHRA et mon beau père OTMAN.

A mon futur mari : M^{ed}. Amine

A mes tantes et oncles

A mes chères amis : Hassina, Amira, Khadidja, Zahra, Amina, Saida, Sara, Houria

Djamila, Samiha, Fatima, Hanane, Amel, Imane.

A mes camarades de promotion PCP 2017.

A ma coéquipière, ma chérie et ma sœur : BELAIDI SYRINE.

Amina

Dédicaces

A ceux qui m'ont tout donné sans rien en retour

A ceux qui m'ont encouragé et soutenu dans les moments les plus difficiles

Et ceux à qui je dois tant

A mes chers parents pour leur amour, soutien et patience.

J'espère qu'un jour mon Dieu me donne l'occasion de l'honorer et rendre ce qu'ils méritent

A ma chère grande mère

A Mm Chekir Aicha

A mon Frère OUSSAMA

A mes sœurs ASMA, RAHIL, WAFAA, MIMI, FIFI

A mes gendres MOUHAMED, ABD EREZAK, HOSSAME

A toute la famille Belaidi, Amara, Achache

A mes amies Soumia, Linda, Samiha , Fatima, hadjer , Hanan, Zahera

A toute la promo de Physiologie cellulaire et Physiopathologie

Syrine

Remerciement

Nous remercions tout d'abord le bon dieu de nous avoir donné la santé, le courage et la volonté durant le cursus de nos études

Nos premiers remerciements à notre enseignant et promoteur **D^r REMINI HOCINE** qui nous a prodigué un enseignement toujours judicieux durant l'année d'étude et toutes les phases du mémoire et qui nous a donné toutes les faveurs pour la réalisation de ce travail et les aides, les encouragements dans les moments difficiles dont il a fait preuve envers nous. Trouvons aussi l'expression de nos immenses gratitudee.

Nous tenons à remercier, **D^r Lekbal. F** d'avoir accepté la présidence de ce jury.

Nous tenons à remercier, **D^r Dahmoune. F** d'avoir accepté d'examiner ce travail.

D^r ANGAR YASSMINA je la remercie pour ses orientations, pour sa disponibilité, son encouragement et pour tout intérêt qu'elle a accordé à ce travail.

Nous adressons notre sincère remerciement à M^{elle} HASSINA.

Nous exprimons nos sincères reconnaissances à tous nos enseignants qui nous ont suivis durant notre parcours universitaire.

Liste de figures et de tableaux

Figure 1 : Coupe anatomique d'une tomate	4
Figure 2 : Structure des 4 caroténoïdes majeurs de l'alimentation humaine.....	7
Figure 3 : Squelette de base des flavonoïdes	10
Figure 4 : Structure des tocophérols et tocotriénols.....	11
Figure 5 : Structure chimique de forme de la vitamine C.....	12
Figure 6 : Effet de la congélation lente ou rapide (surgélation) sur les structures tissulaires...	17
Figure 7 : Protocole d'extraction des caroténoïdes.....	21
Figure 8 : Cinétique d'évaluation des concentrations des caroténoïdes dans les tomates à la cour de la congélation.....	23
Tableau I : Composition du fruit de tomate	05
Tableau II : Teneurs des principaux caroténoïdes identifiées dans les tomates fraîches.....	08
Tableau III : l'évaluation des concentrations des caroténoïdes dans les tomates au cours de la congélation.....	22

Sommaire

Introduction générale.....	01
Partie théorique	
Généralités sur les tomates	03
I.1. Histoire.....	03
I.2. La description de la tomate.....	03
I.3. La composition de la tomate.....	04
I.3.1. Composition en antioxydants.....	05
I.3.2. Les vitamines.....	10
I.3.3. Fibres.....	12
I.3.4 Minéraux.....	12
Généralités sur la conservation.....	13
II.1. La définition de conservation.....	13
II.2. Les méthodes de conservation.....	14
II.2.1. La déshydratation des aliments.....	14
II.2.2. Conservation par le froid.....	15
II.2.3 Autre méthodes de conservation.....	18
Partie expérimentale	
I. Matériels et méthodes.....	20
I.1. Matériels.....	20
I.2. Méthodologie.....	20
II. Résultats et discussions.....	22
Conclusion.....	25

Introduction générale

De nombreuses études épidémiologiques ont démontré les effets bénéfiques d'un régime riche en fruits et légumes. Ces effets pourraient être en partie dus, aux microconstituants (caroténoïdes, composés phénoliques, vitamines, minéraux, composés soufrés...) contenus dans ces produits. Des effets protecteurs vis-à-vis des maladies cardio-vasculaires et de certains cancers ont été mis en évidence pour certains d'entre eux (Chanforan C.2010).

La tomate *Lycopersicon esculentum* L. est l'un des légumes le plus consommé à l'échelle mondiale, connu principalement par son apport en provitamine A sous forme de terpènes caroténoïde.(Sawadogo, Koala et al. 2015)

C'est un produit agricole riche en éléments nutritifs, notamment en lycopène, B-carotène (Rajoria et al., 2010). Le principal pigment responsable de la couleur rouge foncé caractéristique des fruits mûrs de la tomate, le lycopène a suscité beaucoup d'attention ces dernières années en raison de son effet bénéfique dans la prévention de certaines pathologies (Sawadogo, Koala et al. 2015).

De nombreux produits agricoles, consommés en grandes quantités ne sont pas toujours disponibles toute l'année. Une grande partie de cette production agricole (tomate, dattes, etc.)se prête parfaitement à une conservation par la congélation pour assurer une continuité dans sa disponibilité(Outis et Yahiya 2016).

La tomate avait fait l'objet de beaucoup d'études antérieures par Toussaint et al, (2010), Naika et al.(2005); Bressy et al.2013; Chanforan, (2010). Cette filière a connu un essor important grâce à la découverte des vertus alimentaires et thérapeutiques de ce fruit(Outis et Yahiya 2016), autres études épidémiologiques ont en effet montré que la consommation de tomates et des produits à base de tomates pourraient prévenir certaines maladies chroniques tels que les cancers de la cavité buccale, du pharynx, de l'œsophage, de l'estomac, du rectum, de la prostate et du sein ainsi que les risques de maladies cardiovasculaires(Sawadogo, Koala et al. 2015).

La congélation des aliments donne lieu à un abaissement de la température, entre -5°C et -20°C, plus lent que la surgélation. Toutefois, les dates limites de consommation sont identiques à celles de la surgélation(Grogna 2016). Cette technique consiste à abaisser la température du produit et à la maintenir en dessous de la température de fusion de la glace 0°C afin d'inhiber toute activité biologique (qui dépend de la présence d'eau sous forme liquide) voire chimique et enzymatique (pour les très basses températures).

Ce présent travail à recherche à démontrer l'impact de la congélation sur la composition de la tomate et ainsi de trouver la meilleure température de la congélation qui a le moindre effet sur les compositions des tomates.

Ce manuscrit est organisé en deux parties. La première sera dédiée à un état de l'art exhaustif sur les microconstituants de la tomate et les méthodes de conservation des tomates. La seconde partie, par contre, sera consacrée au suivi de l'évolution de la teneur en caroténoïdes présents dans les tomates au cours de la congélation (stockage à basse températures) à différentes températures dans le but de proposer le meilleur couple temps-température qui préserve le mieux le volet quantitatif et qualitatif de la tomate.

Généralités sur les tomates

La tomate est une espèce de plante herbacée de la famille des solanacées, originaire du nord-ouest de l'Amérique du Sud, largement cultivée pour son fruit. Le terme désigne aussi un fruit charnu, largement consommé dans de nombreux pays, frais ou transformé. Compte tenu de son importance économique, elle est l'objet de nombreuses recherches scientifiques et est considérée comme une plante modèle pour les études scientifiques sur les fruits charnus (Chanforan C. 2010).

