

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun –Tiaret–
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie
Département Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire de fin d'études

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Toxicologie et sécurité alimentaire

Présenté par :

BOUGUETOUTA FATIMA ZOHRAA

BOUZID NADJET

CHEBIL KHALEDIA

Thème

**ANALYSE DE L'EFFET DE LA DUREE DE
CONGELATION SUR LA QUALITE
NURITIONNELLE DE QUELQUES ALIMENTS**

Soutenu Publiquement le 30 Septembre 2020.

Jury:

Grade

Président:	Mr. RAHMOUNE Billal	professeur
Encadrant:	Mlle. DAHLIA Fatima	MCB
Co-encadrant:	Mm. BAROUAGUI Soria	MCA
Examineur :	Mr. BOUFARES Khaled	MAA

Année universitaire 2019-2020



Remerciements

Nous remercions Dieu Le tout Puissant de nous avoir donné la force nécessaire et la patience qui nous a permis de mener ce modeste travail ;

Nous tenons à remercier :

M^{me} DAHLIA Fatima, d'avoir accepté de nous encadrer, ça ne sera pas suffisant pour lui exprimer toute notre reconnaissance pour sa confiance et son grand soutien, pour le temps qu'elle nous a consacré toutes les fois que cela était nécessaire, pour ses conseils précieux qu'elle nous a prodigué tout le long de notre travail, et pour son aide.

M^{lle} BAROUAGUI Soria, pour nous avoir encadré et orienté et pour toute sa patience et les précieux conseils qu'elle nous a donnés.

M^r BOUFARES KHALED, de nous avoir fait l'honneur de présider le jury de notre soutenance;

M^r RAHMOUN BILLAL, qui a accepté d'examiner notre travail et faire partie du jury de notre soutenance.

Enfin nos remerciements s'adressent plus particulièrement à nos familles et nos amis(es) qui ont su nous soutenir, nous encourager, nous aider et nous supporter tout au long des années.



Dédicaces

Je dédie ce travail

A mes très chers parents, pour toute l'affection qu'ils m'ont donnée, leur soutien moral et financier

A toutes mes sœurs, tous mes frères et toute ma famille.

A tous mes amies et mes collègues.

A tous les étudiants (es) de la promotion 2020.

NADJET



Dédicaces

Je remercie Dieu, Le Tout Puissant, de m'avoir donné la force et le courage pour la réalisation de ce mémoire.

Je dédie ce travail

A mes très chers parents pour toute l'affection qu'ils m'ont donnée et pour leur soutien moral et financier.

A mon marie Drici Khaled

A Mes frères Abd'El Kader, Mohammed et Naceur.

A Mes sœurs Kheira, Nadjet, Hayet, Asmaa, Randa et Fatima.

J'adresse également toute ma reconnaissance à mes amis (es) qui ont su me soutenir, m'encourager, m'aider et me supporter tout au long de l'année.

Khaldia



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A mes chers parents. Ma mère pour m'avoir mis au monde et pour m'avoir accompagné tout le long de ma vie. J'espère toujours rester fidèles aux valeurs morales que vous m'avez appris.

A toutes mes sœurs, tous mes frères et toute ma famille.

A tous mes amies et mes collègues.

A tous les étudiants (es) de la promotion 2020

Fatima zohra

Table des matières

Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : Matériel et méthodes	6
1. Objectif de l'étude.....	6
2. Matériel et produits de laboratoire	6
3. Méthodes.....	6
3.1. Détermination du taux d'humidité et du taux de matière sèche	6
3.2. Détermination du taux de matière organique	7
3.2.1. Détermination de la teneur en sucres totaux	8
3.2.2. Détermination de la teneur en protéines.....	8
3.2.3. Détermination du rendement en huile grasses	9
3.3. Détermination de la teneur en éléments minéraux	10
3.3.1. Détermination de la teneur en phosphore.....	11
3.3.2. Détermination de la teneur en sodium, en potassium et en calcium	12
3.4. Détermination de la teneur en pigments liposolubles.....	12
Chapitre 2 : Résultat et discussions.....	13
1. Etude de la qualité nutritionnelle des différents aliments avant la congélation (Frais) ...	13
1.1. Tomate	13
1.2. Coriandre	14
1.3. Petit pois	14
1.4. Pois chiche.....	15
1.5. Ail.....	16
2. Etude de la qualité nutritionnelle des différents aliments après la congélation.....	17
2.1. Tomate	17
2.2. Coriandre	17
2.3. Petit pois	18
2.4. Pois chiche.....	18
2.5. Ail.....	19
3. Discussion	19
Conclusion.....	23
Références bibliographiques	25
Résumé	

Introduction générale

Introduction générale

Facteur majeur d'un bon état de santé, une alimentation équilibrée doit permettre de couvrir l'ensemble des besoins nutritionnels de l'organisme de telle sorte que l'individu se sente en condition de pleine efficacité physique et intellectuelle. Donc L'alimentation est une fonction physiologique tout à fait nécessaire à notre vie. Elle permet de prévenir plusieurs maladies telles les maladies de cœur, diabète, obésité, ostéoporose et certains cancers (Ouici, 2013).

De ce fait, il est important de manger non seulement trois fois par jour, de façon raisonnable mais aussi d'inclure les bons nutriments dans son repas. Les éléments à privilégier dans une alimentation sont les légumineuses, les produits laitiers, les poissons, Les œufs, la viande ou encore les matières grasses et les sucres (source1).

En effet, les légumineuses alimentaires regroupent plusieurs espèces, l'Algérie comme beaucoup de pays en voie de développement attribue une place de choix à cette culture dotée d'une bonne valeur nutritive (Benchana et Lermel, 2016). Le pois est principalement cultivé dans les zones humides, subhumides et semi-arides où la pluviométrie atteint 350 à 450 mm. Sa culture, bien que moins importante que celle du pois chiche ou de la fève, dans le cas des légumes secs, possède une place certaine, en cultures maraîchères (*Pisum sativum*). Les petits pois présentent une extension culturale plus grande que celle de n'importe quelle autre légumineuse à grains. Ils s'adaptent aussi bien aux jardins maraîchers qu'aux zones froides semi-arides. Cette espèce est destinée à un double usage alimentation humaine et animale avec la spécialisation variétale qui en découle. Le pois présente un avantage écologique important car il contribue au développement de l'agriculture à faibles intrants systèmes de fixation de l'azote atmosphérique et il sert comme une culture de rupture qui minimise en outre la nécessité pour les entrées externes (Drici et Laidi, 2013).

Par ailleurs, les petits pois et les pois sont tous deux des sources non négligeables de vitamine C, de vitamine K, de folate, de manganèse et de fibres alimentaires, cependant, les petits pois demeurent beaucoup plus nutritifs : crus comme cuits, leur contenu en fibres alimentaires, glucides, protéines ainsi qu'en certains minéraux et vitamines est supérieur à celui des pois mange-tout .De plus les petits pois contiennent nettement plus de lutéine et de zoxanthine, deux composés de la famille des caroténoïdes (Fortin, 2013).

On outre, le pois chiche (*Cicer arietinum*), l'un des plus importantes légumineuses à graines en Algérie, occupe la deuxième position après la fève-féverole. La majeure partie des

superficies cultivées de cette espèce est concentrée à Ouest de pays, particulièrement, dans les régions de Tlemcen et Ain-Temouchent, qui sont caractérisées par un climat humide à subhumide (MADR, 2014).cette espèce est cultivée sur une superficie annuelle moyenne de 33mille ha soit 36.78% de la superficie des légumineuses à grains Ils sont une source de fibres déficientes en certains acides aminés, excellente source d'acide folique et potassium, bonne source de fer, magnésium, cuivre, zinc et phosphore. Contient de thiamine, niacine, vitamine B6 et calcium. Propriétés diurétique, stomachique et vermifuge (Fortin, 2008).

La tomate de son nom scientifique *Saulanum lycopersicum* (L.) est originaire du nord-ouest de l'Amérique de sud. Elle est introduite à partir du XVIe siècle en Europe à partir des jardins sévillans en Espagne. La tomate est une plante herbacée sensible au froid, vivace sous climat chaud, généralement cultivée comme annuelle. C'est une plante à croissance indéterminé, mais il existe des variétés à croissance déterminé, c'est-à-dire dont la fonction végétative s'arrête précocement. Cultivée dans les pays chauds et tempérés du monde entier. La tomate contient de nombreux minéraux et oligoéléments et comme la plupart des fruits et légumes Elle apporte beaucoup de potassium (245mg/100g) ce qui fait d'elle une source appréciable de cet important minéral. Elle peut fournir également 50 à 160mg de vitamine C et 22,5 à 90 mg de vitamine E. Parmi les phyto-constituant, elle contient des poly phénols (l'acide férulique, l'acide chlorogénique, l'acide caféique) des caroténoïdes (Bimben et, 2002).

La Coriandre (*Coriondrum sativum*, ombellifères) est une plante annuelle élancée, ramifiée, mesurant généralement en floraison de 30 à 60 cm, mais pouvant attendre 80 cm. La racine est pivotante et fuselée. La tige est ronde, grêle, finement striée et ramifiée dans la partie supérieure. Les feuilles sont d'un vert clair, glabre, et luisant. Les feuilles basales sont pétiolées, pennatiséquées, incisées et dentées et les feuilles supérieures sont sessiles, finement découpées en lanières et pourvues d'une longue et large gaine (Bitouche, 2015). La feuille de coriandre contient des pigments caroténoïdes(provitamine), des flavonoïdes antioxydants, des vitamines hydrosolubles notamment vitamine C et K et des acides phénols antioxydants, il n'y pas d'alcaloïdes toxique, mais un peu d'huile essentielle (environ 0,7%) 2 dodecenal (environ 10%) et 1 decanol (environ7%) (Marouche etAllouma, 2017).

