

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
*Université Djilali Bounaama - Khemis Miliana*



*Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre*

*Département de biologie*

*Filière : sciences biologiques*

*Option : microbiologie appliquée*

*Mémoire de Fin de Cycle*

*En vue de l'obtention du diplôme de Master en*

*Microbiologie appliquée*

*Thème*

*Effet d'extraits de quelques légumineuses sur quelques  
bactéries responsables de toxi-infection alimentaires*

*Présenté par :*

- *KAHLAL Ines*
- *MAHIOUT Youssra*
- *BOUNAGA Zhour*

*Devant le jury composé de :*

*Mme. OUAZIB.M*

*Mme. ZAOUADI. N*

*Mme. HALFAOUI. Z*

*Encadrante*

*Présidente*

*Examinatrice*

*Année universitaire : 2019 / 2020*

## ***Dédicaces***

***Grâce à Dieu tout puissant, j'ai achevé la réalisation de ce modeste travail que je tiens très chaleureusement à dédier à :***

***Ma maman chérie et mon papa qui m'ont encouragé et soutenu tout au long de mes études et pour leur patience. Que Dieu les protègent et les garde pour moi.***

***A mon adorable sœur, à mes très chères tantes, et cousines.***

***A mes très chers amis et camarades pour tous les moments d'échanges et de débats aux personnes qui m'ont toujours aidé et soutenu.***

***Ines***

### ***Dédicaces***

***Au début je remercie Allah de m'avoir donné le privilège de poursuivre mes études.***

***Je dédie ce mémoire :***

***À ma mère pour sa patience, sa disponibilité, son écoute permanente et son soutien sans égale dans les moments les plus difficiles de ma vie que dieu le garde pour moi.***

***À mes chers grands parents que dieu leur donne une longue vie.***

***À mon chère frère omar et ma très chère sœur Bakhta***

***À mon fiancé Islam qui m'a tout encouragé dans mon travail***

***À mes très chères tantes paternelle et maternelle.***

***À mes oncles paternels et maternels.***

***À mes cousines :Nada, Mouna, Amira, Fatima.***

***À mon binôme ines***

***À mon binôme youssra***

***Je n'oublierais jamais la générosité illimitée de mes amis surtout, Nadjet, Saliha, Hafidha, Amel, Zineb, Saida, Faiza, Ilham.***

***À mes camarades de la promotion et de la résidence Fulful Alarbi.***

***Zhour***

***Dédicaces :***

***D'un grand cœur je tiens à dédier ce travail à :***

***Mon très cher père aimable, honorable, Affable, pour son amour et son soutien, aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as jamais cessé de me donner.***

***A ma mère qui m'a appris à être courageuse, et pour son soutien moral.***

***Que dieu tout puissant vous donne une longue vie.***

***A mon très cher frère qui m'a tellement aidé.***

***A ma très chère grand-mère.***

***A mes chers cousins et cousines***

***A tous mes amis pour, leur soutien moral et sympathie.***

***A tous ceux qui me sont chers.***

***Yousra***

***Remerciements***

***Tout d'abord nous rendons grâce à Dieu, lui qui nous a permis d'être bien  
Portant afin d'effectuer ce travail du début jusqu'à la fin.***

***Nous remercions nos parents respectifs pour leurs soutiens durant notre  
Parcours universitaire.***

***Nos remerciements vont, à notre encadrante Mme OUAZIB. M  
, elle qui nous a guidés avec ses orientations, ses conseils et ses  
critiques tout au long de ce travail de recherche en nous laissant la liberté dont  
on avait besoins. On ne peut que lui être reconnaissant surtout pour ses qualités  
intellectuelles et humaines.***

***Nos remerciements vont aussi au membre du jury, pour l'honneur qu'ils nous ont  
fait en acceptant d'évaluer ce travail, Nous adressons également nos  
remerciements à Dr. GUETARNI chef département de biologie  
Et enfin, nous sommes reconnaissants envers tous les enseignants de  
l'Université Djilali Bounaama - Khemis Miliana  
et également à nos camarades, amis pour leurs  
aides précieuses.***