I.1.Histoire

L'origine de la tomate se situe en Amérique de sud. Son ancêtre sauvage, *Solanum lycopersicum* var. Était présent au Pérou, au Chili, dans la vallée des Andes et en Equateur. Cette plante à fruits très petits fut d'abord domestiquée au Mexique et améliorée par les Aztèques. Dans le 16e siècle, la tomate fut rapportée en Europe par les conquistadors espagnols, qui adoptèrent son nom indien <<tomate>>. Elle fut d'abord implantée dans le sud de l'Europe, notamment en Espagne et en Italie. Sa première description fut faite en 1544 par un botaniste Italien du nom de Mathioli. Il évoque une tomate jaune qui donnera son nom à la tomate italienne : pomodoro signifiant (pomme d'or) et son nom latin *Lycopersicum esculentum* lui fut donné par le botaniste anglais Philip Miller en 1731. Actuellement, pour des raisons phylogénétiques, la tomate est appelée *Solanum lycopersicum* L. (Tousiant A et Boudoin JP 2010).

Le plus ancien catalogue de Vilmorin-Andrieux de 1760 classait la tomate dans les plantes ornementales annuelles. Elle gagna son statut de plante potagère dans l'édition de 1778, puis dans le Bon jardinier en 1785. Aujourd'hui, 9 variétés sauvage existent encore (Tousiant A et Boudoin JP 2010).

I.2 La description de la tomate

D'un point de vue botanique, la tomate est un fruit, mais elle est cultivée et utilisée comme un légume. Elle est constituée de trois parties : le péricarpe (peau et partie charnue), le gel (contenu dans les loges), et les graines. La peau consiste en quatre à cinq couches de cellules de type épidermique ou hypodermique sous une fine cuticule. permet de détailler les différentes parties de la tomate. (Tousiant A et Boudoin JP 2010).

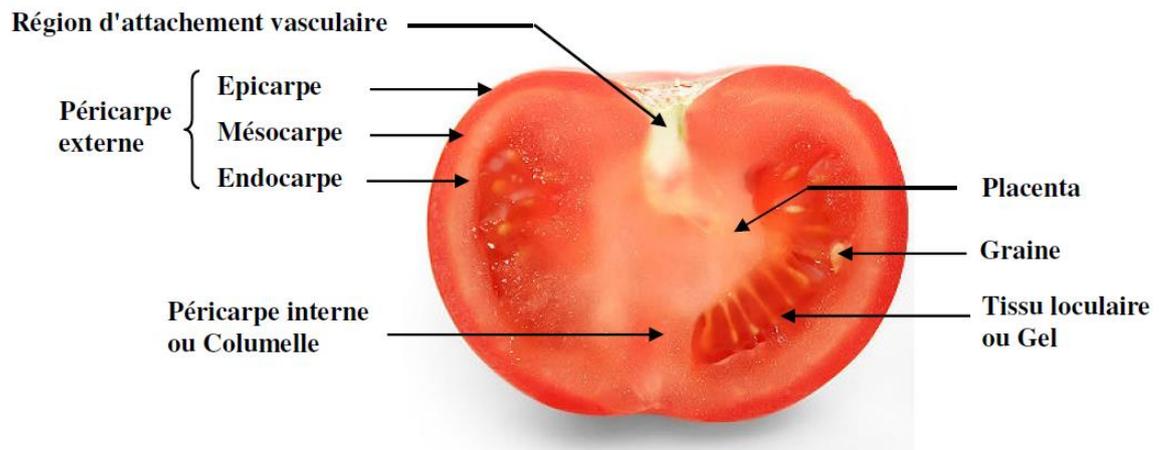


Figure 1 : Coupe anatomique d'une tomate(Tousiant A et Boudoin JP 2010).

Taxonomie

Règne : Plantae

Sous règne : Trachenobionta.

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida.

Sous-classe : Asteridae.

Ordre : Solonales

Famille : Solanaceae

Genre : Solanum.

Espèce : *Lycopersicon esculentum*

Nom : *Solanum lycopersicum* Mill(Taoussaaint et Boudoin JP 2010).

I.3. La composition biochimique des tomates

Le principal atout nutritionnel de la tomate est sa richesse particulière en métabolites secondaires comme les minéraux et les vitamines qui sont considérés comme des micronutriments et les substances anti oxydantes dont les effets protecteurs sur la santé ont largement été démontrés(Chanforan C. 2010).

Il faut noter que la composition des tomates fraîches de différentes variétés peut varier significativement, en particulier en fonction des cultivars. De même, les conditions de culture (techniques agricoles et facteurs environnementaux) et de conservation post-récolte peuvent entraîner des variabilités de composition au sein d'un même cultivar. Par exemple, une exposition à d'importantes radiations lumineuses lors de la croissance du fruit permettrait d'accroître les teneurs en caroténoïdes et vitamine C jusqu'au stade de maturation (Chanforan C. 2010).

Tableau I : Composition du fruit de tomate. Les données sont en grammes/100g de la matière fraîche consommable(Grasselly et al,2000).

Composées en (g)	Variations	Minéraux (mg)	Variations	Vitamines (mg)	Variations
Eau	93.4-95.2	Ca ²⁺	9.7-15	Provitamine A	0.5-0.8
Protides	0.9-1.1	K ⁺	202-300	B1	0.04-0.06
Lipides	Trace-0.3	Na ⁺	3-11	B2	0.02-0.05
Glucides	2.8-4.7	P ³⁻	20-27	B6	0.08-0.1
Fibres	0.5-1.5	Fe ²⁺	0.2-0.6	C	15-23
Minéraux	0.6	Mg ²⁺	3-11	E	0.04-1.2

I-3.1 Composition en antioxydants de la tomate

Un antioxydant est une molécule qui diminue ou empêche l'oxydation d'autres substances chimiques. L'activité antioxydante consiste en l'inhibition de réactions en chaîne de production de radicaux libres et limitant ainsi leur action. Cette propriété se retrouve souvent dans les familles des polyphénols. Bien que les réactions d'oxydation soient nécessaires à la vie, elles peuvent aussi être destructrices. Les plantes et les animaux utilisent et produisent de nombreux antioxydants pour se protéger.(Outis et Yahiya 2016).

A. Les caroténoïdes

Les caroténoïdes sont des pigments liposolubles synthétisés par les végétaux. Les plus importants sont le bêta-carotène, l'alpha-carotène, la lutéine, la zéaxanthine et le lycopène. Ce sont eux qui donnent aux fruits et légumes des couleurs orange, rouge et jaune. Leur fonction essentielle est de protéger les plantes. La plupart des caroténoïdes ont une propriété antioxydante. Comme ils le font pour les plantes, ils ont des effets bénéfiques sur notre santé. Ce sont d'excellents piègeurs d'espèces radicalaires particulièrement vis-à-vis de la lipoperoxydation des phospholipides membranaires grâce à leurs structures.(Boubekri 2014)

Les caroténoïdes retrouvés majoritairement chez les tomates rouges est le (E)-lycopène qui constitue leur principal pigment. Le lycopène sous ses formes Z peut également être retrouvé dans de faibles proportions dans ces tomates. Le β -carotène et l' α -carotène, des micronutriments possédant une activité pro-vitaminique A, sont eux aussi présents dans de nombreuses variétés de tomates principalement sous la forme E. Par ailleurs, des intermédiaires de la biosynthèse du lycopène (phytoène, phytofluène, neurosporène et ζ -carotène) mais également de faibles quantités de lycoxanthine et de γ - et δ -carotène ont été identifiés. On peut aussi noter la présence de xanthophylles: la lutéine, la néoxanthine et la violaxanthine (Leonardi, Ambrosino et al. 2000).

Les produits issus de l'oxydation du lycopène peuvent être présents dans les tomates fraîches, notamment le 1,2-époxy-lycopène et le 5,6-époxy-lycopène ainsi que des produits de coupure (apo-6', apo-8', apo-10', apo-12' et apo-14'-lycopénals). Enfin, certaines variétés caractéristiques contiennent des composés particuliers comme le (7,7',9,9'-tetra-Z)-lycopène, le caroténoïde majoritaire de la tomate tangerine (Ishida, Roberts et al. 2007).

- **Structures**

Les caroténoïdes sont des molécules lipidiques appartenant à la famille des terpènes. Les terpènes représentent une grande classe de composés à fonctions très variées. Les caroténoïdes sont des tétraterpènes. Ce sont des composés hydrophobes à structure hydrocarbonée de quarante atomes de carbone. Deux classes de caroténoïdes peuvent être différenciées en fonction de leur structure :

- Les carotènes : caroténoïdes essentiellement hydrocarbonés.
- Les xanthophylles : caroténoïdes modifiés par un groupement fonctionnel oxygéné. Ils comportent un atome d'oxygène généralement sous forme de fonction alcool. (Outis et Yahiya 2016).