L'ail (*Allium sativum* L, famille des *Alliacées*), l'oignon et leurs alliés, couramment cultivés comme plants potagères. Ce sont des plants acaules (sans tige) dont le bulbe tunique (formé d'écailles) contient des cristaux d'oxalate de calcium. Leur composition dépourvue de ses enveloppes eau, matières azotées, sucres, matières extractives non azotées, celluloses,

condres. L'ail sert beaucoup plus dans l'économie domestique, comme assaisonnement que comme aliment proprement dit, tout au moins dans les régions septentrionales (Sell *et al.*, 2002). La chimie de l'ail est tout à fait complexe, ses fortes teneurs en potassium, phosphore et vitamines B6. Il apporte également d'autres vitamines du groupe B (excepté B12) et de vitamine C. Il contient aussi de petites quantités de beta-carotène (provitamine A), de vitamine K et de vitamine E anti-oxydante (tocophérols) il renferme différents composés antioxydants, notamment des flavonoïdes et des poly phénols, il offre une richesse exceptionnelle en minéraux et oligo-éléments, notamment en calcium, phosphore, fer et sélénium (Bacar et Meskine, 2014).

Depuis des siècles, l'homme a cherché tous les moyens pour conserver les denrées alimentaires afin d'assurer sa survie en période de disette. Les traitements de conservation appliqués aux aliments visent à préserver leurs comestibilités et leurs propriétés gustatives et nutritives en empêchant le développement des bactéries, champignons et microorganismes qu'ils contiennent et qui peuvent dans certains cas entraîner une intoxication alimentaire. (Vizireanu *et al.*, 2013). Les méthodes courantes de conservation de la nourriture reposent principalement sur un transfert d'énergie ou de masse qui ont pour objet d'allonger la durée de vie des produits alimentaires (Darinmou, 2000). Parmi les techniques de conservation on trouve :

- Le traitement des aliments par la chaleur : représente aujourd'hui la plus importante technique de conservation de longue durée (Darinmou, 2000). Ce type de conservation par la chaleur qui fait uniquement appel à un procédé physique de nature thermique, à pour but de dénaturer les enzymes susceptibles d'altération et détruire les micro-organismes présents dans les aliments (Murielle, 2009). La pasteurisation est un traitement thermique pour la conservation des aliments inventé par Louis Pasteur en 1856 par lequel un aliment est chauffé à une température définie pendant une période de temps fixée avant d'être refroidi rapidement. Les températures de pasteurisation sont inférieures à 100°C puisqu'elles varient de 70°C à 85°C (Emillie, 2009). La stérilisation est une technique destinée à éliminer tous les micro-organismes pathogènes y compris les formes sporulées et la plupart des autres germes susceptibles de contaminer un produit alimentaire. Les aliments stérilisés se conservent donc à températures ambiantes tant que le récipient n'a pas été ouvert et bénéficient d'une date limite d'utilisation optimale (Emillie, 2009).

Le séchage C'est un procédé de conservation extrêmement ancien que, privant l'aliment d'eau libre, interdit toute activité microbienne ou enzymatique (Mafart, 1991). Par contre, la lyophilisation est un procédé de séchage dont le principe consiste à sublimer la glace d'un produit congelé ; l'eau du produit passe donc directement de l'état solide à vapeur (Mafart, 1991).

La technique de déshydratation pour but d'éliminer partiellement ou en quasi-totalité l'eau des aliments en vue d'y abaisser l'activité d'eau. De plus l'élimination quasi-totale de l'eau permet une conservation encore plus longue (Emilie, 2009).

Le froid C'est une technique de conservation des aliments qui arrête ou ralentit l'activité cellulaire, les réactions enzymatiques et le développement des microorganismes (Darinmou, 2000). Il prolonge ainsi la durée de vie des produits frais végétaux et animaux en limitant leur altération (Murielle, 2009). La réfrigération consiste à entreposer les aliments à une température basse, proche du point de congélation mais toujours positive par rapport à celui-ci (Darinmou, 2000). La réfrigération correspond donc à une conservation par le froid positif pendant une durée limitée puisque les produits réfrigérés bénéficient d'une date limite de consommation (Emilie, 2009). La surgélation ou congélation ultra-rapide est une technique qui met en œuvre des températures plus basses que la congélation (Murielle, 2009). Au cours de la surgélation l'eau se cristallise très rapidement et au maximum aussi bien au niveau extracellulaire qu'intracellulaire ; les cristaux ainsi formés sont de petite taille et nombreux ce qui préserve mieux la structure du produit. (Emilie, 2009).

On appelle congélation toute technique visant à faire passer un produit à l'état solide. Elle maintient la température au cœur de la denrée jusqu'à -18°C. Ce procédé provoque la cristallisation en glace de l'eau contenue dans les aliments. On assiste alors à une diminution importante de l'eau disponible, soit à une baisse de l'activité de l'eau, ce qui ralentit ou stoppe l'activité microbienne ou enzymatique. La congélation permet donc la conservation des aliments à plus long terme que la réfrigération (Aouadi et Khelil, 2015).

Alors, la congélation des aliments permet d'augmenter la durée des aliments tout en maintenant ses caractéristiques sensorielles (principalement couleur, saveur, et texture) et leurs qualités nutritionnelles, Deux facteurs principaux contribuent à ce que la congélation soit une méthode de conservation : la température basse qui réduit la cinétique de nombreuses réactions biochimiques, la faible activité de l'eau notamment par sa cristallisation (Aouadi et Khelil, 2015).

Les légumes et les fruits sont des aliments indispensables dans notre alimentation et sont les plus consommables soit frais ou congelés. Ces derniers doivent être de bonne qualité nutritionnelle assurant un apport énergétique adéquat pour l'homme quel que soit leur état : frais ou congelé. Par conséquent, une problématique s'installe nous amène à poser la question suivante : si les aliments sont congelés pendant une certaine durée, est ce que leur qualité nutritionnelle peut changer ou pas ? Donc notre étude a pour but de vérifier la qualité nutritionnelle de quelques aliments fréquemment consommé par l'algérien à l'état frais et après une période de conservation par mode congélation.

Partie expérimentale

Chapitre 1 :

Matériel et méthodes

Chapitre 1 : Matériel et méthodes

1. Objectif de l'étude

L'objectif visé à travers cette étude est d'évaluer la qualité nutritionnelle de quelques aliments fréquemment consommé par l'algérien à l'état frais et après une période de conservation par mode de congélation.

2. Matériel et produits de laboratoire

Notre expérimentation s'est déroulée aux laboratoires de biochimie et de technologie alimentaire de la faculté des sciences de la nature et de la vie, université Ibn Khaldoun Tiaret pendant 2 mois.

Le matériel qui a été utilisé aux laboratoires consiste en :

- » **Matériel de stérilisation** : autoclave et four pasteur.
- » **Matériel de mesure** : micropipette, éprouvette graduée et balance.
- » **Matériel d'incubation** : étuves (80°C), bain marie.
- » **Matériel de conservation** : congélateur.
- » **Matériel divers** : agitateur, tubes à essai, porte-tubes, mortier, spatule, entonnoirs, barreau magnétique et béchers, sachets en papier, dessiccateur, creusets en porcelaine, four à moufle, spectrophotomètre, centrifugeuses, bac à glace, vortex, SOXHLET.

3. Méthodes

La démarche expérimentale prévue dans notre étude consiste à évaluer la qualité nutritionnelle des 5 aliments (tomate, coriandre, petit pois, l'ail, pois chiche) à l'état frais et après congélation. Deux durées de congélation ont été prévues : 20 jours et 40 jours.

3.1. Détermination du taux d'humidité et du taux de matière sèche

➤ Principe

Le principe de cette analyse est la dessiccation de la matière fraîche à la température de 80 °C dans une étuve isotherme ventilée à la pression atmosphérique jusqu'à une mesure pratiquement constante (Audigie *et al.*, 1995 ; Linden et Lorient, 1994). La teneur en eau est la différence entre le poids de l'échantillon avant et après la dessiccation.

➤ Mode opératoire

Le broyat de chacun des aliments a été pesé (petit pois, pois chiche, tomate, coriandre, ail) et mis dans des sachets en papier numérotés. Ces derniers ont été pesés vides et leurs

poids a été noté et taré au niveau de la balance. Les échantillons ont été mis dans l'étuve à une température de 80°C jusqu'à l'obtention d'un poids constant. Après le séchage, les échantillons ont été placés au dessiccateur pendant 30 minutes puis pesés. Les résultats ont été exprimés selon les formules suivantes (Audigie *et al.*, 1995) :

$$H\% = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100$$

$$MS \% = 100 - H \%$$

Où :

H % : Le pourcentage d'humidité ou la teneur en eau des échantillons ;

M₁ : La masse en gramme de l'échantillon avant la déshydratation.

M₂: La masse en gramme de l'échantillon après la déshydratation.

MS %: Le pourcentage de la matière sèche.

3.2. Détermination du taux de matière organique

➤ Principe

La teneur en matière minérale d'une substance alimentaire est conventionnellement le résidu de la substance après minéralisation de la matière sèche des échantillons. Elle est obtenue par incinération à 500 – 600°C (Pinta, 1971 ; AOAC, 1990). Le taux de la matière organique est la différence entre le poids de l'échantillon avant et après l'incinération.

➤ Mode opératoire

Des creusets en porcelaine ont été utilisés pour l'incinération parce qu'ils supportent les températures fortes et leurs poids ne changent pas. Ces creusets ont été pesés vides, et leurs poids ont été notés. 0,5g de la matière sèche (petit pois, pois chiche, tomate, coriandre, ail) a été mise dans les creusets en porcelaine et puis l'ensemble a été introduit dans le four à moufle. La température du four a été augmentée graduellement pendant 2 heures jusqu'à atteindre 650°C. L'ensemble a été laissé incinérer pendant 3 heures jusqu'au développement d'une couleur blanchâtre. Les creusets ont été récupérés après refroidissement du four, pesés et les poids ont été notés. Les résultats ont été exprimés selon les formules suivantes (Pinta, 1971):

$$MO \% = \frac{M_1 - M_2}{P} * 100$$

$$Mm\% = 100 - MO\%$$

Où :

M₁: La masse en gramme de la capsule avec la matière sèche avant l'incinération.

M₂ : La masse en gramme de la capsule avec les cendres (après l'incinération).

P : La masse en gramme de la prise d'essai (0,5 g).

