

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



## Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master II

**Domaine:** Science de la Nature et de la Vie

**Filière :** Sciences Biologiques

**Spécialité/Option:** Biologie moléculaire et cellulaire ; Biologie moléculaire des procaryotes

**Département:** Biologie

---

### Thème

## Caractérisation de la fraction hydrosoluble d'une légumineuse (*Cicer arietinum*)

---

Présenté par : BOUABID Zeyd

MESTARI Abderrahmane

SAFAR Nesreddine

Devant la commission composée de :

|           |               |
|-----------|---------------|
| Président | DRIF F        |
| Examineur | ATHAMNIA M    |
| Encadreur | AYED H        |
| Membre    | BENBELKACEM S |
| Membre    | TORCHE A      |
| Membre    | MAIRIF S      |

Juin 2017



# Remerciements

*La rédaction de ce mémoire nous donne l'occasion de remercier toutes les personnes qui ont participé et contribué au bon déroulement de ce mémoire.*

*Nous tenons à exprimer, en premier lieu, nos plus vifs remerciements à monsieur Djamel eddine Bennouareth Doyen de la faculté des sciences de la vie et de la terre pour son soutien et son dévouement envers ces étudiants.*

*Nous tenons à remercier vivement Dr Ayed pour avoir accepté de diriger le projet de fin d'étude pour son encadrement et pour avoir mis à notre disposition les moyens expérimentaux nécessaire au bon déroulement de ce projet mais aussi et surtout pour ses qualités humaines et scientifiques toujours en toute modestie, sa passion et sa confiance qu'il a bien voulu nous accorder tout au long de ce travail.*

*Nous tenons aussi à exprimer notre profonde gratitude au technicienne du labo spécialement Ghaniya et Ratiba pour leurs assistance tout au long du notre travail.*



# Sommaire

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction générale..... 1

## Chapitre I. Légumineuses et Pois chiche

I.1. Généralités sur les légumineuses ..... 3

I.2. Structure des graines de légumineuses ..... 3

I.3. Les protéines des légumineuses..... 4

I.3.1 Systématique botanique ..... 6

I.3.2 Pois chiche (*Cicer arietinum*)..... 6

I.3.2.1 Historique et origine ..... 6

I.3.2.2 Description ..... 9

I.3.2.3. Etude générale de la plante ..... 10

I.3.4 Taxonomie ..... 10

I.3.5. Variétés de pois chiche..... 11

I.3.6. Intérêts du pois chiche ..... 13

I.3.6.1. Intérêts nutritionnels ..... 13

I.3.6.2 Intérêts agronomique..... 13

I.3.6.3. Intérêts économiques ..... 13

I.3.6.4. Composition en acides aminés..... 14

I.3.7 Place du pois chiche en algérie ..... 14

## Chapitre II. Matériel et méthodes

II. Matériel et méthodes..... 15

II.1. Objectif d'étude..... 15

II.1.1 Matériel végétal ..... 15

|   |    |
|---|----|
| II.1.2. Réactifs et matériels utilisés .....  | 15 |
| II.2 Broyage des graines et obtention des farines .....                               | 18 |
| II.3. Délipidation de la farine des pois chiches : .....                              | 18 |
| II.4..Extraction et récupération de la fractions hydrosoluble du pois chiches : ..... | 19 |
| II.5. Récupération des protéines : .....  | 20 |
| II.5.1.pH précipitation .....   | 20 |
| II.5.2.Précipitation a l'éthanol : .....  | 20 |
| II. 6. Dosage des protéines hydrosolubles par la méthode de Bradford : .....          | 22 |
| II. 6.1. Principe : .....   | 22 |
| II.6.2. Avantage et inconvénients de la technique .....                               | 22 |
| II.6.2.1 Préparation du réactif du bleu de comassie .....                             | 22 |
| II.6.2.2 Réalisation de la courbe d'étalonnage .....                                  | 22 |
| II.7. Dosage des sucres solubles : .....  | 23 |
| II.7.1.1. Principe .....  | 23 |
| II.7.1.2. Mode opératoire .....   | 23 |
| II.8.Analyse statistique .....  | 24 |

### **Chapitre III. Résultats et discussion**

|   |    |
|---|----|
| III. Résultats: .....   | 25 |
| III.1. Détermination du pHi .....                                     | 25 |
| III.2. Détermination de la quantité d'albumine du pois chiche : ..... | 26 |
| III.3. Détermination de la quantité de glucides .....                 | 28 |
| III.4. Discussion .....   | 30 |
| Conclusion .....  | 32 |

# Liste des abréviations

**MAT** : matière azotée totale

**Méthanol** : (CH<sub>3</sub>OH)

**Acide acétique** : (CH<sub>3</sub>COOH)

**Chlorure de sodium** : (NaCl)

**Hydroxyle de Sodium**: (NaOH)

**Persulfated'ammonium** : ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>)

**Acide chlorhydrique** : (HCL)

**H<sub>2</sub>O** : Eau

**DO** : Densité optique

**Bleu de Coomassie** : (BBC)

**La méthode au méta-hydroxydiphényl** : (*m*-HDP)

**T** : temps

**°C** : température

**AOAC** : Association of Official Analytical Chemists

**pH<sub>i</sub>** : pH isoélectrique

**R<sup>2</sup>** : Coefficient de détermination

**μL** : microlitre

**ml** : millilitre

**g** : gramme

**M** : mol

**mg** : milligramme

**min** : minute

**nm** : nanomètre

**SAB** : l'albumine de sérum de bœuf

# Liste des figures

| N° | Titre  | Page |
|----|--|------|
| 1  | Feuille et foliole de <i>Cicer arietinum</i> L)  | 08   |
| 2  | <i>Fleur de</i> ( <i>Cicer arietinum</i> L.).  | 08   |
| 3  | Gousses et graines de pois chiche ( <i>Cicer arietinum</i> L.).                            | 09   |
| 4  | Description de la plante du pois chiche  | 10   |
| 5  | les types de pois chiche ( <i>cicer arietinum</i> .L) Kabuli et Desi                       | 12   |
| 6  | Le pois chiche ( <i>Cicer arietinum</i> .L)  | 14   |
| 7  | Pois chiche  | 15   |
| 8  | Délipidation des farines du pois chiches par Soxhlet                                       | 19   |
| 9  | Protocole expérimentale de l'extraction des pois chiches                                   | 21   |
| 10 | Précipitation avec HCL   | 25   |
| 11 | Précipitation avec éthanol   | 25   |
| 12 | Traitement de l'échantillon de pois chiches  | 25   |
| 13 | Détermination de la quantité d'albumine du pois chiche selon la méthode de Bradford (1976) | 26   |
| 14 | Gamme d'étalonnage utilisé (BSA 1mg/ml) pour le dosage des protéines                       | 26   |
| 15 | Effet de la température sur le teneur des protéines du pois chiche                         | 27   |
| 16 | Dosage des sucres solubles par la méthode de Dubois  | 28   |
| 17 | Courbe d'étalonnage de la densité optique en fonction de la concentration de glucides.     | 28   |
| 18 | L'effet de la température sur le teneur des glucides du pois chiche                        | 29   |

# Liste des tableaux

| N°   | Titre  | Page |
|------|--|------|
| I    | Profil nutritionnel des légumineuses et des principales céréales (pour 100 g)                            | 05   |
| II   | Classification botanique des légumineuses  | 06   |
| III  | Composition chimique (en g/100g de MS) des deux variétés de pois chiche                                  | 12   |
| IV   | Composition en acides aminés du pois chiche (mg/g de protéines)  | 14   |
| V    | Traitement thermique de l'échantillon de pois chiches  | 18   |
| VI   | Réalisation de la gamme d'étalonnage   | 23   |
| VII  | Traitement de l'échantillon de pois chiches  | 25   |
| VIII | Quantité d'albumine extraite par le fractionnement sélectif du différent groupe protéique du pois chiche | 27   |
| IX   | Quantité de glucides du pois chiche  | 29   |

### Introduction

Les légumineuses alimentaires, notamment, la fève, la fève, le petit pois, la lentille, le haricot vert et le pois chiche, constituent une très importante source de protéines végétales qui peut corriger le déficit en protéines animales. Elles jouent un rôle important dans le régime alimentaire dans les pays en voie de développement (**Singh et al., 2004**).

**Du et al. (2014)** ont rapportés que les teneurs en protéines des légumineuses (17 à 40 g/100g) sont beaucoup plus élevées que celles des céréales (7 à 13g/100g) et presque égales ou encore supérieur à celles de la viande (18 à 25 g/100g).

Des problèmes de santé tels que l'hypertension et les calculs biliaires liés à la consommation de viande ont récemment suscité beaucoup d'attention. C'est ainsi que, les protéines végétales sont actuellement considérées comme ingrédients fonctionnels polyvalents ou des composants biologiquement actifs en plus d'être des nutriments essentiels (**Du et al., 2014**).

Le pois chiche, l'une des plus importantes légumineuses à graines dans le monde entier et particulièrement en Algérie. Il occupe la seconde position après la fève, caractérisé par une forte teneur en protéine. Tout comme les autres légumineuses, le poids chiche présente une part importante dans l'alimentation humaine, sa grande quantité nutritionnelle fait de lui un ingrédient de choix pour lutter contre la malnutrition, il est constitué comme les autres légumineuses d'albumine, de globuline, de prolamine et de glutélines.

Cette étude est subdivisée en deux parties essentielles :

La première partie présente une synthèse bibliographique dans laquelle il est rapporté un premier chapitre qui comporte des généralités sur les légumineuses, un second chapitre, sur la description du pois chiche, et sa valeur nutritionnelle.

La deuxième partie est représentée par la partie expérimentale, celle-ci consiste à analyser les effets de la température sur la teneur en protéines de la fraction hydrosoluble du pois chiche. L'influence des différents traitements thermiques ont été analysés par :

- Dosage des protéines par la méthode de Bradford ;
- Détermination du pHi de la fraction protéique isolée ;
- Dosage des glucides par la méthode de Dubois ;



## Introduction générale

---

Enfin, nous discuterons l'ensemble des résultats obtenus, et on suggère quelques perspectives relatives à ce travail de recherche.