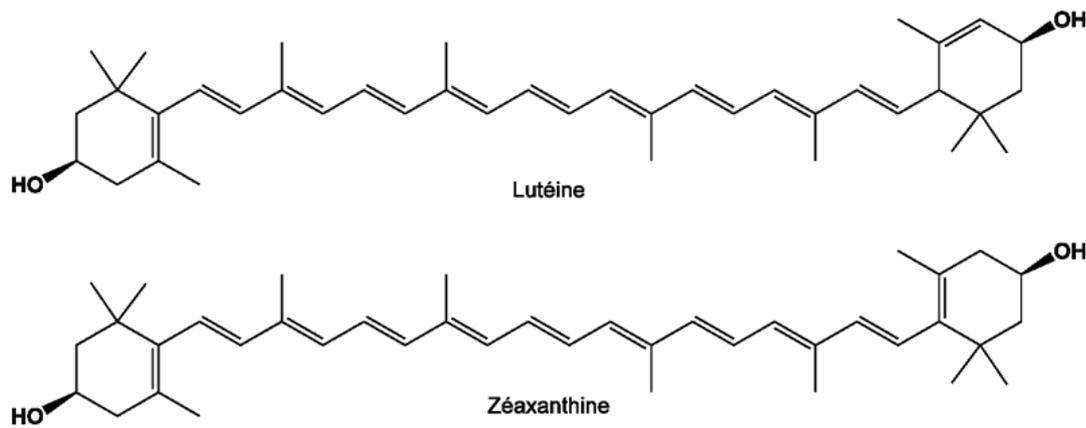


Figure 2 : Structures chimiques de quelques caroténoïdes

La figure 2 donne les structures de quatre caroténoïdes majeurs dans l'alimentation humaine.

Deux d'entre eux sont des carotènes :

- le lycopène, pigment majoritaire de la tomate. Il est linéaire et contient 11 doubles liaisons ;
- Le β -carotène est le pigment majoritaire de la carotte, il est issu de la cyclisation du lycopène dans la biosynthèse des caroténoïdes.

Les deux autres sont des xanthophylles :

- la lutéine présente dans la carotte, le maïs, et l'épinard.
- la zéaxanthine, isomère de la lutéine, responsable de la couleur jaune des grains de maïs.

Tableau II : Teneurs des principaux caroténoïdes identifiés dans les tomates fraîches(Chanforan C. 2010)..

Caroténoïdes	Teneurs (mg/100g de tomate fraîche)
Lycopène (<i>E+Z</i>)	0,11-17,5
β -Carotène (<i>E+Z</i>)	0,08-1,06
γ -Carotène	0,01-0,07
ζ -Carotène	0,01-0,90
Phytoène	0,01-1,92
Phytofluène	0,04-1,05
Lutéine	0,01-0,20
Neurosporène	0,01-0,05
1,2-Epoxy-lycopène	0,03-0,17

A.1.Biosynthèse des caroténoïdes de la tomate

Les caroténoïdes sont des métabolites secondaires issus du métabolisme des terpènes. Leur synthèse se fait au niveau des tissus photosynthétiques, plus précisément dans les chromoplastes, des organites présents à l'intérieur des cellules des fruits où le lycopène et le β -carotène seraient présents sous forme de cristaux.

Le composé indispensable à la synthèse de tous les caroténoïdes est l'isopentényl pyrophosphate (IDP) qui, suite à des réactions d'isomérisation et de condensation, forme le phytoène. Ce dernier est à l'origine de tous les autres caroténoïdes.

Ainsi, par l'intermédiaire de réactions de désaturation, d'oxydation, de cyclisation et de réarrangement impliquant de nombreuses enzymes, l'ensemble des carotènes et xanthophylles de la tomate sont synthétisés.

B. Les composés phénoliques

Une grande diversité de composés phénoliques a été identifiée dans la tomate et parmi ces composés on trouve l'acide chlorogénique avec une teneur de 3,67 à 21,0 mg/100 g de matière fraîche, la rutine avec 19,8 à 31,23 mg/100 g matière fraîche et Naringénine avec une teneur de 0 à 22,48 mg/100 g matière fraîche (Chanforan C. 2010)..

Moco et al. (2006) ont créé une base de données identifiant les métabolites secondaires prédominants dans le fruit. Dans cette base, nous retrouvons l'acide chlorogénique, la rutine et le kaempferol-rutinoside. Ces trois composés sont les principales molécules observées dans les extraits de feuille de tomate. L'acide chlorogénique est le composé phénolique majeur dans les feuilles (2% de masse sèche). Les teneurs en rutine et en kaempferol-rutinoside varient, respectivement de 0.3 à 0.6% et 0.2 à 0.5% de masse sèche. Dans les racines, l'acide chlorogénique est le composé phénolique majeur détecté (Moco, Bino et al. 2006).

➤ Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont définis par leur squelette de base constitué de deux cycles aromatiques à 6 atomes de carbone connectés entre eux par un hétérocycle à 3 atomes de carbone ($C_6C_3C_6$). Selon les modifications de l'hétérocycle, ces composés sont regroupés en divers sous-groupes incluant les anthocyanes, les flavonols, les flavones, les flavanols, les flavanones, les chalcones, les isoflavonoïdes (Mathilde R. 2013).

Les flavonoïdes sont produits essentiellement dans la peau. Les principaux flavonoïdes détectés dans les fruits de tomate sont une chalcone : la naringénine-chalcone et un flavonol glycosylé : la rutine (quercétine-3-rhamnosylglucoside). La rutine, seul flavonol glycosylé détecté de façon régulière dans les tomates, voit sa teneur varier de 0.3 à 0.9 mg/100 g de masse fraîche. Des flavonoïdes mineurs sont identifiés dans le fruit de tomate tels que le flavonol glycosylé kaempferol-3-rutinoside (Mathilde R. 2013).

- **Structure chimique**

Les flavonoïdes ont une origine biosynthétique commune et ils possèdent tous un même squelette de base à quinze atomes de carbone constitué de deux unités aromatiques, de cycle

en C6 (A et B), reliés par une chaîne en C3 .(Outis et Yahiya 2016).

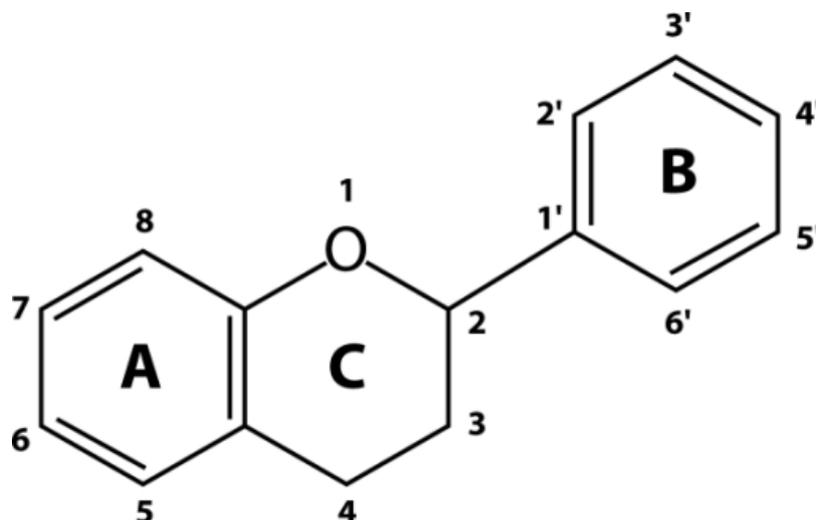


Figure 3 : Squelette de base des flavonoïdes. (Chanforan C. 2010)

I.3.2 Les vitamines

La tomate est considérée comme une bonne source en vitamine, qui joue un rôle bénéfique pour la santé, elle est reconnue pour sa richesse en vitamine C et E. Par ailleurs, ce fruit contient aussi des vitamines B1, B2, B3 et B5 (thiamine, riboflavine, niacine et acide pantothénique) pour les liposolubles elle contient essentiellement de la provitamine A (bêta carotène) avec une teneur de 346 µg/100 g (Outis et Yahiya 2016).