3.2.1. Détermination de la teneur en sucres totaux

La détermination de la teneur en sucres totaux a été faite selon la méthode de Fales (1951). 0,1g de matière sèche de chacun des aliments a été mise dans des tubes à essai avec 10 ml de HCl (2N). L'ensemble a été placé au bain marie pendant 2h. Après, les tubes ont été récupérés et passés à la centrifugation à 5000 tours par minute pendant 20 minutes. Le surnageant a été récupéré et passé à travers un papier Wattman n° 1 pour la filtration. 1ml de l'extrait glucidique a été pris dans un autre tube propre auquel ont été ajoutés 19 ml d'eau distillée (dilution). 0,5 ml de la dilution a été prise dans un nouveau tube propre auquel ont été ajoutés 4,5 ml de réactif d'anthrone (200 ml d'acide sulfurique H₂SO₄ ont été mélangés avec 0,4g d'anthrone et puis 15 ml d'éthanol pur et 60 ml de l'eau distillé ont été ajoutés progressivement au mélange avec une agitation douce). La détermination de la teneur en sucres totaux a été réalisée par la spectrophotométrie UV après un chauffage de 20 minutes à une température de 95°C, à la longueur d'onde de 620 nm.

La gamme d'étalonnage a été préparée à partir des concentrations croissantes (g/L) en glucose. Les conversions des densités optiques en concentration de glucose (%) ont été faites suivant l'équation donnée par le graphe de la courbe d'étalonnage ($y = 2,0275x - 0,0894$; $R^2 = 0,9789$).

3.2.2. Détermination de la teneur en protéines

Le dosage des protéines a été réalisé grâce à la méthode de Lowry *et al.* (1951). Une pesée de 10 g de matières fraîches de chaque échantillon a été effectuée à l'aide d'une balance électronique. Puis ces pulpes ou graines ont été broyées avec 10ml de Na Cl (1N) et un peu de sable stérile à l'aide d'un mortier. Le mélange a été centrifugé à 3000 TRM pendant 10 minutes à 4°C. Le surnageant a été séparé du culot, le premier et mis dans une éprouvette de 25ml. Le culot a été broyé à nouveau avec 10 ml de Na Cl à (1N). Le mélange a été, à nouveau, centrifugé à 3000 TRM pendant 10 minutes. Le surnageant obtenu a été ajouté au premier et ajusté à 25 ml avec du Na Cl de (1N).

Ensuite, des tubes vides pour centrifugation ont été placés dans un bac à glace. De chaque échantillon, 10 ml de la solution obtenue ont été pris et placés dans les tubes. Le tout a

été laissé 5 minutes dans la glace. 3,3 ml de TCA à 20% (dissoudre 4.9014g de TCA dans 150 ml H₂O distillé) a été ajouté à chaque tube (toujours dans la glace) suivi par une agitation vigoureuse. Les tubes ont été placés à nouveau dans la glace pendant 10 minutes et puis ils ont été centrifugés 5000 TRM pendant 10 minutes à 0°C. Le surnageant a été jeté et le culot a été mélangé avec 10 ml de TCA à 5% (dissoudre 4.0844g de TCA dans 500ml H₂O distillé) puis le mélange a été passé au vortex pour l'agiter énergiquement et puis à la centrifugeuse à une vitesse de 5000 TRM pendant 10 minutes à 0°C. 5 ml de NAOH à 0,1N ont été ajoutés au culot récupéré suivis par une agitation. La solution obtenue est passée au dosage.

0,8ml de la solution à analyser a été prise à laquelle a été ajouté 0,2 ml de NAOH à 0,5N (dissoudre 0.1999g de NAOH) et 5 ml de la solution A(50 ml de NaCO₃ à 2% + 0,5 ml de CuSO₄ à 1% + 0,5 ml de Tartrate Na et K à 2%). Le tout a été bien agité. Les tubes ont été placés à l'obscurité pendant 10 minutes. A chaque tube, 0,2 ml de folin a été ajouté et le tout a été bien agité au vortex. Les tubes ont été placés à nouveau à l'obscurité pendant 30 mn. Une agitation a eu lieu et à la fin, les solutions sont passées à la lecture au spectromètre à 730 nm. Les résultats obtenus présentent les densités optiques qui ont été converties en quantités des protéines à l'aide de l'équation d'une courbe d'étalonnage à base de concentrations croissantes du sérum d'albumine bovine ($y = 0,0053786 x + 0,0372857$).

3.2.3. Détermination du rendement en huile grasses

➤ Principe

Les corps gras sont des substances organiques qui peuvent être extraites à partir des fruits par des solvants organiques non polaires au moyen de l'appareil SOXHLET, suivi d'une séparation de l'huile du solvant par un évaporateur rotatif (rota vapeur).

L'extracteur de SOXHLET est un appareil spécialement conçu pour l'extraction continue solide-liquide. Le solvant (5 à 10 fois la quantité de l'échantillon solide à extraire) est porté à ébullition, puis se condense avec le condenseur à boules, dans le réservoir à siphon, contenant le solide à extraire dans une cartouche de papier épais. Le contact entre le solvant et le produit à extraire dure pendant l'accumulation de solvant dans le réservoir, puis quand le solvant atteint un certain niveau, lequel il amorce le siphon et retourne dans le ballon en entraînant la substance dissoute. Ce cycle peut être répété plusieurs fois, selon la facilité avec laquelle le produit diffuse dans le solvant (AFNOR, 1988).

➤ **Mode opératoire**

Un ballon de 150 ml a été séché à l'étuve à 105°C pendant une heure, refroidi au dessiccateur pendant 30 mn puis pesé à la précision de 0,01g. 15g de la poudre des fruits ou des graines ont été introduits dans une cartouche. Cette dernière a été placée dans l'extracteur de l'appareil SOXHLET. 100 ml de l'hexane ont été versés dans le ballon et 50 ml dans l'extracteur. Le ballon a été chauffé à une température de 50°C pendant 4 heures (20 siphonages par heure) jusqu'à épuisement de la matière grasse. Le solvant a été éliminé du ballon par distillation à l'aide d'un évaporateur rotatif (80 tours par minute à une température de 70°C). Par la suite, le résidu du ballon a été éliminé par évaporation dans une étuve ventilée à 70-80°C. Puis, le ballon a été, à nouveau, refroidi au dessiccateur pendant 30mn. Enfin, le ballon avec l'huile a été pesés à l'aide d'une balance de précision (AFNOR, 1988). Le rendement en huile a été calculé par la formule suivante :

$$\text{RH (\%)} = [P_1 - P_2 / P_0] \times 100$$

Où:

RH : Rendement en huile (%) ;

P₀ : Poids de la prise d'essai (15 g) ;

P₁ : Poids Du ballon vide (g) ;

P₂: Poids du ballon avec l'huile (g).

3.3. Détermination de la teneur en éléments minéraux

➤ **Principe**

La minéralisation est la mise en solution des éléments minéraux (P, Na, K et Ca). Le but de la minéralisation est la reprise des cendres obtenues précédemment sous forme liquide (Audigié, 1977).

➤ **Mode opératoire**

Après minéralisation de 0,5 g de matière sèche, les cendres obtenues ont été humectés par 02 ml d'acide nitrique (HNO₃) absolue. Le tout a été placé dans un bain de sable afin d'évaporer l'acide nitrique. Après avoir récupéré les creusets du bain de sable, 01 ml d'acide chlorhydrique concentré HCL (6N) a été additionné au contenu de la capsule. Le mélange obtenu a été filtré sur du papier filtre (wattman) sans cendre dans des fioles jaugées de 50 ml et a été ajusté au trait de jauge avec de l'eau bi distillée bouillante. Après avoir ajusté au trait de jauge puis homogénéisé par agitation manuelle, les solutions ont été transvasées dans des tubes à essai sur lesquels les numéros des échantillons étaient inscrits.

Cette solution se prête aux dosages par spectrophotomètre U.V pour le phosphore et spectrophotomètre à flamme pour les trois éléments majeurs à savoir le sodium, le potassium et le calcium.

3.3.1. Détermination de la teneur en phosphore

➤ **Principe**

Le dosage du phosphore est réalisé par la formation et la réduction d'un complexe de l'acide phosphorique et l'acide molybdique (Linden, 1991). Il est réalisé par la spectrophotométrie UV à la longueur d'onde de 650 nm.

➤ **Mode opératoire**

Dans un tube à essai, 1,5 ml de solution minérale à doser a été mise avec 6,5 ml d'acide ascorbique (dissoudre 0,045g d'acide ascorbique dans 250 ml d'eau déminéralisée), 1,5 ml d'HCL (mettre 3.05 ml de HCL) et 2 ml d'une solution Sulfo-molybdique (dissoudre 38 g de molybdate d'ammonium dans 1L d'acide sulfurique (5M) (CRRAS, 1988). Les tubes à essai ont été chauffés dans un bain marie pendant 10 à 12 minutes jusqu'à développement d'une coloration bleue.

La gamme d'étalonnage a été préparée par des concentrations croissantes du phosphore selon le mode opératoire décrit ci-dessous. Les conversions des densités optiques en concentration en phosphore (ppm) ont été faites suivant l'équation donnée dans le graphe de la courbe d'étalonnage ($y = 0,2524x + 0,0093$; $R^2 = 0,9985$).

La solution mère de phosphore à 1000 ppm a été préparée en faisant dissoudre 1,432 g de KH_2PO_4 dans 1000 ml d'eau distillée. A partir de la solution mère, 10 ml ont été prélevé et la solution a été complétée à 200 ml avec de l'eau distillée pour préparer la solution fille de 50 ppm. Ensuite la gamme étalon a été préparée.

La teneur en élément minéral à doser (phosphore), exprimées en mg pour 100g de matière sèche est donnée par la formule suivante :

$$\text{Eléments minéraux à doser (mg/100 g MS)} = (\text{X.D.V}) / (\text{P*10})$$

Où :

X: La concentration calculée à partir de l'équation de la droite de régression.

D: Le nombre de dilution.

V: Le volume de la solution.

P: Le poids de la prise d'essai.