*Chapitre I*

*Recherche*

*Bibliographique*

### I.1. Généralités sur les légumineuses

La famille botanique des légumineuses à grains est connue sous le nom *Fabaceae*. Les légumineuses à grains sont cultivées surtout pour leurs graines qui sont récoltées à maturité, et qui sont riches en protéines et en énergie. Les graines mûres sèches de légumineuses sont utilisées soit comme ingrédients des aliments pour animaux soit pour la consommation humaine (Jezierny et al., 2010).

La famille des légumineuses est très diverse avec 3 sous familles : Mimosoideae, Caesalpinioideae, et Papilionoideae et compte environ 20.000 espèces. Selon Doyle et Luckow (2003), la sous famille des Papilionoideae regroupe les espèces cultivées les plus importantes économiquement: le soja (*Glycine max*), le haricot (*Phaseolus vulgaris*), le pois (*Pisum sativum*), la luzerne (*Medicago sativa*), l'arachide (*Arachis hypogaea*), le pois chiche (*Cicer arietinum*), et la fève (*Vicia faba*).

Les légumineuses à graines constituent une part importante de l'alimentation du monde, particulièrement dans les pays en voie de développement où elles sont la principale source de protéines pour l'homme. Citons le haricot (*Phaseolus vulgaris*) en Amérique Latine, le pois Chiche (*Cicer arietinum*), la lentille (*Lens culinaris*) et la fève (*Vicia faba*) dans le bassin méditerranéen, le soja (*Glycine max*) en Asie sans oublier l'arachide (*Arachis hypogea*) et le pois (*Pisum sativum*) dans le monde entier (Duranti, 2006).

### I.2. Structure des graines de légumineuses

Malgré la grande variation dans la composition en macronutriments des légumineuses, la structure basique de leurs graines est la même. Les graines matures contiennent trois éléments principaux : le tégument (testa), l'embryon et l'endosperme. La plupart des graines de légumineuses contiennent très peu d'endosperme à maturité (Zhou et al., 2013).

### I.3 Les protéines des légumineuses

Localisées presque exclusivement dans les cotylédons, sont principalement constituées d'albumines (10 à 20 %) et de globulines (60 à 90 %). La fraction albumine est en général assez hétérogène car elle rassemble la plupart des protéines ayant un rôle physiologique dans la graine (enzymes, inhibiteurs). Elle est soluble dans l'eau et facilement attaquable par les enzymes digestives. Les globulines ont un rôle de réserve. Leur structure compacte explique leur résistance aux enzymes digestives (*GUEGUEN et LEMARIE, 1996 ; CALET, 1992*). Ces protéines peuvent être classées en quatre grandes fractions selon leur solubilité d'après la technique développée par Osborne au (1924) début du siècle :

- les albumines (solubles dans l'eau),
- les globulines (solubles dans les solutions salines diluées),
- les prolamines (solubles dans l'alcool 70%),
- les glutélines (solubles dans les acides ou bases faibles).

Les protéines de réserve les plus abondantes dans les graines de légumineuses sont les globulines qui représentent 60% des protéines totales. Celles-ci sont généralement scindées en deux groupes selon leur coefficient de sédimentation : viciline (7S) et légumine (11S) qui représentent, respectivement, 30% et 70% des globulines totales (*Oomah et al. 2011*).

## I. Recherche bibliographique

**Tableau I :** Profil nutritionnel des légumineuses et des principales céréales (pour 100 g)

| Composant<br>Aliment   | Énergie<br>(kcal) | Protéines<br>(g) | Lipides<br>(g) | Glucide<br>s (g) | Fibres<br>alimentaires,<br>total | Fe<br>(mg) |
|--|-------------------|------------------|----------------|------------------|----------------------------------|------------|
| Haricots adzuki, entiers, secs, crus ( <i>Vigna angularis</i> )                | 272               | 19,9             | 0,5            | 50,1             | 16,8                             | 4,2        |
| Niébés, entiers, secs, crus ( <i>Vigna unguiculata</i> )                       | 311               | 23,5             | 1,6            | 54,1             | 10,6                             | 7,6        |
| Fèves, sèches, crues ( <i>Vicia faba</i> )                                     | 245               | 26,1             | 2,1            | 32,5             | 25                               | 5,5        |
| Haricots de Lima, secs, crus ( <i>Phaseolus lunatus</i> )                      | 290               | 19,1             | 1,7            | 52,9             | 19                               | 5,9        |
| Pois chiches, entiers, secs, crus ( <i>Cicer arietinum</i> )                   | 320               | 21,3             | 5,4            | 49,6             | 12,2                             | 5,5        |
| Haricots blancs, entiers, secs, crus ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )             | 286               | 21,4             | 1,6            | 49,7             | 15,3                             | 6,7        |
| Haricots mung, entiers, secs, crus ( <i>Vigna radiata</i> )                    | 279               | 23,9             | 1,1            | 46,3             | 16,3                             | 6,0        |
| Pois cajan, pois d'Angole, entiers, secs, crus ( <i>Cajanus cajan</i> )        | 317               | 20,0             | 1,9            | 58,6             | 15                               | 3,4        |
| Haricots rouges, secs, crus ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )                      | 266               | 22,1             | 1,4            | 44,1             | 15,2                             | 6,4        |
| Pois secs, crus ( <i>Pisum sativum</i> )                                       | 303               | 21,6             | 2,4            | 52,0             | 5,1                              | 4,7        |
| Lentilles, vertes et brunes, entières, sèches, crues ( <i>Lens culinaris</i> ) | 297               | 24,3             | 1,9            | 48,8             | 10,7                             | 11,1       |
| Lentilles, rouges, cassées, sèches, crues ( <i>Lens culinaris</i> )            | 318               | 23,8             | 1,3            | 56,3             | 10,8                             | 7,6        |
| Blé, boulgour, cru   | 352               | 10,6             | 2,0            | 77,8             | 12,5                             | 1,98       |
| Maïs, grains, cru  | 60                | 3,4              | 1,8            | 8,1              | 2,7                              | 0,70       |
| Riz, blanc, long, cru  | 355               | 6,7              | 1,0            | 85,1             | 1,3                              | 0,26       |

Sources: McCance and Widdowson's *The Composition of Foods Integrated Dataset 2015*

(on the nutrient content of the UK food supply. Published: 25 March 2015)

## I.3-1 Systématique botanique

**Tableau II** : Classification botanique des légumineuses

(Aykroyd et Doughty, 1982).

| Règne       | <i>Plantae</i>                                   |
|-------------|--|
| Sous règne  | <i>Tracheobionta</i>                             |
| Division    | <i>Magnoliophyta</i>                             |
| Classe      | <i>Magnoliopsida</i>                             |
| Sous classe | <i>Rosidae</i>                                   |
| Ordre       | <i>Fabales</i>                                   |
| Famille     | <i>Fabaceae</i>                                  |
| Genre       | <i>Vicia, Cicer, Pisum, Lens, Phaseolus, etc</i> |

### I.3-2 Pois chiche (*Cicer arietinum*)

#### I.3-2-1 Historique et origine :

Le pois chiche est parmi les premières légumineuses à graines domestiquées par l'homme depuis l'antiquité (Van Der Maesen., 1987). Les premières traces d'utilisation du pois chiche comme aliment remontent à environ 7000 ans. Il aurait été cultivé pour la première fois dans la région méditerranéenne il y a 5000 ans.

Le pois chiche est originaire du Moyen-Orient, plus précisément du sud-est de la Turquie et de la Syrie (Saxena 1984, Smithson et al 1985, Singh 1997). Il arriva sur les côtes du bassin méditerranéen après avoir traversé de nombreux pays et les Phéniciens pourraient être à l'origine de cette diffusion (Anonyme a 2003).

#### I.3-2-1-a Fleurs

Les fleurs de pois chiches sont complètes et bisexuelles, et ont une corolle papillée. Ils sont blancs, roses, violets ou bleus. Dans les fleurs colorées, les pédoncules peuvent être de

couleurs différentes, la partie florale purifiée et le vert racémique. La surface d'inflorescence axillaire est plus courte que la feuille sous-jacente (*Cubero, 1987*). (Fig2)

### **I.3-2-1-b Tige**

La tige de pois chiche est érigée, ramifiée, visqueuse, poilue, terete, herbacée, verte et solide. Les branches sont habituellement Quadrangulaires, côtelé et vert. Il existe des branches primaires, secondaires et tertiaires (*Cubero, 1987*). (Fig4)

### **I.3-2-1-c Racine**

Les plantes de pois chiches ont un solide système à racines pivotantes avec 3 ou 4 rangées de racines latérales. Les tissus parenchymateux de la racine sont riches en amidon. Tous les tissus périphériques disparaissent à l'usine La maturité et sont remplacés par une couche de liège (*Cubero, 1987*). Les racines poussent 1,5 à 2,0 m de profondeur. Les racines de pois chiches portent les nodules Rhizobium (Fig 4). Ils sont du type caroténoïde, ramifié avec des ramifications latéralement aplaties, formant parfois un lobe fanal (*Corby, 1981*).

### **I.3-2-1-d Feuille :**

Les feuilles de pois chiches sont pétiolées, composées, et uniimparipinnate (pseudoimparipinnate). Certaines lignes ont des feuilles simples. Les rachis ont une longueur de 3 à 7 cm avec des rainures sur la surface supérieure (*Cubero, 1987*). (Fig1)

### **I.3-2-1-e Les graines**

Les graines de pois chiche ont un tégument, deux cotylédons, et un embryon (Fig. 3). La couche de germination se compose de deux couches, le tégument externe et la tegmen interne et un hile. Le hile est le point d'attache de la graine à la nacelle.