A.La vitamine E et ses dérivés

La vitamine E est le terme générique utilisé habituellement pour désigner les différents tocophérols et tocotriénols (4 tocophérols et 4 tocotriénols). Cette vitamine liposoluble est reconnue pour ses propriétés antioxydantes et assure la stabilité des structures cellulaires.(Outis et Yahiya 2016).

- **Structure chimique**

Les tocophérols est constituée d'un noyau hydroxychromane et d'une chaîne phytyle entièrement saturée. Les différentes formes de tocophérols (α , β , γ et δ) se distinguent entre eux par le nombre et la situation des groupements méthyles fixés sur le noyau chromanol.

Parmi ces composés, le plus fréquemment retrouvé dans la nature est l' α -tocophérol, qui présente également l'activité vitaminique la plus élevée.(Outis et Yahiya 2016)

Les tocotriénols diffèrent des tocophérols par la présence de trois doubles liaisons sur la chaîne latérale. Naturellement présents dans la nature, les α - et β -tocotriénols possèdent une activité vitaminique alors que les formes γ et δ sont inactives (Outis et Yahiya 2016).

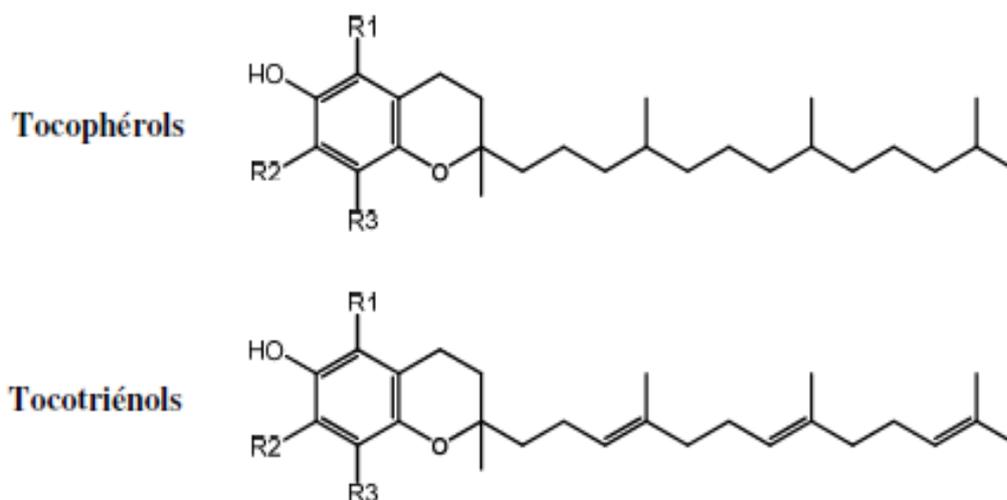


Figure 4 : Structure des tocophérols et tocotriénols.(Outis et Yahiya 2016)

B. La vitamine C

La vitamine C est une vitamine hydrosoluble au fort pouvoir réducteur mais très sensible à la lumière et à la chaleur. Au sein de l'organisme, c'est un cofacteur enzymatique impliqué dans un certain nombre de réactions physiologiques. Elle est impliquée dans la synthèse du collagène et des globules rouges et joue un rôle de promoteur de l'absorption du fer(Chanforan C. 2010).

La tomate est reconnue pour sa richesse en vitamine C (vitamines hydrosolubles), avec des teneurs variables selon les variétés et les conditions de culture; elles sont généralement comprises entre 7 et 30 mg/100g (de matière fraîche) mais peuvent atteindre 70 mg/100g (de matière fraîche) (Chanforan C. 2010).

• Structure chimique

D'un point de vue chimique, la vitamine C regroupe l'acide L-ascorbique et sa base conjuguée : l'ion ascorbate .Dans les tissus, retrouve un équilibre réversible entre ces deux formes.(Outis et Yahiya 2016).

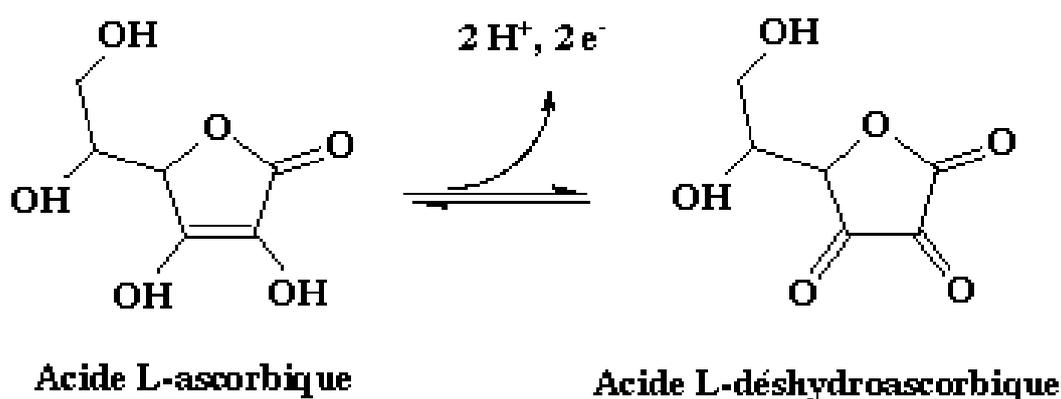


Figure 5 : Structure chimique de forme de la vitamine C.

L'acide ascorbique est stable à l'état solide, à l'abri de la lumière et de l'humidité. En revanche, en solution aqueuse, il s'altère très rapidement au contact de l'oxygène. La chaleur, la présence d'ions métalliques ou un milieu basique accélèrent significativement ce phénomène d'oxydation. (Tousiant A et Boudoin JP 2010).

I.3.3 Fibres :

Les fibres alimentaires sont des éléments qui font partie des parois des cellules, ou encore des substances complémentaires, qui ne sont pas détruites par les sécrétions gastro-intestinales du système digestif et de ce fait traversent l'intestin grêle sans être digérée. La teneur de la tomate en fibre est d'environ de 1.20 g/100g (Outis and Yahiya 2016).

I.3.4 Minéraux

Les minéraux sont des substances que le corps ne peut pas synthétiser, elles sont notamment nécessaires pour la régulation des enzymes et des hormones. La tomate est un aliment diététique, riche en éléments minéraux et en oligo-éléments et parmi les minéraux de la tomate, le potassium (204 mg/ 100g matière fraîche) domine largement, suivi par le phosphore (28 mg/100 g matière fraîche), le Calcium et le Sodium (13 mg/100 g matière fraîche) et en fin le Magnésium (10 mg/100 g matière fraîche). Parmi les oligo-éléments, on peut noter des teneurs non négligeables en manganèse (1 mg/100 g matière fraîche) et en fer (0.51 mg/100 g matière fraîche) ainsi que des traces de Cuivre (0.09 mg/100 g matière fraîche), zinc (0.07 mg/100 g matière fraîche), et de sélénium (0.4 mg/100 g matière fraîche). (Outis et Yahiya 2016).

Généralités sur la conservation.

De nos jours, il est bien connu qu'il faut diminuer la disponibilité de l'eau dans les aliments pour empêcher la prolifération microbienne et pour permettre leur conservation . L'adjonction de sel ou de sucre, le séchage sont des procédés de conservation qui sont basés sur ce principe, mais il est bien évident que nos ancêtres ignoraient les bases scientifiques de ces méthodes qu'ils utilisaient de manière totalement empirique(Grogna 2016).

Au II^e millénaire avant J.-C., c'est-à-dire bien avant la fondation de Rome, la salaison était utilisée comme méthode de conservation pour les viandes, les poissons, les olives. En plus du séchage, le fumage est un moyen de conservation des poissons connu depuis l'antiquité. La fumée utilisée dans le fumage contient de nombreux composés volatiles, comme l'acétaldéhyde, l'acétone, des phénols et polyphénols qui ont un pouvoir antiseptique. Nos ancêtres n'en savaient rien, mais ils employaient ce procédé. Le sel, conservateur de base de nombreux produits alimentaires, a été pendant plusieurs siècles une denrée stratégique et recherchée. Ce n'est pas par hasard que la gabelle avait été instaurée comme impôt par les rois de France, dès le moyen âge(Monnier, Colette et al. 2010).