3.3.2. Détermination de la teneur en sodium, en potassium et en calcium

➤ Principe

Lorsqu'on introduit un élément chimique dans une flamme, celle-ci prend une coloration caractéristique de l'élément chimique considéré. L'analyse spectrale de cette lumière colorée, permet de mesurer l'intensité de l'une des raies les plus caractéristiques, sélectionnée au moyen d'un filtre interférentiel. Si plusieurs éléments différents ont été introduits dans la flamme, chacun d'eux possède un spectre de raie caractéristique. Par le choix du filtre interférentiel convenable, on arrive à déterminer la concentration de chacun des éléments à partir de leurs raies les plus intenses sans avoir à procéder, auparavant, à un long processus de séparation chimique (Pinta, 1971). Les échantillons préalablement minéralisés par incinération, ont été dissouts, dilués, homogénéisés, filtrés et passés au spectrophotomètre à flamme pour la lecture des densités optiques.

➤ Mode opératoire

100 mg de cendres de chaque échantillon ont été digérés dans une solution contenant 20 ml d'acide chlorhydrique (HCl 0,1 N) et 8 ml d'acide nitrique absolu (HNO₃), en utilisant la technique de digestion humide. La teneur en minéraux a été déterminée à l'aide d'un spectrophotomètre à flamme et exprimée en mg / 100 g de poids sec.

3.4. Détermination de la teneur en pigments liposolubles

Chez les végétaux, il existe des pigments liposolubles, contenus dans des organites cellulaires appelés chromoplastes (organites dérivés des chloroplastes, très concentrés en pigments). Ses pigments sont des antioxydants très utiles. La méthode décrite par Barros *et al.* (2011) a été suivie.

150 mg de poudre végétale ont été agités vigoureusement après avoir ajouté 10 ml de mélange d'acétone-hexane dans les proportions de 4 : 6 (v : v) pendant 1 minute. Ce mélange a été par la suite filtré et l'absorbance du filtrat a été mesurée à différentes longueur d'onde : 453 nm, 505 nm, 645 nm et 663 nm.

La teneur en pigments liposolubles a été calculée suivant les équations indiquées ci-dessous et exprimée en µg/g de matière végétale sèche.

$$\beta\text{-carotène} = 0,216 * A_{663} - 1,220 * A_{645} - 0,304 * A_{505} + 0,425 * A^{453}$$

$$\text{Lycopène} = - 0,0458 * A_{663} + 2,204 * A_{645} - 0,304 * A_{505} + 0,425 * A^{453}$$

$$\text{Chlorophyll a} = 0,999 * A_{663} - 0, 0989 * A_{645}$$

$$\text{Chlorophyll b} = - 0,328 * A_{663} + 1, 77 * A_{645}$$

Chapitre 2 :
Résultat et discussions

Chapitre 2 : Résultat et discussions

Il est indispensable de noter que la méthodologie de travail décrite dans le chapitre précédent a été interrompue à cause du confinement appliqué suite à la pandémie du COVID 19 que traverse notre pays et le monde entier. Alors il s'est avéré essentiel de compléter la partie de résultats et discussion en faisant une synthèse des travaux qui ont été réalisés dans le même domaine et qui ont traité la même thématique que la nôtre.

1. Etude de la qualité nutritionnelle des différents aliments avant la congélation (Frais)

1.1. Tomate

La tomate est une plante annuelle à croissance indéterminée, elle compte parmi les fruits et légumes riches en sels minéraux et vitamines essentiellement le potassium et la vitamine C (Bimben et, 2002).

Selon la base de données nationale sur les nutriments de l'USDA (2015), les teneurs en composition des tomates rouges crues tout au long de l'année sont décrites comme suit : 94,52% d'eau, 0,88% de protéines, 0,2% de lipides, 3,89% de glucides et 0,50% de cendres.

D'après Oboulbiga *et al.* (2017), chez les variétés de tomates Mongol F₁ en provenance de Burkina Faso, la teneur en humidité, la teneur en cendres, la teneur totale en glucides, la teneur en glucides réducteurs, la teneur en lipides et la teneur en protéines étaient respectivement comprises entre 95,09 % et 96,17 %, entre 9,25 % et 10,60 %, entre 47,00 % et 53,43 %, entre 30,03 % et 41,21 %, entre 3,04 % et 7,71 % et entre 17,09 % et 25,03 %. Selon Pinela *et al.* (2012), l'humidité, chez la tomate, varie entre 90,63 g/100 g et 93,70 g/100 g de tomate fraîche. Les niveaux de protéines et de cendres étaient d'environ 0,61 et 0,74 g/100 g de tomate fraîche respectivement. Les taux de graisse étaient faibles (0,03 g/100 g de tomate fraîche). Les hydrates de carbone (sucres totaux) étaient les macronutriments les plus abondants (7,99 g/100 g de tomate fraîche). Ces proportions sont en accord avec la composition approximative des variétés de tomates espagnoles rapportée par Guil Guerrero et Reboloso-Fuentes (2009). Néanmoins, ces échantillons ont révélé des niveaux de lipides plus élevés mais une teneur en glucides et une valeur énergétique plus faibles que les échantillons portugais étudiés par Pinela *et al.* (2012).

Plusieurs études ont évalué les niveaux de caroténoïdes dans les tomates crues de différentes variétés, indiquant de fortes teneurs en cet élément (Khachik *et al.*, 1992 ; Hart et Scott, 1995). Les moyennes enregistrées par Erba *et al.* (2013) étaient de 4,26 mg pour 100 g

de tomate fraîche pour le lycopène et était de 0,56 mg pour 100 g de tomate fraîche pour le b-carotène.

Dans une étude d'évaluation de la valeur nutritionnelle de quatre variétés de tomate cultivées en Côte d'Ivoire, Dembélé *et al.* (2019) ont rapporté que la variété locale côtelette est la plus riche en lycopène (2,9 mg pour 100 g de tomate fraîche). Cette variété présente également le plus fort taux de calcium (31 mg pour 100 g de tomate fraîche) et de potassium (333 mg pour 100 g de tomate fraîche) et que la variété UC82 b représente la plus forte teneur de phosphore (23 mg pour 100 g de tomate fraîche).

Dans l'étude d'Erba *et al.* (2013), conformément aux données de Hernandez Suarez *et al.*, (2007) et Guil-Guerrero et Reboloso-Fuentes (2009), le potassium est le minéral le plus abondant chez la tomate avec une moyenne de 230,4 mg pour 100 g de tomate fraîche, suivi du phosphore 13,4 mg pour cent g de tomate fraîche.

1.2. Coriandre

La Coriandre est une plante annuelle aromatique elle compte parmi les légumes riches en caroténoïdes, des flavonoïdes et des vitamines (Marouche et Allouma, 2017).

Les feuilles fraîches de coriandre contiennent 87,9 % d'humidité, 3,3 % de protéines, 6,5 % de glucides, 1,7 % de cendres totales, 0,14 % de calcium, 0,06 % de phosphore (Nadeem *et al.*, 2013) et 0,95% de huiles grasses (Shahwar *et al.*, 2012). De leurs part, Bin Hameed *et al.* (2017) ont enregistré les moyennes de 85,09 % (humidité), 4,29 % (glucides), 3,06 % (protéines brutes), 4,50 % (cendres), 0,66 % (calcium), 1,62 % (potassium) et 0,20 % (sodium) au niveau des feuilles fraîches des variétés locales de coriandre.

Les feuilles vertes de coriandre contiennent jusqu'à 12 mg/100 g du bêta-carotène (Bhat *et al.*, 2017). Et d'après Kofidis *et al.* (2008), la teneur en chlorophylles au niveau des feuilles de coriandre fraîches est d'environ 2,28 mg/g de matière fraîche.

1.3. Petit pois

Le petit pois est une plante annuelle des fabaceae, il représente un légume dont les qualités nutritives, gustatives et culinaires sont très élevées ce qui a conduit à une extension rapide de sa culture dans les différentes régions du monde (Yakoubi, 2014).

De nombreux auteurs ont publié des résultats sur la composition nutritionnelle des graines de petit pois. Le taux d'humidité chez les graines de petit pois vert varie, selon Ganjloo *et al.* (2018), entre 15,21% à 75,15%. Savage et Deo (1989) ont résumé certain

travail et ont observé une large variation dans la composition des graines (de 15,6 à 32,5 % pour les protéines brutes, de 2,4 à 4,1 % pour les cendres, de 56,6 à 74% d'hydrates de carbone, de 0,8 à 6,1 % pour les lipides, de 0,03 à 0,14 % de calcium, de 0,72 % à 1.25% de potassium, de 29,5 à 150 mg/100 g de sodium et d'environ 0,7 mg/100 g de bêta-carotène).

L'étude menée par Harmankaya *et al.* (2010) a examiné les différences de teneur en protéines et en minéraux des grains de dix-neuf cultivars de pois (*Pisum sativum* L.). Les protéines et les minéraux analysés pour tous les génotypes de pois montrent que la teneur en protéines varie de 21,13 à 27,05 %, le potassium de 562,8 à 937,8 mg/ 100 g, le phosphore de 163,4 à 374,2 mg/100 g et le calcium de 45,91 à 157,40 mg/100 g.

1.4. Pois chiche

Le pois chiche est une légumineuse annuelle, autogame, herbacée (Ghalloum et Merabti, 2016) Ils sont une source de fibres, acides aminées, excellente source d'acide folique et potassium, bonne source de fer, magnésium, cuivre, zinc et phosphore (Fortin, 2008).

Selon Gürhan *et al.*(2009), la teneur en eau, au niveau des graines de pois chiche de type kabuli, varie entre 9,29 à 16,82 %. Au niveau des graines de pois chiche de type desi, la teneur en eau est comprise entre 8,378 et 18,254%. Le taux des cendres chez le pois chiche varie de 2,26 à 3,40% (Xu *et al.*, 2013).

La teneur totale en hydrates de carbone des graines de pois chiches crus varie de 55,70% à 68,37 % (Åman, 1979). Les différences de concentration en protéines brutes des types kabuli et desi sont de 21,7 % à 24,1 % dans les graines de kabuli contre 61,8 g à 57,6 % dans les graines de desi (Wang et Daun, 2004 ; Jukanti *et al.*, 2012).

La teneur en protéines des pois chiches varie considérablement en pourcentage de la masse totale de graines sèches, entre 16,8 % et 28,9 % (Badshah *et al.*, 2003). Les différences de concentration en protéines brutes des types kabuli et desi sont de 21,7 % à 24,1 % dans les graines de kabuli contre 21,5 g à 21,7 % dans les graines de desi (Rincón *et al.*, 1998). La teneur en protéines des graines de huit espèces sauvages annuelles du genre *Cicer*, varie de 16,8 % chez *Cicer cuneatum* à 26,8 % chez *Cicer pinnatifidum* avec une moyenne de 20,7 % sur les huit espèces sauvages (Ocampo *et al.*, 1998 ; Jukanti *et al.*, 2012).