**Fig.1.** Feuille et foliole de (*Cicer arietinum L.*)



**Fig.2.** Fleur de *Cicer arietinum L.*

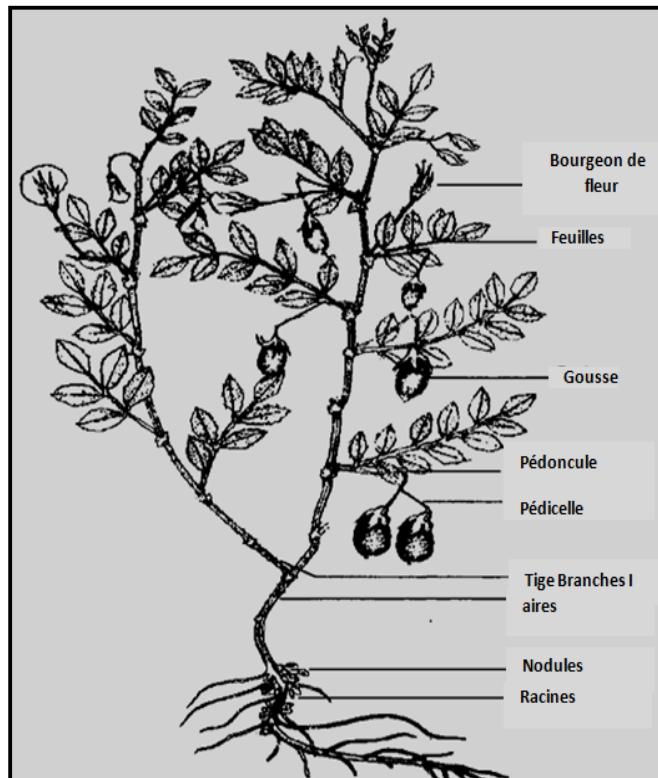




**Fig.3.** Gousses et graines de pois chiche (*Cicer arietinum* L.).

### **I.3-2-2 Description :**

Le pois chiches (*Cicer arietinum* L.) est une légumineuse à grains importants dans le monde qui se classe en second lieu après le haricot sec et constitue 20% de la production mondiale de légumineuses (FAOSTAT 2013). La culture joue un rôle important dans l'alimentation humaine et les systèmes agricoles (ICRISAT,2013). Le pois chiche est riche en protéines, faible en gras et en sodium, en cholestérol c'est une excellente source de fibres solubles et insolubles, d'hydrates de carbone complexes, de vitamines, de folates et de minéraux, en particulier le calcium, le phosphore, le fer, le zinc et le magnésium (Nwokolo et Smartt,1996 ; Jha et al,2015)



**Fig.4.** Description de la plante du pois chiche

(Singh et Diwakar, 1995)

### **I.3-2-3 Etude générale de la plante :**

Le pois chiche est une légumineuse annuelle, autogame, herbacée (Summerfield et Robert, 1985). C'est une plante haute de 20 à 50 cm, à port dressé, cultivée pour ses graines rondes contenues au nombre de 1 ou 2 dans des gousses (Anonyme c.,2004). *Cicer arietinum* est la seule espèce annuelle cultivée (Summerfield et al, 1984 ; Van Der Maesen, 1987 ; Giller., 2001).

Le semis du pois chiche se fait au printemps dans la région Nord méditerranéenne. Les besoins en humidité dans le sol de la plante sont de 15- 40% pendant la germination et le développement de la graine ; l'humidité excessive du sol à la floraison réduit le rendement en grain. (Wery et al, 1994).

### **I.3-4 Taxonomie :**

Le pois chiche est une plante appartenant à la famille des Fabaceae, sous famille de Papilionoideae, tribu de Cicereae, genre *Cicer* (Paterson et al., 2000).

- Classe : Equisetopsida
- Subclasse: Magnoliidae
- Superordre: Rosanae
- Ordre : Fabale
- Famille : Leguminosae / Fabaceae-Papilionaceae
- Genre : *Cicer*
- Espèce : *arietinum*

### I.3-5 Variétés de pois chiche

Le pois chiches cultivé commercialement se divise en deux classes définies par les semences La couleur du manteau et l'utilisation du produit final (Roy, Boye et Simpson, 2010). Les variétés Desi et Kabuli.-types Desi (microsperma) ont une pigmentation anthocyanique des fleurs roses sur les tiges, et une couche de graines colorées et épaisses.

Les variétés de Kabuli (macrosperma) ont des fleurs blanches, n'ont pas de pigmentation anthocyanique sur les tiges et ont Des graines de couleur blanche ou beige avec une forme de tête de bélière, une fine couche de graines et une surface de semence lisse (Jukanti, 2012) , les graines de pois chiches de Kabuli sont cultivées dans des régions tempérées, tandis que les variétés Desi est cultivé dans les régions tropicales semi arides (Maheri et al, 2008).

Le pois chiche de type Kabuli est considéré comme d'une importance économique car il reçoit un prix de marché plus élevé que celui de Desi. Cependant, la plupart des ressources génomiques ont été générées pour le pois chiché Desi jusqu'ici (Agarwal et al , 2012).

Le pois chiche est cultivé principalement dans le bassin méditerranéen, le Proche-Orient, l'Asie centrale et du Sud, l'Afrique de l'Est, l'Amérique du Sud, l'Amérique du Nord et, plus récemment, en Australie. Les principaux producteurs sont l'Inde, l'Australie et le Pakistan, contribuant respectivement à 67,32%, 6,19% et 5,72% production. Des pays comme l'Australie, le Mexique et la Russie ne sont pas des consommateurs de pois chiches, mais les principaux exportateurs mondiaux (FAOSTAT, 2016)



**Fig.5.** les types de pois chiche (*Cicer arietinum*.L) Kabuli et Desi

(<http://www.agriculture.gov.sk.ca/> visité le 03/03/2008) in Ben Mbarek., 2011).

**Tableau III :** Composition chimique (en g/100g de MS) des deux variétés de pois chiche (*Maheri-Sis et al., 2008 et Sanjeewa et al., 2010*).

| Constituents      | Variété de pois chiche |             |
|-------------------|------------------------|-------------|
|                   | <i>Kabuli</i>          | <i>Desi</i> |
| Protéines brutes% | 24,63                  | 22,76       |
| Amidon %          | 39,12                  | 38,48       |
| Lipides %         | 6,8                    | 6,7         |
| Cendres %         | 2,9                    | 2,8         |
| Sucres soluble %  | 8,43                   | 7,53        |
| Fibres %          | 6,49                   | 9,94        |
| Tannins %         | 0,09                   | 0,12        |

### I.3-6 Intérêts du pois chiche

#### I.3-6-1 Intérêts nutritionnels :

Le pois chiche constitue une source très importante de protéines végétales qui peuvent corriger le déficit en protéines animales, (*Ben Mbarek et al. 2009 ; Chérif et al. 2007 ; Hassan, 2006*). Les grains germés sont riches en lipides polysaturés (57%) et faibles en lipides monosaturés (28%) (*Ouazib et al, 2015*). Il est aussi utilisé pour l'alimentation fourragère animale à concurrence de 17% et seulement 2-7% pour des intérêts industriels (*FAO, 2007*).

Le pois chiche est une bonne source de carbohydrates et de protéines qui constituent ensemble environ 80% du poids sec de la graine. L'amidon est le principal carbohydrate chez le pois chiche. Il contient aussi une quantité considérable en acide gras. Les triglycérides et les phospholipides sont les composants prédominants des lipides chez le pois chiche (*Singh, 1985*).

#### I.3-6-2 Intérêts agronomiques :

La capacité symbiotique que possède le pois chiche d'utiliser l'azote atmosphérique pour sa croissance, leur rend comme culture préférable de l'agriculture durable en réduisant la dépendance au fertilisant azoté (*Babar et al. 2009 ; Hassan, 2006*;). Il a été également rapporté que cette culture réduit l'inoculum potentiel des maladies racinaires d'origine tellurique (*Flandez-Galvez et al. 2003*).

#### I.3-6-3 Intérêt économique :

Les légumineuses alimentaires constituent un composant important du régime alimentaire, spécialement dans les pays sous-développés où elles représentent environ 90% de la consommation globale (*Hassan, 2006*).

### I.3-6-4 Composition en acides aminés :

**Tableau IV :** Composition en acides aminés du pois chiche (mg/g de protéines)

*Iqbal<sup>1</sup> et al., (2006)*, selon la méthode American Oil Chemists' Society (AOAC)

| Acides aminés (%)        | Pois chiche <sup>1</sup> |
|--------------------------|--------------------------|
| Arginine                 | 8,3                      |
| Histidine                | 3                        |
| Isoleucine               | 4,8                      |
| Leucine                  | 8,7                      |
| Lysine                   | 7,2                      |
| Méthionine + cystéine    | 1,1                      |
| Phénylalanine + tyrosine | 5,5                      |
| Thréonine                | 3,1                      |
| Tryptophane              | 0,9                      |
| Valine                   | 4,6                      |

### I.3-7 Place du pois chiche en Algérie

Le pois chiche (*Cicer arietinum L*) est, en Algérie, la seconde légumineuse alimentaire produite après les fèves. Sa culture a connu, durant la décennie 1980- 90 une certaine évolution progressive sur le plan des superficies et de la consommation et une évolution régressive en terme de productivité (*Anonyme d., 1994*).

Les causes de la faiblesse de la productivité du pois chiche en Algérie sont souvent d'ordre agro techniques liées aux conditions de semis (période, modes de semis, qualité de la semence) et à l'infestation par les adventices (*Hamadache et Ait Abdallah., 1998*). (Figure 6)



**Figure.6.** Le pois chiche (*Cicer arietinum .L*)

(*Anonyme k ; 2003*)

# *Chapitre II*

*Matériel*

*&*

*Méthodes*

## II. Matériel et méthodes:

### II.1 Objectif d'étude

Le présent travail est une contribution à l'étude d'une famille protéique du pois chiche. Il s'agit de les fractions solubles dans l'eau.

#### II.1.1 Matériel végétal

Les échantillons de cette étude sont les graines du pois chiche, elles ont été achetées du marché local. (**Figure 7**).



**Fig.7.** Pois chiche

#### II.1.2 Réactifs et matériel utilisés

Le matériel d'étude est composé des solvants, des réactifs et des appareils utilisés au cours de l'expérimentation.