Aujourd'hui, ces procédés de conservation ancestraux sont toujours d'actualité. La guerre livrée par les nutritionnistes, et en particulier par les hypertensiologues, aux industriels de l'agroalimentaire suspectés de saler abusivement les aliments disponibles en grande distribution n'est qu'un épisode de plus à verser au dossier de la saga du sel utilisé comme conservateur à travers les âges(Monnier, Colette et al. 2010).

Le XIX^e siècle et le début du XX^e siècle ont vu apparaître de nouvelles méthodes de conservation qui ont contribué à inaugurer l'ère de l'alimentation industrielle. Deux savants français ont participé à cet avènement : Louis Pasteur pour le procédé de pasteurisation, et Nicolas Appert pour le procédé d'appertisation, souvent désigné sous le terme d'appertisation en hommage à son inventeur. Ces deux méthodes font partie d'un groupe de procédés plus général qui englobent les procédés physiques de conservation par la chaleur, le froid, l'irradiation et la lyophilisation.(Monnier, Colette et al. 2010).

II.1. La définition de la conservation

La conservation des aliments est un ensemble de procédés de traitement permettant de conserver les propriétés gustatives (certains y ajoutent du goût, en particulier ceux qui nécessitent un additif) et nutritives, les caractéristiques de texture et de couleur des denrées

alimentaires. Et aussi leur comestibilité, par la prévention des éventuelles intoxications alimentaires(Delia B. Rodriguez-Amaya 2001).

La conservation des denrées alimentaires concerne donc tous les facteurs biotiques (micro-organismes, animaux, germination végétale, etc.) et abiotiques (lumière, oxygène, chaleur, irradiation, UV, etc.) qui peuvent détériorer la qualité de la denrée stockée. L'emballage et les conditions d'entreposage des aliments sont aussi essentiels(Delia B. Rodriguez-Amaya 2001).

II.2. les méthodes de conservation

Les différentes méthodes de conservation ont pour but d'allonger la durée de vie des aliments, notamment en contrecarrant le développement de micro-organismes pathogènes. Ils sont présentés généralement en deux techniques soit par deshydratation soit par froid, mais il existe aussi d'autres méthodes comme la conservation par sel ou le sucre. (Grogna 2016).

II.2.1. La déshydratation des aliments

A. Le séchage

Cette méthode est très ancienne et offre de nombreux avantages tels que : la simplicité, la faible agressivité par rapport à l'aliment, son coût peu élevé...ect.

Elle consiste à retirer l'eau présente dans les aliments, afin d'inhiber les micro-organismes (ou d'éviter leur développement) et stopper les réactions enzymatiques, ceci dans le but de conserver les denrées alimentaires. Cette méthode permet également de réduire le volume et le poids des aliments. Le séchage est l'un des meilleurs procédés de conservation pour les fruits. Cette méthode montre aussi de très bons résultats avec les légumes d'été comme les tomates et les aubergines. On peut également combiner cette méthode avec l'immersion dans l'huile aromatisée pour diversifier la gamme. Différents systèmes de séchage existent : les séchoirs solaires, à chauffage direct ou indirect et les fours à basse température.(Grogna 2016).

B. La lyophilisation

La lyophilisation est une dessiccation par sublimation. Cela signifie que l'on congèle le produit pour ensuite faire évaporer, sous-vide, l'eau qu'il contient sans passer par la phase liquide. Ce produit ne contiendra plus qu'une très faible teneur en eau (1 à 5%).

La lyophilisation permet de conserver dans la plupart des cas l'aspect, les propriétés et la qualité nutritionnelle du produit. Les principaux aliments lyophilisés disponibles en bio sont les plantes aromatiques, le café, certaines levures. Cette technique assez coûteuse et énergivore est autorisée en bio, mais n'est cependant pas adaptée dans le cadre d'une diversification en transformation et concerne en fait une petite niche.(Grogna 2016).

II.2.2. Conservation par le froid

L'utilisation du froid pour conserver les aliments remonte à la préhistoire. A l'époque, on utilisait de la neige et de la glace pour conserver les produits de la chasse. La congélation lente, n'étant pas sans risques, ce n'est qu'au cours du 20^{ème} siècle que la commercialisation des aliments surgelés a débuté suite à la découverte d'une méthode rapide de congélation : la surgélation(L.Hanna, 2003).

La conservation par le froid nécessite le respect de la chaîne du froid(Grogna, 2016).

A. La réfrigération

La réfrigération consiste à conserver les aliments au frais dans un réfrigérateur ou une chambre froide. La température est généralement comprise entre 0 et + 4 °C, selon le type de produit. Cette méthode ralentit le métabolisme des végétaux et préserve leur saveur. Il faut cependant être prudent avec les légumes et fruits frais car tous ne réagissent pas de la même manière à la réfrigération : le meilleur exemple est la tomate, dont le goût s'amenuise à cause du froid(Monnier, 2010).

La réfrigération servira par ailleurs à conserver plus longtemps des produits transformés à faible durée de conservation, tels que quiches ou potages n'ayant pas subi de traitement thermique. Cela convient également à la soupe pasteurisée, au pesto, et au chutney, qui sont des produits non indemnes de micro-organismes et qui, grâce au froid, se conserveront encore plus longtemps.(Grogna 2016).

B. La surgélation

La surgélation est un procédé qui transforme brutalement l'eau des denrées alimentaires en glace. Elle cristallise l'eau à l'aide de températures très basses (au-dessous de -30 °C) et stabilise ensuite les aliments à -18 °C . Différentes techniques de surgélation ont été développées par l'industrie (Monnier, Colette et al. 2010).

La surgélation doit intervenir rapidement après la récolte ou la confection des produits. Elle a l'avantage de ne former que de très petits cristaux de glace, évitant ainsi de déchirer l'enveloppe des cellules du produit, contrairement à une congélation lente qui provoque la formation de plus gros cristaux. Lors de la décongélation en revanche, les produits surgelés se comportent mieux lorsque celle-ci est réalisée lentement : ils conservent ainsi leur aspect, leurs couleurs, leurs saveurs et tous leurs éléments nutritionnels (Grogna 2016).

Cette technique est couramment utilisée pour la conservation des haricots et des petits pois. (Grogna 2016).

C. La congélation

La congélation des aliments donne lieu à un abaissement de la température, entre -5 et -20 °C , plus lent que la surgélation. Toutefois, les dates limites de consommation sont identiques à celles de la surgélation (Grogna 2016).

La congélation empêche la croissance des microorganismes, mais elle ne détruit pas ceux qui sont déjà présents dans le produit. En général, la croissance des microorganismes est bloquée à partir de -3 °C . La température de sécurité utilisée dans la congélation est de -18 °C . Pour certains produits, tels que les poissons, les crèmes glacées, les températures de congélation conseillées sont plus basses -30 °C . C'est un procédé qui permet une excellente préservation des qualités organoleptiques du produit alimentaire. Cependant, elle peut avoir des effets délétères sur les structures tissulaires en entraînant des délabrements au niveau de l'architecture des cellules végétales. (Monnier, Colette et al. 2010).

La congélation lente (baisse de la température supérieure à $-10\text{ °C}/\text{minute}$) entraîne la formation de cristaux de glace extra-cellulaires qui dilacèrent les parois cellulaires et entraînent un déplacement d'eau du milieu intracellulaire vers le milieu extra-cellulaire avec effondrement des structures cellulaires (figure 6). Au moment de la décongélation, on assiste

à une exsudation importante d'eau et à un ramollissement des tissus, lequel donne un aspect peu présentable au produit décongelé (figure 6). Ce procédé a donc un certain nombre de limitations, en particulier quand il est appliqué aux produits alimentaires d'origine végétale. (Monnier, Colette et al. 2010).