La teneur totale en matière grasse des graines de pois chiches crus varie de 2,70 à 6,48% (Alajaji et El-Adawy, 2006). Shad *et al.* (2009) ont fait état de valeurs inférieures (~ 2,05 g 100 g) pour la teneur en matière grasse brute dans les variétés de pois chiches desi. Wood et Grusak (2007) ont fait état d'une teneur en matière grasse de 3,40-8,83 % et de 2,90-

7,42 % dans les graines de pois chiches de type kabuli et de type desi respectivement. En outre, des niveaux encore plus élevés (3,80-10,20 %) de teneur en matière grasse dans les pois chiches ont été signalés (Singh, 1985 ; Jukanti *et al.*, 2012).

Les graines de pois chiches brutes (100 g) fournissent en moyenne environ 160 mg /100 g de calcium (FAO, 2002). Il n'y a pas de différences significatives entre les géotypes kabuli et desi, sauf pour le calcium, les types desi ayant une teneur plus élevée que les types kabuli (Jukanti *et al.*, 2012). Wallace *et al.* (2016) ont enregistré des valeurs moyennes de 252 mg.100g⁻¹ de phosphore, 718 mg.100g⁻¹ de potassium et 24 mg.100g⁻¹ de sodium.

Les caroténoïdes importants présents dans le pois chiche comprennent β -carotène, lutéine, zéaxanthine, β -cryptoxanthine, lycopène et α -carotène. La concentration moyenne de caroténoïdes (à l'exception du lycopène) est plus élevée dans les entrées sauvages de pois chiches que dans les variétés cultivées ou les races primitives (Abbo *et al.*, 2005 ; Jukanti *et al.*, 2012).

1.5. Ail

L'ail (*Allium sativum* L.) est l'espèce du genre *Allium* la plus importante sur le plan économique et une culture légumière importante dans le monde entier (Brewster, 2008).

La matière sèche des bulbes d'ail varie de 31,67 % à 42,64% Diriba-Shiferawet *al.* (2014), des différences significatives étant observées non seulement entre les différentes régions mais aussi entre les géotypes d'une même région.

La valeur nutritionnelle des géotypes d'ail étudiés par Petropoulos *et al.* (2018) se situe dans la fourchette des valeurs suggérées par Brewster (2008) en ce qui concerne les protéines, les glucides et la teneur en matières grasses, et Haciseferogullari *et al.* (2005) pour la teneur en protéines brutes, en cendres et en humidité. Ces valeurs étaient comprises entre 57,36% et 67,73% pour l'humidité, entre 1,16% et 1,87% pour les cendres, entre 4,62% et 7,45% pour les protéines, entre 0,12% et 0,37% de huiles grasses et entre 23,13% et 36,03% d'hydrates de carbone. Les principaux minéraux présents dans les bulbes d'ail étaient le potassium (de 446 à 675mg. 100 g⁻¹ MF) et le calcium (de 163 à 963 mg. 100 g⁻¹ MF), tandis que le sodium était également détecté en quantités considérables (7 à 36 mg. 100 g⁻¹ MF).

Les résultats obtenus par Abayomi *et al.* (2018) ont indiqué que l'ail sur la base de la matière sèche contenait respectivement 4,55 mg/100g, 73,22 mg/100g et 15,33 mg/100g d'humidité, de glucides et de protéines brutes. La matière grasse brute était de 0,72 mg/100g tandis que les cendres étaient de 4,08 mg/100g. L'ail contenait 10,19 mg/100g, 26,30 mg/100g

et 10,19 mg/100g, de potassium, de calcium et de phosphore, respectivement. L'ail contenait 0,64 mg/100g de caroténoïdes.

D'après l'étude menée par Abiola *et al.* (2017), la composition approximative d'*Allium sativum* était la suivante : humidité (12,14 %), graisse brute (5,98 %), cendres (3,71 %), protéines brutes (15,82 %), glucides (58,25 %) et matière sèche (87,86 %). La composition minérale de l'*Allium sativum* était la suivante : sodium (38,67 mg/100g), calcium (270,72 mg/100g) et potassium (83,70 mg/100g). Sajid *et al.* (2014) ont constaté que l'ail contenait 54,65 mg/100 g de calcium, 19,83 mg/100 g de phosphore et 4,21 mg/100 g de sodium.

2. Etude de la qualité nutritionnelle des différents aliments après la congélation

2.1. Tomate

Les essais de culture de tomates donnent souvent lieu à un trop grand nombre d'échantillons à analyser lorsqu'ils sont frais. La technique la plus courante consiste à les sceller dans des conteneurs et à les conserver par congélation en vue d'une analyse ultérieure. A partir des travaux de Buret *et al.*(1983), il a été constaté que les tests de la teneur en matière sèche, du potassium, du pH, du glucose, du fructose, du saccharose, de l'azote total et de la vitamine C dans les tomates congelées ont indiqué que les niveaux de la plupart de ces constituants restaient relativement constants pendant la conservation à l'état congelé et étaient similaires aux valeurs trouvées dans le fruit avant la congélation. Rickman *et al.* (2007) ont constaté des pertes en caroténoïdes de 5 à 48 % après la congélation.

2.2. Coriandre

Les données sur la coriandre congelée sont très rares car ce mode de conservation n'est envisagé, pour cette espèce, dans d'autres pays.

L'équipe de Kaur *et al.* (2018) qui ont menés un travail sur la coriandre en visant à évaluer l'effet de congélation sur les paramètres de qualité de purée de coriandre ont montré dans leurs résultats que la teneur en humidité a été considérablement affectée après la congélation. La teneur en humidité rapportés sur la coriandre fraîche est égale à 83.29% mais après la congélation la teneur en humidité de purée de coriandre est égale 80.57%. ce qui montre que ce mode de stockage avait entraîné une légère diminution dans la teneur en humidité de la purée de coriandre.

L'intensité de la couleur des légumes et fruits verts dépend de la teneur en chlorophylle. Selon Kaur *et al.* (2018), la teneur en chlorophylle augmente avec la

congélation dans leur étude. Les valeurs en teneur en chlorophylle les plus basses ont été enregistrées pour les échantillons témoins (purée de coriandre fraîche).

2.3. Petit pois

Le pois, qui est un légume vert typique, a été le premier légume à être disponible sous forme congelée dans les années 1950 et le premier à voir sa consommation, sous une forme "fraîche", détachée de sa saisonnalité (Green et Foster, 2005). La popularité des pois de jardin frais a nettement diminué dans les pays développés, principalement en raison des frais de récolte et de la disponibilité des pois congelés tout au long de l'année (Deshpande et Adsule, 1998).

Les pois congelés occupent la troisième place, derrière les produits transformés à base de pommes de terre et le maïs, en termes d'importance parmi les légumes congelés et ont pratiquement remplacé les pois frais dans le régime alimentaire américain (Nleya, 2011).

Les recherches menées par Nleya (2011) ont révélé que les consommateurs préféraient les pois verts à l'état congelé car ils étaient beaucoup plus pratiques en termes de rapidité et de facilité de préparation. Les participants à l'étude ont également déclaré que les pois congelés étaient probablement plus "frais" que les pois frais car ils sont congelés directement après la cueillette, avant que les pois frais puissent arriver dans les magasins. Aussi, les analyses physico-chimiques révèlent que les petits pois congelés maintiennent leur composition nutritionnelle stable.

Polo *et al.* (1992) qui ont étudié l'effet de la congélation sur la teneur en minéraux chez certains légumes dont les graines de petit pois vert. Ils ont constaté qu'après congélation, la teneur en calcium a passé de 35,9 mg/100 g, au niveau des graines fraîches, à 52,7 mg/100 g au niveau des graines congelées de petit pois vert.

Rickman *et al.* (2007) ont enregistré une diminution des niveaux des alpha et bêta-carotène et des caroténoïdes en général après la congélation des graines de petit pois.

2.4. Pois chiche

Aucun résultat n'a été trouvé pour les pois chiches congelé car ce mode de conservation par congélation n'est pas envisageable pour cette espèce. Les pois chiches se conserve à l'état sec dans des endroits secs et à l'obscurité. En industrie agroalimentaire, les pois chiches sont soit bouillis ou imbibés et traités puis sont conservés.

2.5. Ail

Les travaux de Li *et al.* (2014) qui avaient comme objectif d'étudier la qualité nutritionnelle de l'ail congelé et frais soumis à un traitement thermique ont montré que la teneur en sucre réducteur de l'ail congelé pendant 30 heures était plus élevée que celui du témoin (échantillons frais). La teneur en sucre réducteur des échantillons prétraités par congélation a enregistré la valeur la plus élevée de 78,859 %. Cependant, en même temps, la concentration de sucre réducteur des échantillons non traités était de 47,581 %.

Cela peut être expliqué par la décomposition de fructose en un monosaccharide, ce qui augmente le Contenu de sucre réducteur.

3. Discussion

Notre travail sur les denrées alimentaires d'origine végétale consiste à suivre l'évolution de la qualité nutritionnelle de ces derniers, avant et après leur conservation par mode de congélation. Cinq légumes largement consommés ont été étudiés : la tomate, la coriandre, le petit pois, le pois chiche et l'ail.

La comparaison entre les valeurs nutritionnelles des légumes à l'état fraîche montre clairement une variation de la composition d'un légume à l'autre. Le petit pois contient les valeurs les plus importantes en cendres, en sucres, protéines, huiles grasses, phosphore et potassium. Le pois chiche proche, sur le plan nutritionnel du petit pois est aussi riche en sucres, protéines, huiles grasses et phosphore sauf qu'il contient le taux le plus faible en humidité, et par conséquent, il est le plus riche en matière sèche. Ces deux légumes peuvent se considérer comme des aliments énergétiques du fait de contenir les éléments nécessaires en quantité suffisante. La tomate est très riche en eau et en lycopène qui lui fournit sa belle couleur rouge mais elle contient les taux les plus faibles en sucres, protéines, lipides, phosphore et potassium. La coriandre, comme le petit pois, est riche en chlorophylle qui donne la coloration verte, en plus il contient des quantités importantes en minéraux particulièrement en sodium et en potassium et en carotènes. L'ail qui contient le pourcentage en matière organique le plus élevé contre un taux de cendre le plus faible, contient les valeurs les plus importantes en calcium.