##### II. 1.2.1 Réactifs

- eau distillée
- éther de pétrole
- Acide chlorhydrique(HCL)
- Glycérol
- Béta-mercaptoéthanol
- Bleu de Coomassie G250 et R250
- Acide orthophosphorique à 85%
- Méthanol (CH<sub>3</sub>OH)
- Acide acétique (CH<sub>3</sub>COOH)



## Matériel et méthodes

---

- Chlorure de sodium (NaCl)
- Ethanol 96, 95, 70%
- Sérum albumine bovine
- Hydroxyle de Sodium (NaOH)
- Persulfate d'ammonium ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>)

### **II.1.2.2 Matériel :**

- Soxhlet
- Balance de précision
- Agitateur
- Centrifugeuse
- Spectrophotomètre
- pH mètre
- Etuve
- Mortier
- Béchers
- Eprouvettes gradée
- Tubes à essais
- Entonnoirs
- Fiole jaugé
- Pipettes graduées
- Micropipettes
- Pipettes pasteur
- Spatule
- Barreau magnétique

# Matériel et méthodes

---



**Soxhlet**



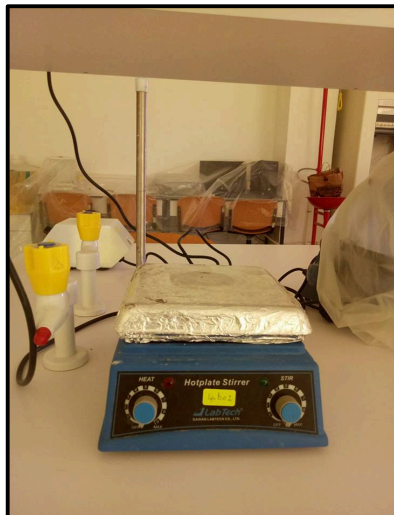
**Four à Moufle Nabertherm**



**Balance de précision**



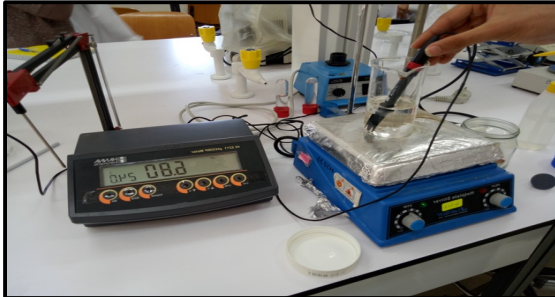
**Vortex Mixer**



**Agitateur**



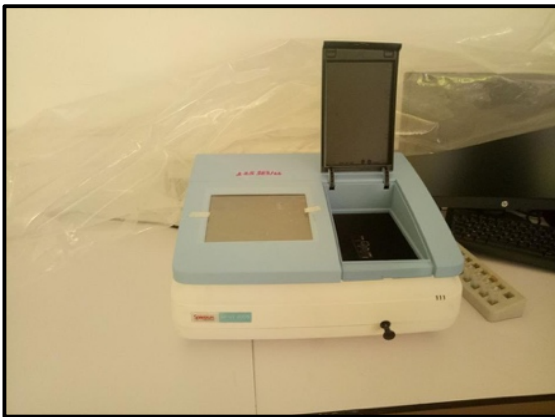
**Centrifugeuse 1**



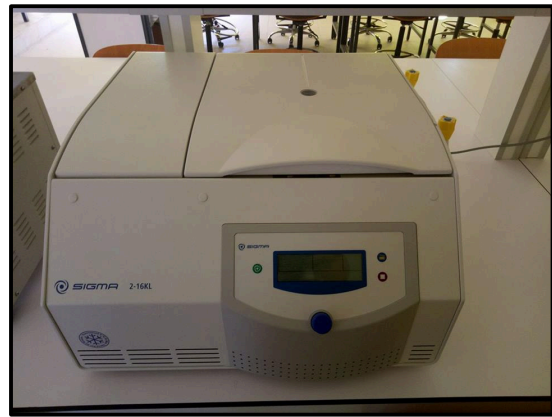
**pH mètre 1**



**pH mètre 2**



**Spectrophotomètre**



**Centrifugeuse 2**

## II-2 Broyage des graines et obtention des farines

Les graines ont été broyées finement jusqu'à l'obtention d'une farine. Cette dernière était divisée en 3, afin de subir des traitements thermiques. Les températures sont successivement : température ambiante, 100°C et 180°C.

**Tableau V : Traitement thermique de l'échantillon de pois chiches**

| <b>Echantillon</b> | <b>Traitement thermique</b> |       |       |
|--------------------|-----------------------------|-------|-------|
| pois chiches       | Température ambiante        | 100°C | 180°C |

### II.3 Délipidation de la farine des pois chiches :

L'échantillon du pois chiches a été broyé jusqu'à l'obtention d'une farine, Après quoi l'échantillon est placé dans une cartouche de cellulose puis introduit dans la loge du Soxhlet.

L'extraction est réalisée à chaud. Le ballon est rempli avec une quantité suffisante d'éther de pétrole. Quand le solvant atteint un certain niveau, il amorce le siphon et retourne dans le niveau nettement supérieur à celle du solvant extracteur. Ce cycle peut être répété plusieurs fois, selon la facilité avec laquelle le produit diffuse dans le solvant. L'expérience dure environ huit (8) heures.

Enfin la cartouche est enlevée, le produit délipidé est placé dans un récipient pendant 24 heures pour évaporer le solvant utilisé. Après séchage, la farine de pois chiches est broyée finement et conservée.



**Fig.8.** Délipidation des farines du pois chiches par Soxhlet

### II.4 Extraction et récupération de la fraction hydrosoluble du pois chiches :

Afin d'extraire la classes hydrosoluble des protéines, Il a été mis au point un protocole de fractionnement de protéines en se basant sur la différences de solubilité.

## Matériel et méthodes

---

Les grammes, préalablement délipidées au Soxhlet, sont broyées finement, un homogénat d'eau distillée et de farine délipidée en raison de 50g/250ml de H<sub>2</sub>O .Après une agitation de 3 heures. L'homogénat est centrifugé. Le culot est homogénéisé de nouveau dans 250 ml de H<sub>2</sub>O, agité pendant 1 heure et centrifugé à 3000t/min pendant 30 min .le deuxième surnageant est ajouté au premier.

### **II.5 Récupération des protéines :**

#### **II.5.1 pH précipitation :**

Après un fractionnement selon la solubilité les albumines, sont récupérées par pHi précipitation. Le pH mètre est étalonné. A l'aide d'une solution de NaOH 0.1M et HCl 0.12M nous augmentant au nous diminuant le pH de la solution.

Quand le pH de la solution sera égal au pHi des protéines, les protéines précipitent .Après centrifugation de 3000tr/min pendant 30/min, le culot est récupérer présentant les protéines ;il est séché à l'air libre, puis broyées finement.

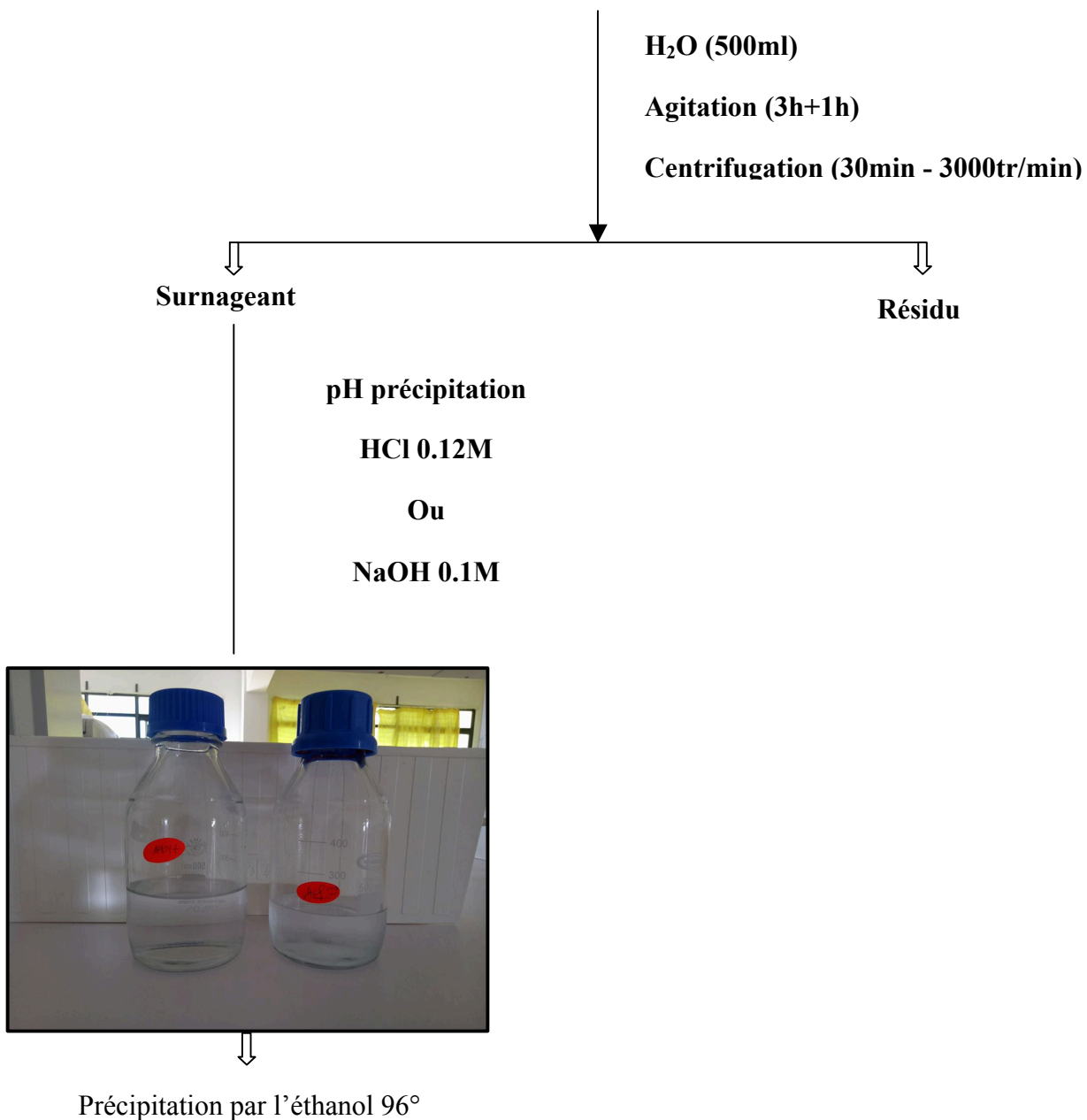
#### **II.5.2 Précipitation à l'éthanol :**

Pour la récupération maximale des protéines, les surnageant obtenus après pH précipitation et centrifugation sont ajoutés à l'éthanol 96°(2 fois leurs volumes) .Après centrifugation à 3000tr/min pendant 30 min, le culot est récupéré, séché à l'air libre et broyer finement.