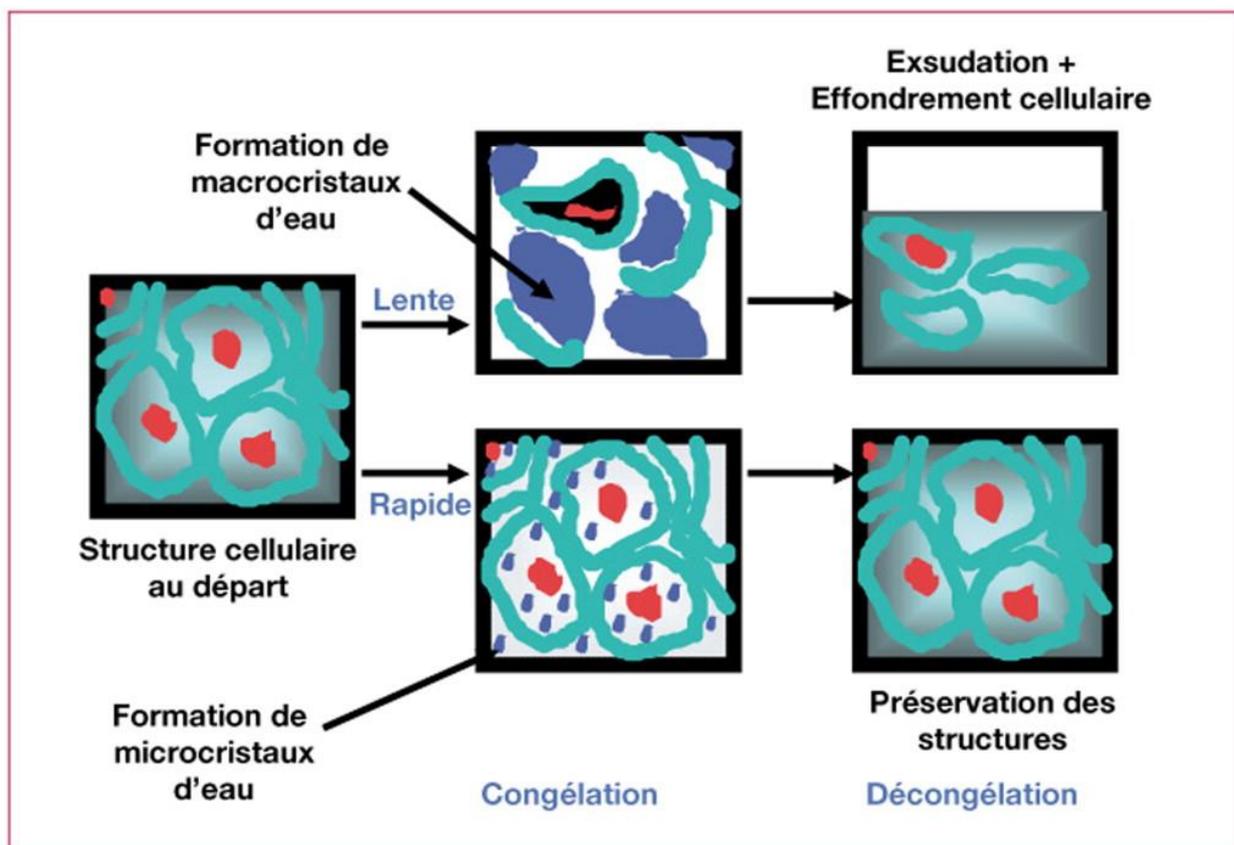


Figure 6 : Effet de la congélation lente ou rapide (surgélation) sur les structures tissulaires des aliments.

Pour minimiser les phénomènes d'exsudation et l'effondrement des structures cellulaires végétales, il convient d'utiliser le procédé de surgélation qui n'est rien d'autre qu'une congélation accélérée. Dans ce cas, il y a formation de microcristaux qui n'entraînent pas d'éclatement des structures cellulaires. Ceci permet de minimiser les phénomènes d'exsudation au moment de la décongélation, à condition que celle-ci soit rapide : décongélation par microondes. Ce procédé de surgélation peut être appliqué à la conservation des végétaux. D'un point de vue général, ce sont les procédés thermiques les plus intenses et les plus courts, comme la stérilisation ou la surgélation, qui assurent la meilleure préservation

des qualités physiques (texture) et organoleptiques des aliments.(Monnier, Colette et al. 2010).

La surgélation assure la préservation des structures cellulaires au moment de la décongélation, alors que la congélation lente ne le permet pas (figure 6)(Monnier, Colette et al. 2010).

II.2.3. Autre méthodes de conservation

A.La conservation par sel

Le sel est utilisé à différentes doses, selon les besoins de conservation : à 2%, il ralentit le développement de certains micro-organismes et apporte un goût salé ; à forte dose, il détruit la presque totalité des micro-organismes. La présence de sel réduit l'activité de l'eau dans un produit, ce qui permet de ralentir ou de stopper le développement des micro-organismes. Il existe deux techniques utilisant le sel : le salage et la saumure. Ces techniques entraînent une modification de la saveur et altèrent certaines vitamines et oligo-éléments. Elles sont peu adaptées à la conservation des légumes. En revanche, le sel pourra jouer un rôle important dans la conservation de vos pestos, sauces, coulis de tomates, chutneys, etc.(Grognon 2016).

B.La conservation par le sucre

Le sucre est un exhausteur de goût, mais également un conservateur, grâce au même phénomène qui s'opère avec le sel : il réduit l'activité de l'eau du produit, empêchant le développement des micro-organismes. Cependant, la différence avec le sel est que la conservation par le sucre ne peut se faire qu'à chaud. L'aliment doit perdre par évaporation une partie de l'eau qu'il contient et le sucre doit se dissoudre pour se lier aux molécules d'eau restantes et les rendre ainsi indisponibles aux micro-organismes. Cette méthode est essentiellement utilisée pour la conservation des fruits. Il existe de nombreuses préparations conservées grâce au sucre : les sirops, les conserves de fruits, les confitures, les gelées, les pâtes de fruits et les fruits confits.(Grognon 2016).

C.La conservation par l'huile

Le principe de cette conservation est assez simple : l'huile sert de barrière à l'eau et à l'air, et évite ainsi le développement des germes. Il faut cependant veiller à ce que l'huile ne s'oxyde pas à l'air et à la lumière et il faut bien veiller à stériliser les bocaux au préalable. Il

est recommandé de les placer au réfrigérateur (au froid et à l'abri de la lumière) pour éviter le rancissement. Un bon exemple de ce type de conservation est le pesto. Il peut soit être réalisé avec le classique basilic, soit également avec un tas d'autres herbes telles que la roquette. On peut aussi citer la conservation des tomates cerises : blanchies au préalable, puis immergées dans un bocal d'huile .(Grogna 2016).

I. Matériels et méthodes

Ces expérimentations ont été effectuées au laboratoire de la faculté de science de la nature et de la vie au niveau du pôle universitaire Akli Mohand Oulhadj (Bouira).

I.1. Matériels

- **Réactifs chimiques**

Tous les produits chimiques utilisés dans cette étude sont les suivants : éthanol (96%), hexane, carbonate de sodium, NaCl, sulfate de sodium, l'eau distillée.

Les solutions utilisés sont : le solvant d'extraction (éthanol-hexane 4:3, v/v) ; solution de NaCl (10%, m/v) ; solution de sulfate de sodium (1%, m/v).

Le produit utilisé dans cette étude est la tomate (achetée).

- **Appareillages**

Les différents appareils utilisés pour les différentes analyses sont :

- Les congélateurs : Condor, Beko, Starlight ;
- Bras mixeur Philips ;
- Spectrophotomètre Optizen 3220UV ;
- Agitateur magnétique 2mag magnetic motion ;
- Micropipettes ; verreries de laboratoire.

I.2 Méthodologie

- **Préparation de matérielle végétale (tomate achetée)**

L'échantillon a été lavé puis conservé dans des sacs de congélation a cinq différentes températures qui sont -1 ; -3 ; -5 ; -10 et -18 °C pendant 36 jours.

- **Extraction des caroténoïdes**

Les caroténoïdes sont extraits par la méthode de (Lin and Chen 2003). Un volume de 32 ml du mélange éthanol/hexane (4/3, v/v) sont ajoutés à 8g de jus de tomate. Après agitation pendant 30 min, la phase supérieure est récupérée, ensuite 15ml d'hexane sont ajoutés et une deuxième extraction est réalisée. On ajoute au mélange des deux extractions 100ml de NaCl (10%) et 150ml de l'eau distillé, puis on fait la séparation à l'aide d'une ampoule à décanter.