Ces composés alimentaires sont très importants pour l'apport énergétique, la croissance et la survie des êtres humains. Une alimentation équilibrée permet à l'Homme d'avoir une bonne santé. Les protéines sont un élément essentiel de l'alimentation nécessaire à la survie des animaux et des humains, elles servent de source d'azote dans le système corporel

avec les acides aminés. Une bonne peau, une augmentation de la croissance et la capacité à remplacer les cellules usées sont la qualité des protéines dans le corps (Okolo *et al.*, 2012). Une teneur élevée en cendres est une indication d'une teneur élevée en minéraux inorganiques (Oloyede, 2005). La teneur élevée en glucides est souhaitable sur le plan nutritionnel, car sa carence peut entraîner l'épuisement des tissus de l'organisme (Abiola *et al.*, 2017). Le calcium aide à la construction des os et à la contraction des muscles et, dans certains processus métaboliques (Ozcan, 2004). Le potassium est l'un des principaux minéraux du sang appelé électrolyte, il est important pour les fonctions cellulaires et électriques, une concentration élevée de potassium aide à prévenir l'hypertension, et avec le sodium, il régule le corps (Oloyede, 2005). Le sodium est important pour maintenir un équilibre de pression entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule, un apport élevé en sodium peut entraîner une hypertension artérielle qui peut augmenter le risque de crise cardiaque ou d'accident vasculaire cérébral (Umoh *et al.*, 2014).

Dans l'ensemble, les légumes étudiés ont montré une grande diversité dans leurs caractéristiques de qualité et leurs valeurs nutritionnelles, non seulement entre les génotypes de différentes régions de culture, mais aussi entre les génotypes d'une même région. Ce fait indique qu'en dehors du génotype, les conditions de culture et les pratiques culturelles peuvent avoir un effet important sur la composition chimique et la valeur nutritionnelle et, par conséquent, sur la qualité des produits finals (Petropoulos *et al.*, 2018).

Il est évident que la composition chimique de la plante varie, au sein d'une même espèce, avec la variété et que des variétés anciennes, d'un format plus petit et à croissance plus lente, peuvent être plus riches en certains micro-constituants. Il n'est pas surprenant qu'une croissance plus forte et plus rapide, assurée par la fertilisation et/ou l'irrigation, puisse provoquer un "effet dilution" des constituants mineurs dans la matière sèche mais la baisse de certaines teneurs n'est en moyenne que de 10 à 25 % (Guéguen, 2016).

Les conditions agronomiques influent largement sur les teneurs en minéraux : une fois de plus, la variété et le stade de maturation apparaissent comme les facteurs les plus importants, bien que dans une moindre mesure que pour les caroténoïdes (Erba *et al.*, 2013).

Les transformateurs de légumes conditionnent des légumes congelés pour différents marchés, notamment les magasins de détail, les restaurants et les établissements institutionnels tels que les prisons, les écoles et les hôpitaux (Glaser et Thompson, 1999). De nombreuses entreprises disposent de programmes de contrôle de la qualité qui utilisent des

méthodes d'analyse chimiques et instrumentales pour assurer et maintenir la qualité des produits (Munoz, 2002). La conservation des aliments vise à préserver leur comestibilité et leur propriété gustative et nutritive. Elle implique notamment d'empêcher la croissance de microorganismes et de retarder l'oxydation des graisses qui provoque le rancissement (Darinmou, 2000).

Le pouvoir de la congélation à conserver les aliments résulte globalement de la baisse de l'activité de l'eau du fait du changement de phase eau-glace. L'abaissement de la température a également pour effet de ralentir les cinétiques des réactions de dégradation et de limiter voire de stopper le développement des microorganismes (Belaidi et Dokari, 2018).

Cependant, certaines caractéristiques organoleptiques telles que le goût, la texture, et la valeur nutritive des aliments sont parfois affectées par la congélation. L'ampleur de ces dégradations dépend entre autres de la qualité initiale des produits mais aussi de contrôle du procédé de congélation et des étapes de stockages et de décongélation. Ces dégradations sont principalement liées à des phénomènes physiques induits par la cristallisation de l'eau et par les phénomènes de diffusion associés. Les réactions chimiques et biochimiques de dégradation peuvent être soit induites par ce phénomène de cristallisation soit simplement ralenties par la basse température (Belaidi et Dokari, 2018).

Idéalement, les produits décongelés devraient être comparables aux produits frais, compte tenu de la perte de qualité réduite par rapport à d'autres transformations (Nesvadba, 2008). Toutefois, les fruits et légumes à structure fragile et à forte teneur en humidité peuvent subir des dommages structurels lors de la congélation et de la décongélation. La perte d'humidité est une autre perte de qualité importante pour les fruits et légumes congelés pendant le stockage. Cependant, pour les produits qui doivent être cuits, les consommateurs pourraient accorder plus d'attention au niveau nutritionnel qu'à l'apparence et à la texture. Bouzari *et al.* (2015) ont étudié l'impact du stockage réfrigéré et congelé sur la rétention minérale, fibreuse et phénolique totale dans deux fruits et six légumes et ont découvert qu'il n'y avait pas de différence significative entre la majorité des produits frais (réfrigérés pendant 10 jours) et congelés (blanchis, congelés et stockés pendant 90 jours) pour tous les attributs intéressés. Les résultats ont indiqué que le traitement et le stockage par congélation pourraient être une méthode alternative pour la pratique inculinaire de la consommation fraîche ou la consommation à domicile (Bouzari *et al.*, 2015).

Il a été établi par diverses recherches que les aliments à faible teneur en humidité (en particulier ceux à moins de 10 %) ont une durée de conservation plus longue avec une détérioration limitée de la qualité due aux activités microbiennes, mais que ceux dont la teneur en humidité est supérieure à 10 % ne peuvent pas être stockés pendant une longue période (Nwinuka *et al.*, 2005).

Conclusion

Conclusion

Les légumes et les fruits sont des aliments indispensables au bon fonctionnement de notre corps, ils ont aussi l'avantage de couper la sensation de faim sans surcharger le corps de calories inutiles. Leur consommation régulière est donc vivement conseillée.

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées dans plusieurs études permettent de dire que les aliments étudiés constituent des sources importantes en protéines, sucres et lipides et représentent une source bien équilibrée en éléments minéraux. La diversité existante en matière de qualité nutritionnelle est d'une grande importance pour l'amélioration et la valorisation des légumes en tant que produits alimentaires à haute valeur ajoutée.

Notre étude porte – d'une part- sur la comparaison des caractéristiques nutritionnelle des légumes et fruits à l'état frais puis congelée dans une durée moyenne, et d'autre part, à la détermination de l'influence de la congélation sur le comportement de micronutriment et de macronutriment.

La congélation a pour but d'augmenter la durée de conservation d'un aliment tout en gardant à la fois son aspect, sa texture, sa saveur et ses qualités nutritionnelles. La méthode consiste à refroidir un aliment jusqu'à -18 °C afin que l'eau contenue dans le produit se transforme en glace. Elle permet la conservation des aliments par l'arrêt de l'activité des microbes, la réduction de la vitesse d'apparition des réactions chimiques et biologiques et la diminution de l'évaporation de l'eau des aliments.

En gros, on peut se rassurer que la congélation des aliments présente des avantages et ce pour réduction le temps et des efforts nécessaires pour préparer les repas, car les aliments congelés sont prêts à l'emploi et à la cuisson. Et contribuer à l'approvisionnement alimentaire tout au long de l'année.

La quasi-totalité des ingrédients peut être congelée, et ainsi être conservée plus longtemps. Dans un congélateur, la température doit être située entre -18 et -24°C. Les aliments sont alors refroidis puis finalement congelés, ralentissant le processus de dégradation.

Pour avoir un produit congelé de qualité, l'idéal est de congeler des produits très frais pour en conserver les vitamines, être rapide car plus vite conserver ses aliments, mieux c'est. Il est préférable de congeler des fruits et légumes non traités, à pleine maturité, sains, bien lavés et/ou blanchit.

La durée de conservation des aliments congelés varie d'un aliment à l'autre. La tomate ne peut se conserver dans le congélateur plus 2 au 3 mois, cependant, la coriandre peut atteindre 8 mois de congélation si la température est maintenue à -18°C et -25°C ce qui est idéal pour conserver cet aliment. Par ailleurs, le petit pois peut être conservé au congélateur pendant 8 à 10 mois. Et pour le pois chiche se conserve pendant 12 mois à une température de -18°C . Enfin pour l'ail on pourra la conserver 6 mois au congélateur.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Abayomi Y., Fagbuaro S.S., Fajemilehin, S.O.K., 2018. Chemical composition, phytochemical and mineral profile of garlic (*Allium sativum*). *Journal of Bioscience and Biotechnology Discovery*, 3(5):105-109.
- Abbo S., Molina C., Jungmann R., Grusak M.A., Berkovitch Z., Reifen, R., Kahl G., Winter P., Reifen R., 2005. Quantitative trait loci governing carotenoid concentration and weight in seeds of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Theor. Appl. Genet.*, 111: 185-195.
- Abiola T.T., Amoo I.A., Ayoade G.W., 2017. Evaluation of Nutritional Composition and Antioxidants Properties of Onion (*Allium Cepa*) and Garlic (*Allium Sativum*). *The International Journal Of Science & Technoledge*, 5 (10): 1 – 6.
- AFNOR, 1988. Corps gras, graine oléagineuse, produit dérivés, recueil de norme française. Ed. Lavoisier, Paris. 536 p.
- Alajaji S.A., El-Adawy T.A., 2006. Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods. *J. Food Composition and Analysis*, 19: 806-812.
- Áman P., 1979. Carbohydrates in raw and germinated seeds from mung bean and chickpea. *J Sci. Food. Agri.*, 30, 869-875.
- AOAC, 1990. Official methods of analysis. 15th Edition Kenneth Helrich. Virginia, USA. D.C. 771 p.
- AouadiH., KhelilH., 2015. Etude comparative de la qualité bactériologique des viandes bovines fraîches et congelée. Mémoire de master, université 8 MAI 1945 Guelma. Pp:10.
- Argüello J.A., Ledesma A., Núñez S.B., Rodríguez C.H., DíazGoldfarb M.D.C., 2006. Vermicompost effects on bulbing dynamics, nonstructural carbohydrate content, yield, and quality of “Rosado Paraguay” garlic bulbs. *Hort. Science*, 41: 589–592.
- Audigie C., Dupont J., Zonszain F., 1995. Principes des méthodes d'analyse biochimique Tome 1 (2^{ème} édition). Ed. Doin, Paris, France. 220 p.
- Audigie C.I., 1977. Biochimie métabolique. Ed. Doin, Paris, France. 135 p.
- BacarElia et MeskineH., 2014. Contribution à l'étude de l'activité antibactérienne de l'ail. Mémoire master. Université 8 mai 1945, Gualma.