Les différentes démarches pratiques du protocole expérimental sont récapitulées dans l'organigramme suivant :

## Protocole expérimental :

50g de farine de pois chiches délipidé



**Fig.9.** Protocole expérimentale de l'extraction des pois chiches

## II.6 Dosage des protéines hydrosolubles par la méthode de Bradford

### II. 6.1 Principe

La méthode est basée sur l'absorption du colorant bleu de Coomassie G250. En milieu acide ce colorant se fixe sur les groupements des protéines (échange électronique) et cette complexation donne un transfert de son pic d'absorption qui passe du rouge au bleu à 595 nm qui se mesure par la loi de Beer-Lambert  $DO = \epsilon.l.c$

### II.6.2 Avantage et inconvénients de la technique

C'est une méthode très sensible dont le seuil de détection est de 2-5 microgramme de protéines et très rapide. La technique résiste à la plupart des interférents qui touchent les autres méthodes. Cependant, la technique est peu spécifique aux protéines comparativement aux autres méthodes de Biuret et de Lowry.

#### II.6.2.1 Préparation du réactif de bleu de Coomassie

100mg de bleu de Coomassie (BBC) + 100 ml d'éthanol à 95% +100ml d'acide orthophosphorique à 85% et compléter à 1000ml d'eau distillée

#### II. 6.2.2 Réalisation de la courbe d'étalonnage

La gamme d'étalonnage utilise un étalon l'albumine de sérum de bœuf (SAB) à une concentration de 100mg/100ml (solution mère).

#### ✓ Mode opératoire

- Le dosage des protéines a été effectué dans une fraction aliquote (100µl).
- Les prises de l'échantillon sont additionnées de la solution de Bradford.
- L'ensemble est agité et laissé reposer pendant 5 minutes pour stabiliser la coloration.
- La lecture des absorbances est réalisée à une longueur d'onde de 595nm contre un blanc où l'échantillon est remplacé par de l'eau distillée.
- A partir de la courbe d'étalonnage et en fonction de la dilution, on détermine la concentration en protéines exprimée en mg/ml de l'échantillon.
- Les différents tests sont effectués en trois répétitions (triplicata)

Une série de dilution est effectuée selon le tableau suivant :

**Tableau VI** : Réalisation de la gamme d'étalonnage

| <b>Tubes</b>               | <b>Blanc</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>3</b> | <b>4</b> | <b>5</b> |
|----------------------------|--------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>Albumine (SAB) (µl)</b> | 0            | 20       | 40       | 60       | 80       | 100      |
| <b>Eau distillé (µl)</b>   | 100          | 80       | 60       | 40       | 20       | 0        |
| <b>Réactif BBC (ml)</b>    | 4            | 4        | 4        | 4        | 4        | 4        |

### II.7. Dosage des sucres solubles

#### II.7.1. Méthode de Dubois

##### II.7.1.1. Principe

La quantification des sucres est réalisée par la méthode de Dubois spécifique au phénol sulfurique (*Dubois, 1956*) pour les oses neutres, la méthode au méta-hydroxydiphényl (*m*-HDP) pour les acides uroniques (*Blumenkrantz et Asboe-Hansen, 1973*) et la méthode au PAHBAH pour les sucres réducteurs (*Lever, 1972*). En raison des interférences liées à la présence d'acides uroniques, il est nécessaire d'appliquer la méthode de correction proposée par *Montreuil et al. (1963)* qui permet d'établir les quantités relatives d'oses neutres et d'acides uroniques.

##### II.7.1.2. Mode opératoire

A 200 µl de solution à doser, on ajoute 200 µl d'une solution aqueuse de phénol à 5%. Le mélange est homogénéisé au vortex, puis 1ml d'acide sulfurique concentré est rapidement introduit dans le milieu réactionnel.

Après homogénéisation, le mélange est porté au bain marie à 100°C durant 5 minutes. Les tubes sont refroidis et placés à l'obscurité pendant 30 minutes. Une coloration orange apparaît. La lecture des densités optiques est réalisée à 492 nm.

Les quantités de sucres en solution peuvent être établies en comparaison avec une gamme étalon de glucose de concentration de 25, 50, 100 g.mol<sup>-1</sup>, 21.g/100g.



### **II.8. Analyse statistique**

Les données représentent la moyenne de trois répétitions (Triplicata) indépendantes avec leur écart type (moyenne  $\pm$  SD) à l'aide de Microsoft Excel. Les résultats ont été considérés comme statistiquement significatifs pour des valeurs de P inférieures ou égale à 0,05.

# *Chapitre III*

*Résultats*

*&*

*Discussion*

#### III. Résultats:

##### III.1. Détermination du pHi



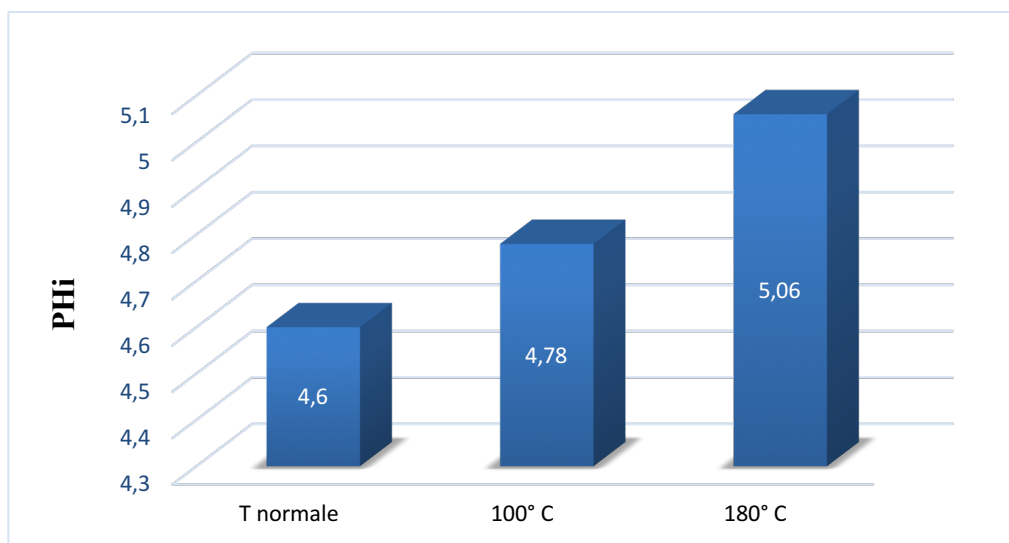
**Fig.10.** Précipitation avec HCL



**Fig.11.** Précipitation avec éthanol

**Tableau VII :** Traitement de l'échantillon de pois chiches

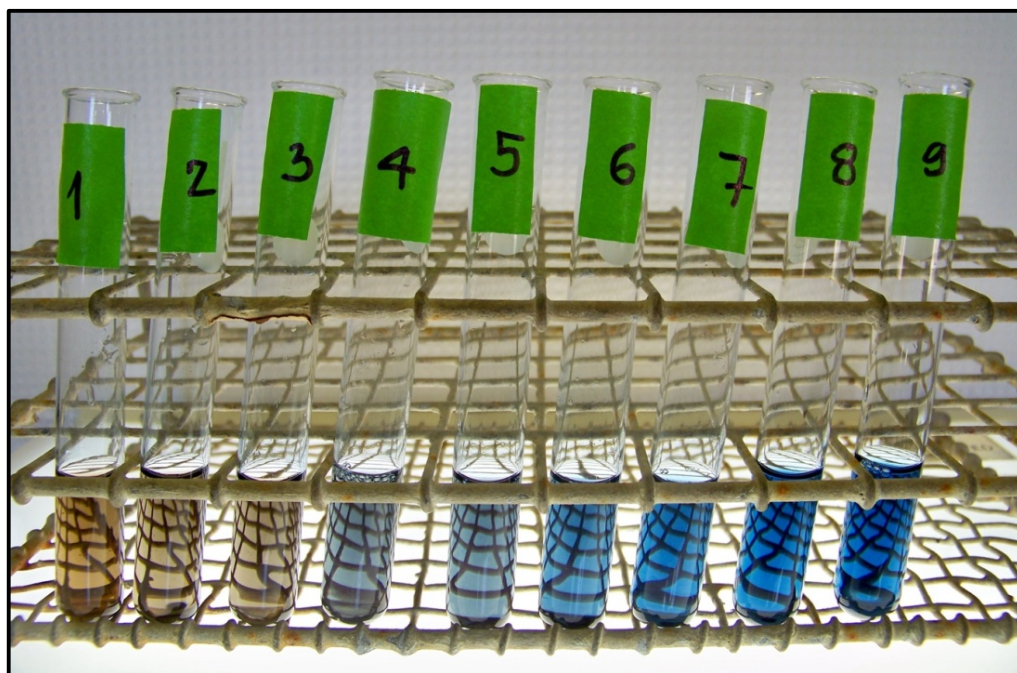
| Température          | pHi  |
|----------------------|------|
| Température ambiante | 4.6  |
| 100°C                | 4.78 |
| 180°C                | 5.06 |