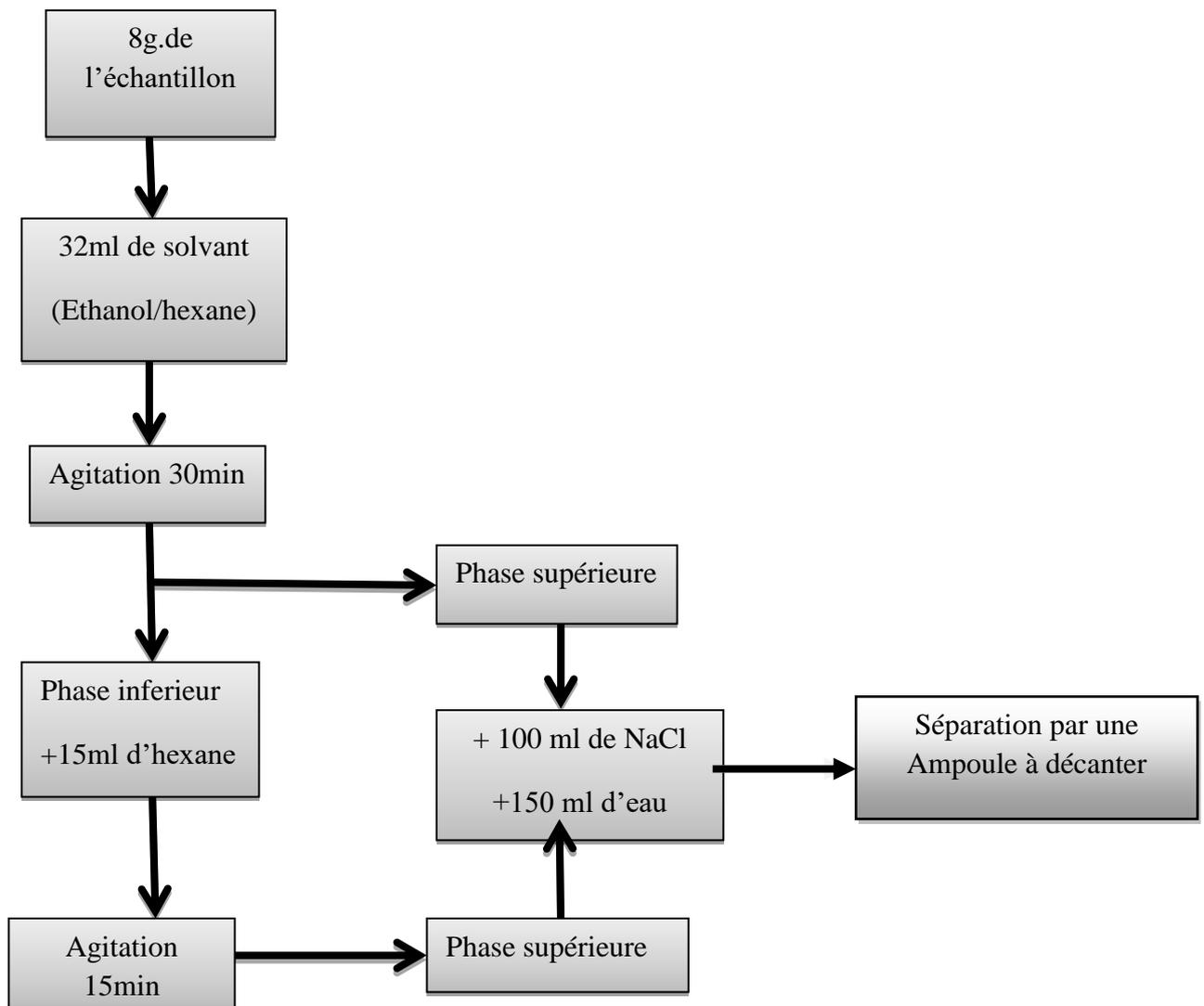


Figure 7 : Protocole d'extraction des caroténoïdes

- **Le dosage des caroténoïdes totaux**

Après l'extraction, une incubation pendant 17h à l'abri de la lumière a été réalisée. Après cette incubation ; un volume de 5ml d'hexane a été ajouté, après 1min,5ml le sulfate de sodium à 1% (m/v) a été ajouté et laissé décanter à l'abri de la lumière pendant 1h et une absorbance a été mesuré à une longueur d'onde de 450nm(Outis and Yahiya 2016).

II. Résultats et discussion

La congélation est l'une des méthodes les plus utilisées pour la conservation des aliments afin de contribuer à la diminution de l'activité d'eau et au ralentissement de l'activité enzymatique et les réactions chimiques, en plus de l'inhibition de la croissance microbienne (Grogna 2016).

Le système des doubles liaisons conjuguées des caroténoïdes constitue un chromophore responsable de l'absorption de la lumière, il confère à ces molécules leur couleur attractive permettant aussi leur quantification et qualification (Bey.M 2006).

Les résultats du dosage des caroténoïdes obtenus, exprimés en μg d'équivalent de la β -Carotène (E. β -C.) par 100 g de matière fraîche sont représentés dans la figure n°8. Le calcul des concentrations a été fait en se référant à une courbe d'étalonnage réalisée dans les mêmes conditions à une équation, $Y = 0.1587x + b$, avec un coefficient de détermination $R^2 = 0.991$.

Les teneurs des caroténoïdes dans la tomate fraîche est $20.885 \mu\text{g}/100\text{g}$ de matière fraîche, correspond le T_0 .

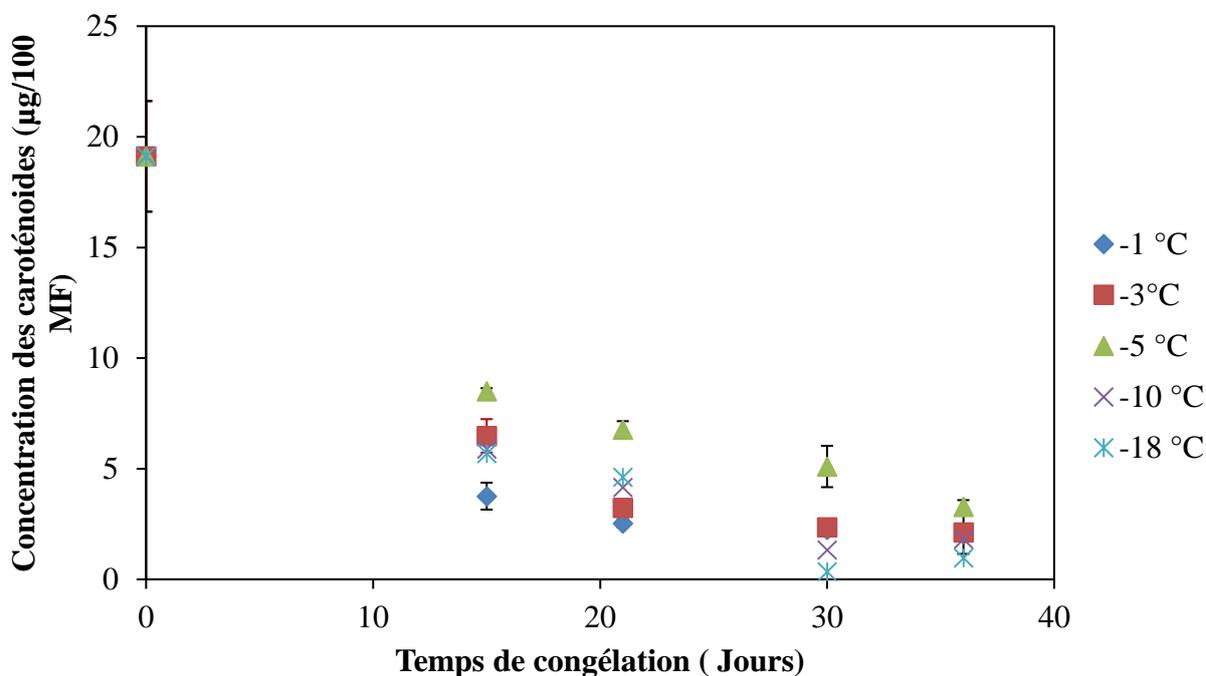


Figure 08: Cinétique d'évaluation des concentrations des caroténoïdes dans les tomates durant la congélation à différentes températures.

Les résultats obtenus montrent que la température qui préserve les caroténoïdes est la plus basse à $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ par rapport aux autres températures, qui présentent certaines similarités, car elle a la vitesse de dégradation des caroténoïdes la plus petite. Ce ralentissement est probablement dû à l'inhibition de croissance microbienne qui s'exerce à des basses températures (L.Hanna and A.Bassal 2003).