- Badshah A., Khan M., Bibi N., Khan M., Ali S., Ashraf Chaudry M., Saeed Khattak M., 2003. Quality studies of newly evolved chickpea cultivars. *Advances in Food Sciences* 25: 95-99.
- Barros L., Cabrita L., Boos M.V., Carvalho A.M., Ferreira I.C.F.R., 2011. Chemical, biochemical and electrochemical assays to evaluate phytochemical and antioxidant activity of wild plant. *Food chemistry*, 127 (4): 1600 – 1608.
- Belaidi S., Dokari A., 2018. Cinétique de conservation (congélation) des tomates et suivi de la stabilité des caroténoïdes. Mémoire de master, université Akli Mohans Oulhadj, Bouira.
- Benchohra S., Lermel W., 2016. Étude du comportement de quelques variétés de pois chiche originaires de l'ICARDA dans la condition agro climatiques de la région de Guelma. Mémoire master, université 8 Mai 1945 Guelma.
- Bhat S., Kaushal P., Kaur M., Sharma H.K., 2014. Coriander (*Coriandrum sativum* L.): Processing, nutritional and functional aspects. *African Journal of Plant Science*, 8(1), 25–33.
- Bimbenet J.J., Duquenoy A., Trystram G., 2002. Génie des Procédés Alimentaires : Des Bases aux Applications. Ed. Dunod, Paris.
- Bin Hameed O., Shafi F., Jan N., 2017. Studies on nutritional composition of coriander leaves by using sun and cabinet drying methods. *International Journal of Chemical Studies*, 5(6): 12-14.
- Bitouche A., 2015, Etude de l'effet biocide des trois extraits végétaux la coriandre, le persil et le céleri vis-à-vis du puceron noir de la fève. Mémoire de master en sciences agronomiques. Université mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou.
- Bouzari A., Holstege D., Barrett, D.M., 2015. Mineral, fiber, and total phenolic retention in eight fruits and vegetables: A comparison of refrigerated and frozen storage. *Journal of agricultural and food chemistry*, 63(3), 951-956.
- Brewster J.L. 2008. Onions and other vegetable Alliums. 2nd ed.; CABI: Wallingford, UK.
- Buret M., Gormley R., Roucoux P., 1983. Analysis of tomato fruit: Effect of frozen storage on compositional values—an inter-laboratory study. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 34(7): 755–760.

- CRRAS, 1988. Méthodes d'analyse des sols, plante et eau : Détermination du phosphore assimilable dans l'extrait HCL-NH₄F (Méthode de BRAY II). Ed. Centre Régional de la Recherche Agronomique de Sotuba. 56 p.
- Darinmou, 2000. Conseil pour le consommateur. Laboratoire Darinmoub. Site [darinmoub.com/conseil/ PDF](http://darinmoub.com/conseil/PDF).
- Dembélé S., Koffi N.E., Cissé I., Adima A.A., Yao K., Louise A.A.A., 2019. Valeur nutritionnelle et capacité antioxydante de quatre variétés de tomate (*Lycopersicon esculentum* mill) cultivées en Côte d'Ivoire. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 26 (4): 915-925.
- Deshpande S.S., Adsule R.N., 1998. Garden pea, in Handbook in Vegetable Science and Technology: Production, Composition, Processing and Storage, ed. by Salunkhe DK and Sadam SS. Marcel Dekker, New York. Pp: 433–456.
- Diriba-Shiferaw G., Nigussie-Dechassa R., Woldetsadik K., Tabor G., Sharma J.J., 2014. Bulb quality of Garlic (*Allium sativum* L.) as influenced by the application of inorganic fertilizers. *African J. Agric. Res.*, 9: 778–790.
- Drici K., Laidi H., 2013. Caractérisation morphologique, phonologique et agronomique de quelques lignées de petit pois. Mémoire d'ingénieur d'état en Agronomie université Ibn Khaldoun Tiaret.
- Emilie F., 2009. Connaissance des aliments. Bases alimentaire et notionnelles de la diététique. 2^{ème} édition Lavoisier.
- Erba D., Casiraghi M.C., Ribas-Agustí A., Caceres R., Marfa O., Castellari M., 2013. Nutritional value of tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) grown in greenhouse by different agronomic techniques. *Journal of Food Composition and Analysis*, 31 : 245-251.
- Fales F.W., 1951. The Assimilation and Degradation of Carbohydrates of Yeast Cells. *J BiolChem*, 193 : 113-124.
- FAO (2002) Human vitamin and mineral requirement. Report of a joint FAO/WHO expert consultation, Bangkok, Thailand. <http://www.fao.org/DOCREP/004/Y2809E/y2809e00.html>.
- Fortin C., 2008. La mini-encyclopédie des aliments a été conçue et créée par QA International. Ed. Québec Inc. Pp : 135.

- Fortin J., 2013. Tout sur les légumes. Ed. Québec, Canada. Pp: 197.
- Ganjloo A., Bimakr M., Zarringhalami S., Jalili Safaryan M., Ghorbani M., 2018. Moisture-dependent physical properties of green peas (*Pisum sativum* L.). *International Food Research Journal*, 25(3): 1246-1252.
- Ghalloum A., Merabti S., 2016. L'effet de la salinité sur la germination et la croissance de quatre variétés de pois chiche. Mémoire de master, université 8 mai 1945 Guelma.
- Glaser L.K., Thompson G.D., 1999. Demand for organic and commercial frozen vegetables. Presented at the American Agricultural Economics Association Annual meeting, August 8-11, Nashville, Tennessee.
- Green K., Foster C., 2005. Give peas a chance: Transformations in food consumption and production systems. *Technological Forecasting & Social Change*, 72, 663–679.
- Guéguen L., 2016. La valeur nutritionnelle des aliments a-t-elle diminué depuis 60 ans ? Ed. Académie d'agriculture de France. 5p.
- Guil-Guerrero J.L., Reboloso-Fuentes M.M., 2009. Nutrient composition and antioxidant activity of eight tomato (*Lycopersicon esculentum*) varieties. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22: 123–129.
- Gürhan R., Özarslan C., Topuz N., Akbaş T., Şimşek E., 2009. Effects of Moisture Content on Physical Properties of Black Kabuli Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Seed. *Asian Journal of Chemistry*, 21(4):3270-3278.
- Hacıseferogulları H., Özcan M., Demir F., Çalısır S., 2005. Some nutritional and technological properties of garlic (*Allium sativum* L.). *J. Food Eng.*, 68: 463–469.
- Harmanakaya M., Özcan M.M., Karadas S., Ceyhan E., 2010. Protein and mineral contents of pea (*Pisum sativum* L.) genotypes grown in central Anatolian region of Turkey. *South Western Journal of Horticulture. Biology and Environment*, 1 (2): 159 – 165.
- Hart D.J., Scott K.J., 1995. Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in food, and the measurement of the carotenoids content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK. *Food Chemistry*, 54: 101–111.
- Hernandez Suarez M., Rodriguez Rodriguez E.M., Diaz Romero G., 2007. Mineral and trace element concentrations in cultivars of tomatoes. *Food Chemistry* 104: 489–499.

- Jukanti A.K., Gaur P.M., Gowda C.L.L., Chibbar R.N., 2012. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *British Journal of Nutrition*, 108(S1): S11–S26.
- Kaur G., Kaur P., Kaur A., 2018. Physico-chemical properties, bioactive compounds and color parameters of coriander puree: effect of pretreatments and freezing. 14(1) :17 – 28
- Khachik F., Goli M.B., Beecher G.R., Holden J., Lusby W.R., Tenorio M.D., Barrera M.R., 1992. Effect of food preparation on qualitative and quantitative distribution of major carotenoids constituents of tomatoes and several green vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40: 390–398.
- Kofidis G., Giannakoula A., Ilias I.F., 2008. Growth, anatomy and Chlorophyll fluorescence of coriander plants (*Coriandrum sativum* L.) treated with prohexadione-calcium and daminozide. *Acta biologica Cracoviensia. Series botanica*, 50(2): 55 – 62.
- Li N.Y., Lu X., Pei., Qiao X.G., 2014. Effect of freezing pretreatment on the processing time and quality of black garlic. *Journal of Food Process Engineering*: 1745-4530.
- Linden G., 1991. Techniques d'analyses et contrôles dans l'industrie agro-alimentaire. Ed. Tec & Doc, Paris, France. 510 p.
- Linden G., Lorient D., 1994. Biochimie agro-industrielle : valorisation alimentaire et la production agricole. Ed. Masson, Paris, France. 360 p.
- Lowry O.H., Rosenbrough N.J., Farr A.L., Randall R.J., 1951. Protein measurement with The Folin Phenol Reagent. *The Journal of Biological Chemistry*, 193 : 265-275
- Mafart P., 1991. Génie industriel alimentaire tome 1. les procédés physiques de consommation. Edition Lavoisier. Page 60-72.
- Marouche F., Allouma B., 2017. Activité antimicrobienne des extraits de coriandre soumise à un stress salin, Mémoire de master, université Blida-1-.
- Munoz A.M., 2002. Sensory evaluation in quality control: an overview, new developments and future opportunities. *Food Quality and Preference*, 13: 329-339.
- Murielle M., 2009. Nutrition humaine et sécurité alimentaire. Edition Lavoisier.
- Nadeem M., Muhammad Anjum F., Issa Khan M., Tehseen S., El-Ghorab A., Iqbal Sultan J., 2013. Nutritional and medicinal aspects of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *British Food Journal*, 115(5): 743–755.