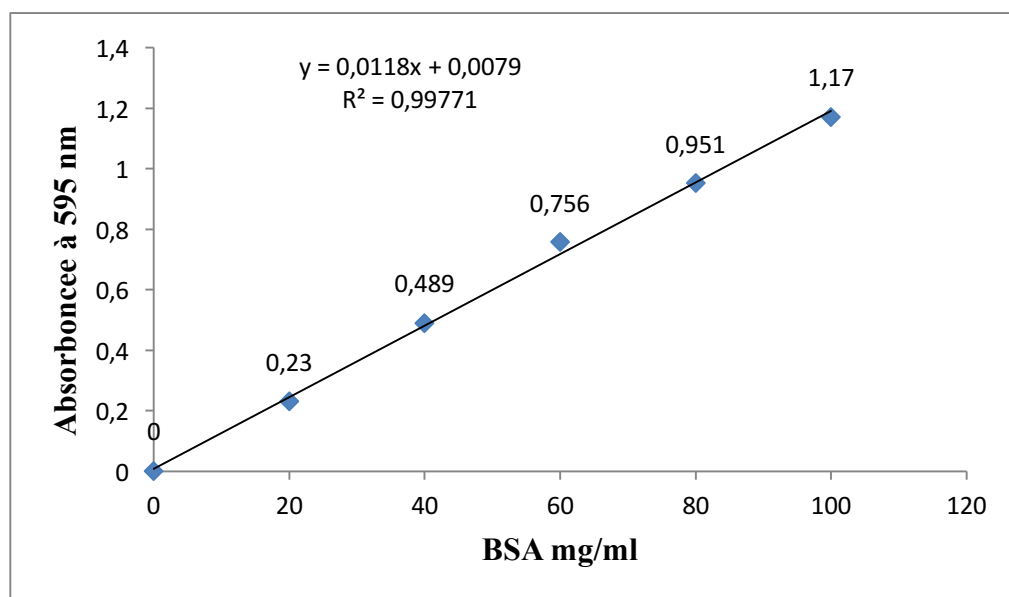
**Fig.12.** Traitement de l'échantillon de pois chiches

#### III.2. Détermination de la quantité d'albumine du pois chiche

Le dosage des protéines est réalisé selon la méthode de Bradford (1976) en utilisant une gamme étalon de BSA de concentration connue. A 10  $\mu$ l d'extrait protéique, environ 500  $\mu$ L de réactif de Bradford et 490  $\mu$ l d'eau distillé ont été ajoutés. La quantité des protéines est déterminée par la mesure de la DO à 595 nm par rapport à celle de la gamme étalon (figure 14).



**Fig.13.** Détermination de la quantité d'albumine du pois chiche selon la méthode de Bradford (1976)



**Fig.14.** Gamme d'étalonnage utilisé (BSA 1mg/ml) pour le dosage des protéines

$$Y=0,0118X+0,0079$$

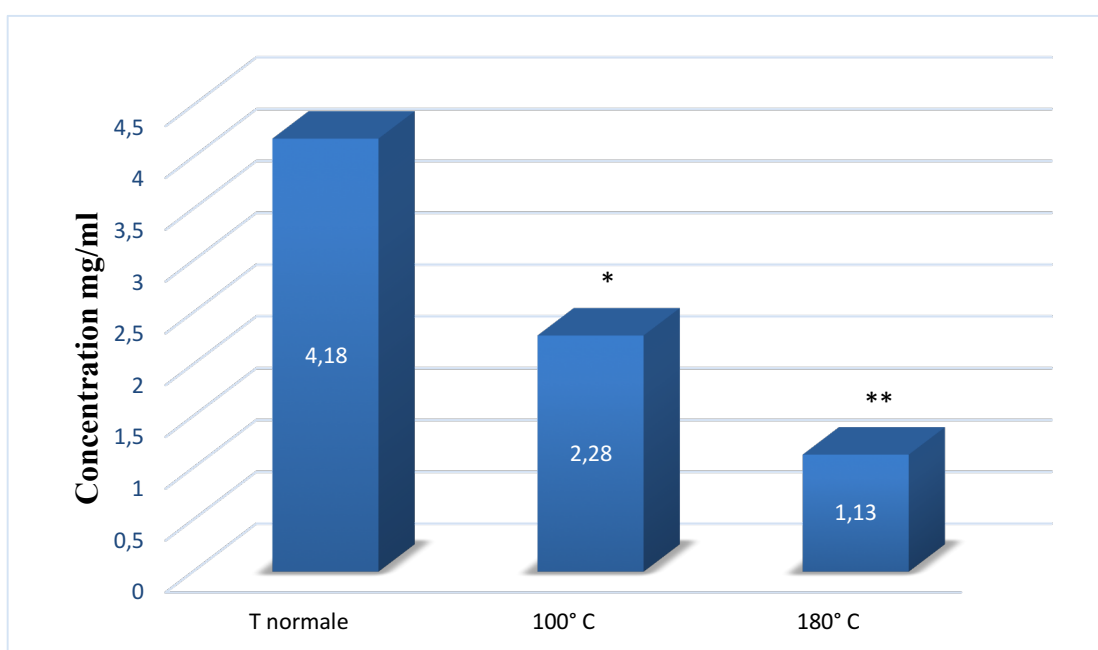
### III. Résultats et discussions

**Tableau VIII :** Quantité d'albumine extraite par le fractionnement sélectif du différent groupe protéique du pois chiche

| Pois chiches      | Température ambiante | 100°C      | 180°C<br>E7  |
|-------------------|----------------------|------------|--------------|
| C (mg/ml)         | 4.18±0.42            | 2.28*±0.35 | 1.13**±0.056 |
| %                 | -                    | -33,01%    | -72,96       |
| Extrait protéique | 83.6±0.78            | 45.6±0.56  | 22.6±0.83    |

\* : Différence significative comparant au témoin ( $P \leq 0,05$ ).

\*\* : Différence significative comparant au témoin ( $P \leq 0,01$ ).



**Fig.15.** Effet de la température sur le teneur des protéines du pois chiche

Le traitement thermique de l'échantillon du pois chiche à une température de 100°C pendant 30 mn, entraîne une diminution significative ( $P \leq 0,05$ ) de la teneur en protéine et une diminution hautement significatif ( $P \leq 0,01$ ) à 180°C en comparaison avec l'échantillon à température normale (tab VIII. Fig 15.).

#### III.3. Détermination de la quantité de glucides :



Fig.16. Dosage des sucres solubles par la méthode de Dubois

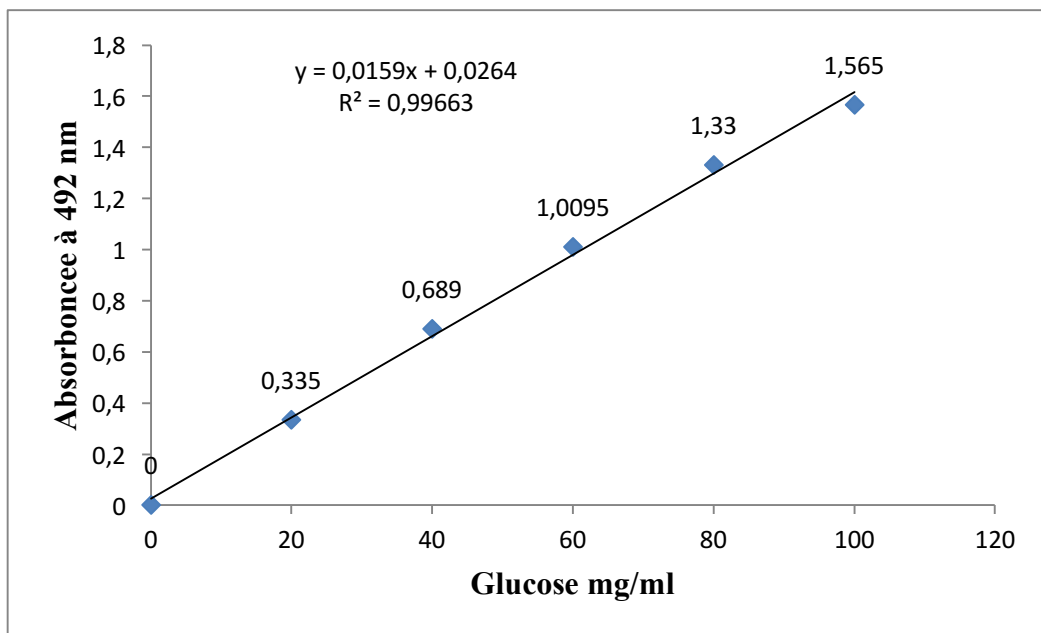
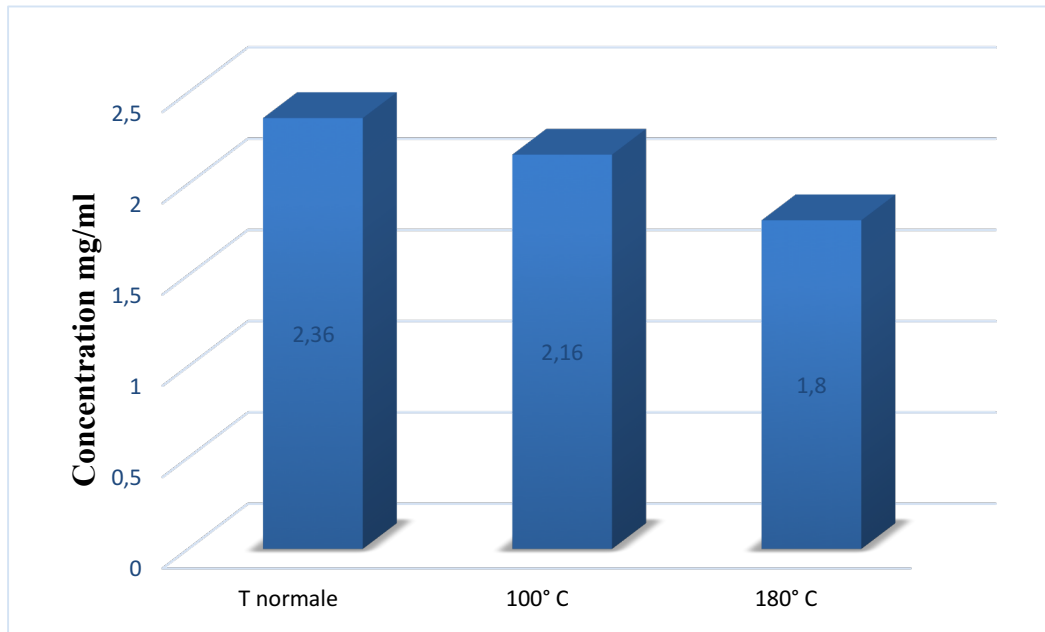


Figure 17 : Courbe d'étalonnage de la densité optique en fonction de la concentration de glucides.