D'après des études qui ont été faites de la part de (Renard, Caris-Veyrat. et al. 2014) sur les mécanismes de dégradation des caroténoïdes au cours du traitement thermique, ils ont proposé que la stabilité des caroténoïdes est accrue grâce à leur protection par l'encapsulation dans les cellules végétales. Durant un procédé de congélation très lente, comme le cas de -1° et $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$, il y a une déstructuration des structures pariétales. Les caroténoïdes vont donc pouvoir être exposés à des réactions qui provoquent leur dégradation (Renard, Caris-Veyrat. et al. 2014). Ce point de vue peut expliquer la vitesse de dégradation aux -1° et $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$

(Chanforan and Hanna 2010) ont été réalisées une comparaison de conservation des polyphénols et des caroténoïdes aux deux températures -5° et $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ où les conclusions sont presque similaires à celles issues de ce travail. Ils ont trouvé que le stockage a été plus favorable pour préserver les polyphénols à $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, alors qu'à $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ les caroténoïdes ont été mieux conservés, ils ont relié les résultats concernant la préservation des caroténoïdes à -5°C à leur liposolubilité. (Chanforan et Hanna .2010).

La durée de conservation des caroténoïdes par la congélation est liée à leur instauration définie par le système des doubles liaisons conjuguées. Cette instauration après une durée limitée (dans notre étude, 21 jours) provoque l'isomérisation, c'est la réaction où les caroténoïdes changent leur configuration de forme *cis* à forme *trans*, ça déclenche une auto-oxydation qui résulte en une dégradation oxydative (Delia B. Rodriguez-Amaya 2001). Ce qui clarifie la diminution extensive de la concentration après 21 jours.

Conclusion

Les résultats analytiques obtenus ont montré que les caroténoïdes sont dégradables même à basses températures, mais à différentes cinétiques sont obtenues pour les différentes températures de conservation.

Selon ce travail, le meilleur couple temps-température de conservation des tomates est $-5^{\circ}\text{C}/21$ jour. En effet, le stockage à -5°C a été plus favorable pour préserver les caroténoïdes. Ainsi que le taux de perte atteint 63,6% durant 21 jour et arrive-t-il à, 82,9% après 36 jours de stockage à -5°C .

Par contre, afin d'approcher et de décrire le mieux possible l'impact des différentes températures de congélation sur la dégradation des caroténoïdes totaux, il serait intéressant de déterminer et modéliser des paramètres cinétiques de l'effet thermique sur les constituants antioxydants et procédés de conservation afin de protéger les produits contre les agents favorisant des réactions d'oxydation tels que les ions métalliques, la température, l'oxygène et la lumière et d'étudier l'interaction entre les caroténoïdes et les autres substances antioxydants présent dans les tomates, ainsi que l'influence de certains minéraux sur la préservation des caroténoïdes lors du stockage.

Références bibliographique

Bey.M, B. (2006). Evaluation du pouvoir antioxydant de quelques variétés de tomate cultivées à Bejaia. Biologie physico-chimique. Bejaia, Abderahman Mira. magister.

Boubekri, C. (2014). Etude de l'activité antioxydante des polyphénols extraits de Solanum melongena par des techniques électrochimiques. Sciences de la matière. Biskra, Université Mohamed Khider.

Delia B. Rodriguez-Amaya, P. D. (2001). A guide to carotenoid analysis in foods. United States of America.

Chanforan C. (2010). Stabilité de micro constituants de la tomate (composés phénoliques, caroténoïdes, vitamines C et E) au cours des procédés de transformation : études en systèmes modèles, mise au point d'un modèle stoechio-cinétique et validation pour l'étape unitaire de préparation de sauce tomate. Thèse de doctorat en Sciences, spécialité : chimie. Université d'Avignon. Pays de Vaucluse. 395 p.

Ishida, B. K., J. S. Roberts, et al. (2007). "Processing tangerine tomatoes: effects on lycopene-isomer concentrations and profile." J Food Sci 72(6): C307-312.

Leonardi, C., P. Ambrosino, et al. (2000). "Antioxidative Activity and Carotenoid and Tomatine Contents in Different Typologies of Fresh Consumption Tomatoes." Food Chem 4723-4727.

L.Hanna and D. A.Bassal (2003). "Effet de la congélation sur les antioxydants naturels dans quelques légumes et fruits." Annales de recherche Scientifique(4): 121-132.

Références bibliographique

Lin, C. H. and B. H. Chen (2003). "Determination of carotenoids in tomato juice by liquid chromatography." Journal of Chromatography A 1012(1): 103-109.

Methiled,R. (2013). Etude des relations entre croissance, concentrations en métabolites primaires et secondaires et disponibilité en ressources chez la tomate avec ou sans bioagresseurs, Lorraine – INRA. Docteur en Sciences Agronomiques: 194.

Moco, S., R. J. Bino, et al. (2006). "A liquid chromatography-mass spectrometry-based metabolome database for tomato." Plant Physiol 141(4): 1205-1218.

Monnier, L., C. Colette, et al. (2010). "La saga alimentaire : ses heurs et ses malheurs au cours des siècles (1re partie)." Médecine des Maladies Métaboliques 34093(10): 691-696.

Outis, A. and Y. Yahiya (2016). Effet-du-séchage-au-micro-onde-et-à-létuve-sur-la-composition-et-l'activité-anti-oxydante-de-la-tomate-*Solanum-lycopersicum-L.* Science alimentaire. Bejaia, Abd erahman Mira. master.

Grogna, P. (2016). conservation des fruits et légumes. itinéraires BIO, BIOWALLONIE: p10-13.

Renard, Caris-Veyrat., et al. (2014). "Le devenir des polyphénols et caroténoïdes dans les fruits et légumes traités thermiquement." Innovations Agronomiques 24: 125-137.

Sawadogo, I., M. Koala, et al. (2015). Etude de l'influence des modes de transformation sur les teneurs en lycopène de quatre variétés de tomates de la région du nord du Burkina Faso.International Journal of Biological and Chemical Sciences 9(1): 362.

Références bibliographique

Taoussaint A et Baudoin J-P. (2010). Biodiversité chez la tomate, stratégie de conservation et valorisation de la collection *Luc Fichot** Gembloux agro bio tech. 102 p.

Résumé

Cette étude a été effectuée au laboratoire de la faculté des sciences de la nature et de la vie au niveau du pôle universitaire Akli Mohand Oulhadj de Bouira. L'objectif de l'expérimentation est d'étudier l'effet de la congélation sur les teneurs des caroténoïdes dans les tomates à différentes températures pour trouver le meilleur couple temps-températures permettant de conserver les tomates et sauvegarder les teneurs de leurs substances antioxydants.

Ces substances ont été évaluées par la spectrophotométrie à une longueur d'onde 450 nm. Le dosage a été déterminé régulièrement dans les échantillons congelés et conservés pendant 36 jours aux températures -1° , -3° , -5° , -10° et -18°C .

Les résultats obtenus ont montré que la conservation des tomates à -5°C a été plus favorable mais dans une durée limitée entre 15 et 21 jours. Quant au taux de perte des caroténoïdes, il arrive à 84,78% après 36 jours et atteint respectivement 59,59% et 64,57% durant 15 et 21 jours.

Mots clé : tomate *Solanum lycopersicum* L, cinétique de congélation caroténoïdes.

Abstract

This study was carried out in the laboratory of faculty of sciences of nature and life at the university Akli Mohand Oulhadj of Bouira. The objective of the experiment is to study the effect of freezing on contents of carotenoid in tomatoes at different temperatures to find the best time-temperature pair to conserve tomatoes and save their antioxidant substances.

These substances were evaluated by spectrophotometry at a wavelength of 450nm. The assay was determined regularly in the frozen samples and stored for 36 days at -1° , -3° , -5° , -10° , and -18°C . the results obtained showed that the conservation of tomatoes at -5°C was more favorable but in a limited between 15 and 21 days. As for the loss rate of caroténoïdes, it reaches 84.78% after 36 days and reaches respectively 59.59% and 64.57% for 15 and 21 days.

Key words : tomato *Solanum lycopersicum* L, kinetics of freezing, caroténoïdes.