- Nesvadba P., 2008. Thermal properties and ice crystal development in frozen food. In: J. A. Evans. *Frozen Food Science and Technology* (pp 1-25). Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd.
- Nleya K.M., 2011. Relating physico-chemical properties of frozen green peas (*Pisum sativum* L.) with sensory quality. Ed. Faculty of Natural and Agricultural Sciences, University of Pretoria, South Africa. 94 p.
- Nwinuka N.M, Ibeh G.O., Ekeke G.I., 2005. Proximate Composition and Levels of some Toxicants in Four Commonly Consumed Spices. *J. Appl. Sci. Environ. Mgt.*, 9(1): 150 – 155.
- Oboulbiga E.B., Parkouda C., Sawadogo-Lingani H., Compaoré E.W.R., Sakira A.E.K., Traoré A.S., 2017. Nutritional Composition, Physical Characteristics and Sanitary Quality of the Tomato Variety Mongol F1 from Burkina Faso. *Food and Nutrition Sciences*, 8 : 444-455.
- Ocampo B., Robertson L.D., Singh K.B., 1998. Variation in seed protein content in the annual wild Cicer species. *J. Sci. Food. Agric.*, 78: 220-224.
- Okolo F.A., Ocheja J.O., Lalabe B.C., Ejiga P.A., 2012. Digestability, Performance and bio-economics of growing west African dwarf goats fed diets containing graded level of cashew nut shell. *Int. J. Agric. Rur. Dev.*, 15(2): 1000-1007.
- Oloyede O.I., 2005. Chemical Profile of Unripe Pulp of *Carica Papaya*. *Pak. J. Nutr.*, 4(6): 379-381.
- Ouici S., 2013. Etat nutritionnel, alimentation et rapport calcique chez une population des étudiants adultes. Mémoired'ingénieur en Nutrition et technologie Agro-alimentaires.
- Ozcan M., 2004. Mineral contents of some plants used as condiments in Turkey. *Food Chem.*, 84(3): 437-440.
- Peter AbahIdah, John Jiya Musa et Mohammed Abdullahi; 2010. Effects of Storage Period on Some Nutritional Properties of Orange and Tomato. *AU J.T.* 13(3): 181-185
- Petropoulos S.A., Fernandes A., Ntatsi G., Petrotos K., Barros L., Ferreira I.C.F.R., 2018. Nutritional Value, Chemical Characterization and Bulb Morphology of Greek Garlic Landraces. *Molecules*, 23, 319. 14 p.

- Pinela J., Barros L., Carvalho A. M., Ferreira I. C. F. R., 2012. Nutritional composition and antioxidant activity of four tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) farmer' varieties in Northeastern Portugal homegardens. *Food and Chemical Toxicology*, 50(3-4), 829–834.
- Pinta M., 1971. Spectrophotométrie d'absorption atomique : application à l'analyse chimique, tome 1, Ed. Masson et C. Orstom, Paris, France. 855p.
- Polo M. V., Lagarda M. J., Farré R., 1992. The effect of freezing on mineral element content of vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, 5(1): 77–83.
- Rickman J. C., Bruhn C. M., Barrett D.M., 2007. Nutritional comparison of fresh, frozen, and canned fruits and vegetables II. Vitamin A and carotenoids, vitamin E, minerals and fiber. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87(7): 1185–1196.
- Rincón F., Martínez B., Ibáñez M.V., 1998. Proximate composition and antinutritive substances in chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by the biotype factor. *J. Sci. Food. Agric.*, 78: 382-388.
- Sajid M., Butt M.S., Shehzad A., Tanweer S., 2014. Chemical and mineral analysis of garlic: a golden herb. *Pak. J. Food Sci.*, 24(2): 108-110.
- Savage G.P., Deo S., 1989. The Nutritional Value of Peas (*Pisum sativum*). A Literature Review. *Nutrition abstracts and reviews*, 59 (2): 65 – 88.
- Sell Y., Benezra C., Guerin B., 2002. Plantes et réactions cutanées. Ed. John Libbey, London. Pp : 58.
- Shad M.A., Pervez H., Zafar Z.I., Zia-Ul-Haq M., Nawaz H., 2009. Evaluation of biochemical composition and physicochemical parameters of oil from seeds of desi chickpea varieties cultivated in arid zone of Pakistan. *Pak. J. Bot.*, 41: 655-662.
- Shahwar M.K., El-Ghorab A.H., Anjum, F.M., Butt M.S., Hussain S., NadeemM., 2012. Characterization of Coriander (*Coriandrum sativum*L.) Seeds and Leaves: Volatile and Non-Volatile Extracts. *International Journal of Food Properties*, 15(4): 736–747.
- Singh U., 1985. Nutritional quality of chickpea (*Cicer arietinum* L.): current status and future research needs. *Plant Foods Hum. Nutr.*,35: 339-351.
- Source1 : <https://www.google.com/amp/s/www.santepublique.fr/pourquoi-bien-manger-est-important/amp>, consulté le 04juillet2020.

- Umoh U.U, Dan S.F and Etim I.N., 2014. Mineral Iron Content of Commelinabenghalensis, Paspalum vaginatum, Ipomoea pes-caprae and Philoxerusvermiculeris found along Ibeno Coastline, Nigeria. *J. of Academia and Industrial Research*. 3(4): 198-201.
- USDA, (2015). Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory. Ed. United State Department of Agriculture. National Nutrient Database for Standard Reference. from: <http://www.ars.usda.gov/nea/bhnrc/ndl>
- Vizireanu C., Dima F.,Garnai M., 2013. Étude comparative sur la conservation des éléments nutritionnels de pois pendant le stockage et le traitement culinaire. Caractérisation nutritionnel, Scientific Study & Research Chemistry & Chemical Engineering, *Biotechnology, Food Industry*, 14 (1):17 – 28
- Wallace T.C., Murray R., Zelman K.M., 2016. The Nutritional Value and Health Benefits of Chickpeas and Hummus. *Nutrients*, 8, 766: 10 p.
- Wang N., Daun J.K., 2004. The Chemical Composition and Nutritive Value of Canadian Pulses. *Canadian Grain Commission Report*: 19-29.
- Wood J.A., Grusak M.A., 2007. Nutritional value of chickpea. In Chickpea breeding and management. Pp: 101-142 (S.S., Yadav, R., Redden, W., Chen and B., Sharma, editors]. Wallingford, UK: CAB International.
- Xing Q., Dekker S., Kyriakopoulou K., Boom R.M., Smid E.J., Schutyser M.A.I., 2020. Enhanced nutritional value of chickpea protein concentrate by dry separation and solid-state fermentation. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 59, 102269. 10 p.
- Xu Y., Thomas M., Bhardwaj H.L., 2013. Chemical composition, functional properties and microstructural characteristics of three kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by different cooking methods. *International Journal of Food Science & Technology*, 49(4), 1215–1223.
- Yakoubi M., 2014. Mémoire de magister, Université d'Oran, Pp : 3

Résumé

Des modes de vie plus sains basés sur une consommation accrue de fruits et légumes sont de plus en plus populaires et les consommateurs recherchent de la variété et surtout de la fraîcheur dans ces aliments. Cependant, la plupart des légumes sont saisonniers et ne sont disponible sur les marchés que pendant une durée courte. D'autre en plus font l'objet d'une transformation agroalimentaire. De ce fait, on a recours à la conservation par congélation de ces aliments.

Le but de ce travail est donc d'étudier l'effet de la congélation et de vérifier si cette dernière affecte la qualité nutritionnelle des aliments en particulier les aliments qui sont les plus habituellement utilisés en Algérie.

La congélation est l'une des méthodes de conservation et les plus largement utilisées, qui permet de préserver le goût, la texture et la valeur nutritionnelle des fruits et légumes mieux que toute autre méthode. La congélation est généralement considérée comme une bonne méthode de conservation.

L'objectifs : Tomate, coriandre, petit pois, pois chiche, ail, valeur nutritionnelle, légumes frais, légumes congelés.

Abstract

Healthier lifestyles based on the accumulated consumption of fruits and vegetables are increasingly popular and consumers are looking for variety and especially freshness in these foods. However, most vegetables are seasonal and are available in markets for a short time. Others in addition, are subject to agro-food industry. Therefore, we have recourse to the preservation by freezing of these foods.

The aim of this work is therefore to study the effect of freezing and to verify whether the latter affects the nutritional quality of foods, in particular foods that are most commonly used in Algeria.

Freezing is one of the most widely used preservation methods, which preserves the taste, texture and nutritional value of fruits and vegetables better than any other method. Freezing is considered to be a good way of storage.

Keywords: Tomato, coriander, peas, chickpeas, garlic, nutritional value, fresh vegetables, frozen vegetables.

الملخص

أصبحت أنماط الحياة الصحية القائمة على زيادة استهلاك الفواكه والخضروات شائعة بشكل متزايد ويبحث المستهلكون عن التنوع وخاصة النضارة في هذه الأطعمة. ومع ذلك، فإن معظم الخضروات موسمية ولا تتوفر إلا في الأسواق لفترة قصيرة. آخرون بالإضافة إلى ذلك يخضعون لتجهيز الأغذية الزراعية. لذلك نلجأ إلى تجميد حفظ هذه الأطعمة.

الهدف من هذا العمل هو دراسة تأثير التجميد والتحقق مما إذا كان الأخير يؤثر على الجودة الغذائية للأطعمة، ولا سيما الأطعمة الأكثر استخدامًا في الجزائر.

يعتبر التجميد من أكثر طرق الحفظ استخدامًا، حيث يحافظ على المذاق والملمس والقيمة الغذائية للفاكهة والخضروات بشكل أفضل من أي طريقة أخرى. يعتبر التجميد بشكل عام طريقة جيدة للحفظ.

الاهداف الرئيسية: طماطم، كزبرة، بازلاء، حمص، ثوم، قيمة غذائية، خضروات طازجة، خضروات مجمدة.