### III. Résultats et discussions

**Tableau IX :** Quantité de glucides du pois chiche

| Pois chiches | Normale(T ambiante) | 100°C     | 180°C     |
|--------------|---------------------|-----------|-----------|
| C (mg/ml)    | 2.36±0.35           | 2.16±0.63 | 1.80±0.33 |
| %            | -                   | -8.74%    | -23.72%   |



**Figure 18:** L'effet de la température sur le teneur des glucides du pois chiche

D'après les résultats obtenus aucune différence significative chez les échantillons traités thermiquement par rapport au échantillon no traitée thermiquement.

#### III.4 Discussion

Les propriétés fonctionnelles des protéines alimentaires sont très importantes dans la transformation et la formulation des aliments (*Boye et al., 2010b*). Les protéines du pois chiche possèdent aussi certaines propriétés comme la solubilité, la capacité de rétention d'eau, la capacité d'absorption de gras, les propriétés émulsifiante, moussante. Mais la plus importante induite par la chaleur est la gélification.

Les légumineuses constituent une composante importante du régime alimentaire vue leur richesse en protéines. Ces dernières ont fait l'objet de nombreux travaux mettant en évidence leur propriétés bioactives et physico-chimiques.

L'étude des propriétés nécessite une délipidation au préalable, car les lipides associés modifient la solubilité dans l'eau et provoquent la formation d'émulsion ce qui augmenterait la turbidité de la suspension protéique.

Les pHi des albumines à température ambiante, à 100°C et 180°C sont 4.6 , 4.78 et 5.06 respectivement . Il est observé que les pHi sont acides. Les résultats obtenus sont en accord avec ceux déterminés par la littérature qui montrent que les protéines du pois chiche ont un minimum de solubilité à pH 4.5 et 5 au de là , la solubilité devient maximal. La variation du pH du milieu produit une modification de l'ionisation des divers groupes acido-basiques à la surface des protéines et la charge globale est affectée. Le pH joue donc un rôle majeur sur la solubilité. Dans l'ensemble, la solubilité des protéines du pois chiche est bonne. Cependant elle peut dépendre de certains facteurs tels que la force ionique du milieu.

Les concentrations des protéines hydrosolubles des graines du pois chiche crues et soumises à grillage à 100°C et 180°C sont représentées dans la figure N° 2.

D'après les résultats obtenus , La concentration en protéines solubles dans l'eau des extraits récupérés des graines du pois chiche crues et grillées a 100°C et 180°C sont :  $4.18 \pm 0.42$  mg/ml ,  $2.28 \pm 0.35$  mg/ml et  $1.13 \pm 0.056$  mg/ml respectivement . Au fur et à mesure que la température augmente la concentration en protéine diminue de façon significative et hautement significative, ceci est expliqué par la dégradation de la structure tridimensionnelle de protéines et donc la perte de la solubilité, ce type de traitement peut entraîner des changements de la structure des protéines particulièrement celles qui sont globulaires ayant une structure secondaire, tertiaire voire quaternaire. C'est le cas de plusieurs protéines végétales et



### III. Résultats et discussions

---

animales. Ces changements dépendent de la température et de la durée du traitement mais ils sont également liés aux propriétés de la protéine et aux conditions physico-chimiques de son environnement. Classiquement la protéine perd successivement sa structure tertiaire (55 – 70 °C), son repliement caractéristique de sa structure secondaire (70 – 80 °C), il se produit ensuite un réarrangement des ponts disulfures entre (80 – 90 °C).

La formation de nouvelles interactions intra et intermoléculaires, (90 – 100 °C) et la formation d'agrégats (100-125 °C). Ces modifications reflètent au passage progressif à une structure désorganisée avec dénaturation de la protéine (*Sampson, 2004, Davis, et al., 2001*). Ce qui explique les résultats pour le pois chiche grillé. Il faut noter que le grillage du pois chiche était fait à 100 et 180 °C pendant une demi-heure. A cette très haute température (supérieure à 140 °C), des modifications chimiques peuvent également s'ajouter à la transformation physique que subit la protéine :

La figure N°4, illustre la quantité de glucides des échantillons traités à température ambiante, à 100 et 180 °C ces quantités sont successivement  $2.36 \pm 0.35$  mg/ml,  $2.16 \pm 0.63$  mg/ml et  $1.80 \pm 0.33$  mg/ml respectivement. Les résultats montrent que la température n'exerce aucun effet significatif sur des glucides. Il est révélé que cette fraction est glycosylée, cet aliment constitue une excellente source d'énergie et constitue un bon complément des céréales.

La plus simple action sur la dénaturation des protéines par le chauffage. L'effet du chauffage sur les protéines dépend de la température. Au-delà de 100 °C, les protéines engagent des liaisons covalentes avec les sucres réducteurs, composés de Maillard, et leurs dérivés dicarboxylés, ainsi qu'avec les lipides oxydés (*Davis et al. 2001*).

Le mode de chauffage est un facteur important qui peut orienter l'effet dans les deux sens.

### **Conclusion**

Les résultats montre que : la fraction hydrosolubles sont acides et glycosylée pour les effets des traitements thermiques sur les extraits du pois chiche.

Les résultats révèlent : une diminution significative du taux de protéines total à grandes températures.

Les protéines hydrosolubles du pois chiche sont sensibles à la température, ils peuvent être dénaturés dans des températures élevées ce qui abouti à la diminution de sa valeur nutritionnelle.

*Références*

*Bibliographique*

## Références

---

### References

-A-

**Agarwal, G.; Jhanwar, S.; Priya, P.; Singh, V.K.; Saxena, M.S.; Parida, S.K.; Garg, R.; Tyagi, A.K.; Jain, M.** Comparative Analysis of Kabuli Chickpea Transcriptome with Desi and Wild Chickpea Provides a Rich Resource for Development of Functional Markers. PLoS ONE 2012, 7, e52443. [CrossRef] [PubMed]

**Anonyme a. 2003.** Pois chiches (*Cicer Arietinum*). www. Legume –sec.com

**Anonyme b.** Legumineuses. Site visité le 22.12.03  
<http://membres.lycos.fr/fafawaroux/legumine.htm>

**Anonyme C. 2004.** Information about the family leguminosea. International legume database & information service. www.ILDIS.UK

**Anonyme d. 1994.** Analyse statistique de l'évolution de la culture des principaux produits agricoles durant la période 1964-1994. DSAEE. Ministère de l'agriculture, Alger.

**Anonyme k . 2003.** Encyclopedie Encarta

**Aykroyd, W. R., and Doughty, J. (1982).** "Les graines de légumineuses dans l'alimentation humaine." *Rome, Italy, FAO*, 3-32.

-B-

**Babar B. M., Shah T. M., Abbas G. and Ahsanul haq M., 2009.** Genotype X environment interaction for seed yield in Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes developed through mutation breeding. *Pakistan Journal of Botany.*, 4:1883- 1890.

**BEN MBAREK K .2011 .** Comportement du pois chiche (*Cicer Arietinum*) du type « Kabuli » vis-à-vis du stress hydrique et identification des génotypes tolérants la sécheresse ; Th. Doct., instit supé agronomique de Chott Meriem –Tunisie.

**Ben Mbarek K., Boujelben A., Boubaker M. et Hannachi C., 2009.** Criblage et performances agronomiques de 45 génotypes de pois chiche (*Cicer arietinum* L.) soumis à un régime hydrique limité. *Biotechnologies Agronomique et Sciences Environnementales.*, 3:381-393.

## Références

---

### -C-

**Chérif M., Arfaoui A. and Rhaim A., 2007.** Phenolic compounds and their rol in Bio-control and resistance of chickpea to fungal pathogenic attacks. *Tunisian Journal of Plant protection.*, 2:7-12.

**Corby, R.** 1981. Seeds of Leguminosae. Pages 913-915 in *Advances in legumes systemics*. Part 2 (Polhill, R.M., and Raven, P.H., eds.). Kew, UK: Royal Botanic Gardens

**Cubero, J.I.** 1987. Morphology of chickpea. Pages 35-66 in *The chickpea* (Saxena, M.C., and Singh, K.B., eds.). Wallingford, Oxon, UK: CAB International.

### -D-

**Doyle, J.J. & Luckow, M.A. (2003).** The rest of the iceberg. Legume diversity and evolution in a phylogenetic context. *Plant Physiology*, 131, 900-910.

**Du, S.K., Jiang, H., Ai, Y., & Jane, J-L. (2014).** Physicochemical properties and digestibility of common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) starches. *Carbohydrate Polymers*, 188, 200-205.

**Duranti, M. (2006).** Grain legume proteins and neutraceutical properties. *Fitoterapia*, 77, 67-82.

### -F-

**FAOSTAT.** Food and Agriculture Organizations of the United Nations: Statistics Division 2012. Available online: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx> (accessed on 20 October 2013).

**FAOSTAT.** Food and Agriculture Data. Available online: <http://faostat.fao.org> (accessed on 15 October 2016).

## Références

---

**Flandez-Galvez H., Ford R., Pang E. C. K. and Taylor P. W. J., 2003.** An interspecific linkage map of the chickpea (*Cicer arietinum* L.) genome based on sequence tagged microsatellite site and resistance gene analog markers. *Theoretical Applied in Genetics.*, 1447-1456.

-G-

**Giller K.E. 2001.** Nitrogen fixation in tropical cropping systems 2nd Ed., CAB.

International Walling Ford, ISBN : 0859472.p. 423.

**GUENGUEN J. ET LEMARIE J. (1996)** Composition, structure, et propriétés physicochimiques de légumineuses et d'oléagineux. In, GODON B. Les protéines végétales. Lavoisier Tec et Doc. Paris: 80-110. 666 p.

-H-

**Hamadache A et Ait Abdallah F. 1998.** Lutte contre les adventices en culture du pois chiche d'hiver : un facteur déterminant pour la valorisation du matériel végétal et du semis précoce .céréaliculture N°33 ISSN 1011-9582.

**Hassan F., 2006.** Heterologous expression of a recombinant chitinase from *Streptomyces olivaceoviridis* ATCC 11238 in Transgenic Pea (*Pisum sativum* L.) Doctorat thesis, University of Damas, Syria, pp.150.

-I-

**ICRISAT.** International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. Genetic Variability and Interrelationships of Phenological, Physicochemical and Cooking Quality Traits in Chickpea. Available online: <http://www.icrisat.org/crop-chickpea.htm> (accessed on 4 April 2013).

**Iqbal A., Khalil IA., Ateeq N. & Khan MS. (2006).** Nutritional quality of important food legumes. *J Clin Nut.* **70**:211-227

## Références

---

-J-

**Jeziorny, D., Mosenthin, R., & Bauer, E. (2010).** The grain legume as a protein source in nutrition: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 157, 111-128.

**Jha, A.B.; Ashokkumar, M.K.; Diapari, S.; Ambrose, J.; Zhang, H.; Tar'an, B.; Bett, K.E.; Vandenberg, A.; Warkentin, T.D.; Purves, R.W.** Genetic diversity of foliate profiles in seeds of common bean, lentil, chickpea and pea. *J. Food Compos. Anal.* 2015, 42, 134–140. [CrossRef]

**Jukanti, A.K.; Gaur, P.M.; Gowda, C.L.L.; Chibbar, R.N.** Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): A review. *Br. J. Nutr.* 2012, 108, S11–S26. [CrossRef] [PubMed]

-M-

**Maheri, N.; Chamani, M.; Sadeghi, A.A.; Aghazadeh, A.A.; Golshani, A.A.** Nutritional evaluation of kabuli and desi type chickpeas (*Cicer arietinum* L.) for ruminants using in vitro gas production technique. *Afr. J. Biotechnol.* 2008, 7, 2946–2951.

-N-

**Nwokolo, E.; Smartt, J.** *Food and Feed from Legumes and Oilseeds*; Chapman and Hall: London, UK, 1996;pp. 82, 84.

-O-

**Oomah, B. D., Patras A., Rawson A., Singh N., and Compos-Vega R. (2011).**

"Chemistry of pulses : Pulse foods: processing, quality and nutraceutical applications". *Amsterdam, Elsevier*, 475.

**Ouazib, M., Moussou, N, N., Oomah, B.D., Zaidi, F., and Wanasundara, P.K.J.P.D. 2015.** Effect of processing and germination on nutritional parameters and functional properties of chickpea (*Cicer arietinum* L.) from Algeria.", *Journal of Food Legumes*, 28(2), pp. 35-42.

## Références

---

-P-

**PATERSON A.H., BOWERS J.E., BUROW M.D., DRAYE X., ELSIK C.G., JIANG C.X., CATHERINE S.K., LAN T.H., LIN Y.R., MING R. et WRIGHT R.J.** 2000. Comparative genomics of plant chromosomes. *Plant cell*. In: MAOUGAL R. T.2004: Techniques de production d'inoculum Rhizobial. Etude de cas pois chiche (*Cicer arietinum*. L) : Inoculation et nodulation :magister en biotechnologies végétales -Université Mentouri, Constantine. Algérie.p15.

-R-

**Roy, F., Boye, I. J., & Simpson, B. K.** (2010). Bioactive proteins and peptide in pulse crops: Pea, chickpea and lentils. *Food Research International*, 43, 432–442.

-S-

**Sanjeeva, W. T., Wanasundara, J. P., Pietrasik, Z., and Shand, P. J.** (2010). "Characterization of chickpea (*Cicer arietinum* L.) flours and application in low-fat pork bologna as a model system." *Food Research International*, 43(2), 617-626.

**Saxena M.C.** 1984. The physiology of tropical fields crops.ed.John Wiley and Sons Ltd , London , pp:419-452.

**Smithson J.B.; Thompson J.A. and Summerfield R.J.** 1985. Chickpea (*Cicer arietinum* L.) .eds. R.J.SUMMERFIELD and ROBERTS H.J. Collins , London .pp.312-390.

**Singh K.B.**1997. Chickpea (*Cicer arietinum* L.) .Field crops research, 53(1-3): 161-170.

**Singh U.,** 1985. Nutritional quality of chickpea (*Cicer arietinum* l.): Current status and future research needs. *Quality plant foods Human Nutrition.*, **35**: 339-351.

**Singh F. and Diwakar B.,** 1995. Chickpea Botany and production Practices. Skill Development series ICRISAT India., **16** : 502-324.

**Singh, S., Raina, C. S., Bawa, A. S., & Saxena, D. C.** (2004). Sweet potato-based pasta product: optimization of ingredient levels using response surface methodology. *International Journal of Food Science and Technology*, 39, 191-200.**Summerfield R.J., Hadley P., Roberts E.H., Minchin F.R. and Rawsthorne S.** 1984. Sensitivity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to hot temperatures during the reproductive period. *Exp. Agri*, 20: 77-93.



## Références

---

**Summerfield R.J and Roberts. (1985).** (Cicer arietinum.L) .Reprinted with permission from: Handbook of flowering .Ed. Halevy A.H., C.R.S. Press INC, Boca Raton, Florida .Vol.1:92-99.

-V-

**Van Der Maesen L.J.G. 1987.**origin , history and taxonomy of chickpea, p .11-34. In :Saxena , M.C. et Singh, K.B. (ed) the chickpea.

-W-

**Wery J., Silim S.N., Kinght E.J., Malhotra R.S. and Cousin R. 1994.** Screening techniques and sources of tolerance to extremes of moisture and air temperature in cool season food legumes. Euphytica, 73 : 73-83.

-Z-

**Zhou, K., Slavin, M., Lutterodt, H., Whent, M., Michael Eskin, N.A., & Yu., L. (2013).**

Chapter I: Cereals and legums. Biochemistry of Foods.

DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-242352-9.00001-1>. Elsevier. pp. 24.

## Résumé

L'objectif de ce travail est d'évaluer l'effet du traitement thermique sur la valeur nutritionnelle et la teneur en protéine du pois chiche.

Les résultats obtenus, après le traitement à différentes températures : température ambiante, 100 °C et 180 °C ont montré que la température a provoqué une diminution significative de la teneur en protéines, cette diminution est proportionnelle avec l'augmentation de la température et caractérisée par une diminution des bandes électrophorétique pour la méthode d'électrophorèse.

La température de dénaturation dépend de la quantité de protéines mais ne dépend pas de la quantité de glucides.

La variation du pH du milieu provoque une modification de l'ionisation des divers groupes acido-basiques à la surface des protéines, ainsi, leurs charge globale est affectée. En effet, le pH joue un rôle majeur sur la solubilité des protéines. Ainsi, la plus haute solubilité des protéines du pois chiche est observée à pH variant de 2 à 5.6. En revanche, elle est très faible aux pH proche du point isoélectrique ( $pI=4,5$ ).

**Mot clés** : Pois chiche ; température, délipidation; pHi, protéines, glucides, Électrophorèse.

## summary

The objective of this work is to evaluate the effect of heat treatment on the nutritional value and protein content of chickpea.

The results obtained after the treatment at different temperatures: ambient temperature, 100 ° C. and 180 ° C. showed that the temperature caused a significant decrease in the protein content, this decrease being proportional to the increase in temperature and characterized By a reduction of the electrophoretic strips for the electrophoresis method.

The denaturation temperature depends on the amount of protein but does not depend on the amount of carbohydrates.

The variation of the pH of the medium causes a change in the ionization of the various acid-base groups on the surface of the proteins, thus their overall charge is affected. Indeed, pH plays a major role on the solubility of proteins. Thus, the highest solubility of chickpea proteins is observed at pH ranging from 2 to 5.6. On the other hand, it is very low at pH near the isoelectric point ( $pI = 4.5$ ).

Keywords: Chickpea; Temperature, delipidation; pHi, proteins, carbohydrates, electrophoresis.

## ملخص:

كان الهدف من هذه الدراسة هو تقييم تأثير المعالجة الحرارية على القيمة الغذائية ومحتوى الحمص من البروتين.

أظهرت درجة حرارة الغرفة، و 100 درجة مئوية، و 180 درجة مئوية، أنها تتسبب في إنخفاض كبير في محتوى البروتين، وهذا الانخفاض يتناسب مع الزيادة في درجة الحرارة، وتتميز النتائج التي تم الحصول عليها بعد العلاج عند درجات حرارة مختلفة بإنخفاض في القطع الكهربائية لطريقة الهجرة الكهربائية

درجة حرارة التشويه تعتمد على كمية البروتينات ولا تعتمد على كمية الكربوهيدرات.

التغير في درجة حموضة الوسط يتسبب في تغير التأين لمختلف فئات الحمض القاعدي على سطح البروتينات وبالتالي تتأثر شحنتهم الإجمالية، ودرجة الحموضة تلعب دورا رئيسيا في ذوبان البروتين، وهذا ما لوحظ في ذوبان البروتين بأعلى نسبة عند درجة الحموضة التي تتراوح ما بين 2 و 5.6، ومع ذلك تكون منخفضة جدا عندما تكون درجة الحموضة قريبة من نقطة التعادل الكهربائي 4.5.

## الكلمات المفتاح:

الحمص، درجة الحرارة، نزع الليبيدات، درجة الحموضة المثالية الخاصة، البروتينات، الغلوسيدات، طريقة الهجرة الكهربائية.