## Liste des tableaux :

N°	Titre	Page
I	Caractéristiques de survie, de croissance, et de toxigène de <i>Staphylococcus aureus</i> (De Buyser et Sutra, 2005)	07
II	Classification de <i>Staphylococcus aureus</i> (Sutra et al, 1998 ; Delarras, 2007).	08
III	La classification d' <i>Escherichia coli</i> selon (Bergey's ,2012)	12
IV	Les caractères biochimiques d' <i>Escherichia coli</i> (FAO,2013)	13
V	Classification de <i>Salmonella typhi</i> selon (Bergey's , 2001)	14
VI	La classification de <i>Pseudomonas aeruginosa</i> (Delarras, 2007).	17
VII	classification botanique des légumineuses (Aykroyd et Doghty, 1982)	22
VIII	compositions nutritionnelles de graines de légumineuses pour 100g (FAO,2013)	24
IX	composition en lysine, acides aminés soufrés et tryptophane de graines de légumineuses pour 100g. (Didier et al., 2018).	25
X	indice glycémique IG moyen des légumineuses (Martin et al .,2015)	28
XI	la position systématique du haricot (Guinard, 1998).	28
XII	valeur nutritionnelle moyenne de 100g et valeur énergétique (Kcal / 100g) de P. Vulgaris (Anonyme, 1995).	29
XIII	classification de <i>Cicer arietinum</i> (Cronquist, 1981 ; Guignard, 1980).	
XIV	Teneur et valeur énergétique de graines de pois chiche (pour 100g). (SINHA, 1980; Bourget, 1989; Iserin, 1997 ; Kellouche, 2005).	30
XV	classification de <i>Lens culinaris</i> (Cronquist, 1981).	31
XVI	Valeurs nutritionnelles moyennes pour 100g et valeur énergétique (Kcal/100g) de lentilles ( Metayer, 2015).	32

## Liste des figures:

N°	Titre	Page
01	Observation par microscope de la morphologie d'un groupe <i>Staphylococcus aureus</i> (Neuvillle,2020)	07
02	Classification botanique des légumineuses (Aykroyd et Doughty, 1982).	20
03	Azote assimilable par les légumineuses au niveau de la rhizosphère (Anonyme01).	23
04	Part des pays producteurs dans la production mondiale de légumineuses (2014) (FAO, 2016)	26
05	Figure 5: Superficies plantées en légumineuses dans la région Europe et Asie centrale (en ha, 2014) (FAO, 2014)	26
06	Evolution de la consommation des légumineuses en Algérie de 1995 à 1998 (L : lentilles ; HS : Haricots sec ; PC : Pois chiche ; FF : Fève féverole ; PS : Pois sec). (INRAA ,2001).	33
07	Protocole d'extraction des composes phénoliques (Mahmoudi, 2013).	47
08	Protocole de dosage des polyphénols totaux solubles (Mahmoudi, 2013).	48

## Résumé :

Les légumineuses (pois chiches, lentilles, haricots) appartiennent à la famille des fabacées, les graines des légumineuses occupent une place importante dans l'alimentation humaine. Elles constituent une source très importante de protéines végétales, polysaccharides (fibre, amidon) et des micronutriments (vitamines, trace minérales). L'objectif de ce travail est l'étude de l'activité de quelques extraits phénoliques de différents types de légumineuses sur (*Cicer arietinum L.*, *Phaseolus vulgaris L.*, *Lens culinaris Medik*) sur quelques bactéries responsables de toxi-infection alimentaire.

La préparation des extraits aqueux et éthanolique de trois types de légumineuses est réalisée par une macération : le dosage des polyphénols totaux a été basé sur une méthode utilisant le Folin ciocalteu (1N). Les tests antimicrobiens des différents extraits obtenus ont été testés sur des souches pathogènes suivant deux méthodes de diffusion sur milieu solide: méthode de diffusion en puits et méthodes de disque (aromatogramme).

Les graines de légumineuses, notamment les légumes secs, présentent des atouts indéniables pour la santé. En raison de leur faible index glycémique, ces derniers sont ainsi conseillés dans la prise en charge des patients atteints du diabète de type 2. La consommation de légumineuses peut être bénéfique pour la gestion du poids corporel et la prévention de l'obésité.

Les légumineuses ont la capacité de fixer l'azote atmosphérique grâce à une symbiose avec des bactéries du sol (rhizobium). Ainsi les légumineuses reposent leur nutrition azotée à la fois sur la fixation symbiotique et sur le prélèvement d'azote minéral par leurs racines

**Mots clés:** légumineuses, polyphénols, activité antimicrobienne, toxi-infection alimentaire.

## **Abstract :**

Legumes (chickpeas, lentils, beans) belong to the fabaceae family, the seeds of legumes occupy an important place in the human diet. They are a very important source of vegetable proteins, polysaccharides (fiber, starch) and micronutrients (vitamins, minerals). The objective of this work is the study of the activity of some phenolic extracts of different types of legumes (*Cicer arietinum L.*, *Phaseolus vulgaris L.*, *Lens culinaris Medik*) on some bacteria responsible for food poisoning.

The preparation of aqueous and ethanolic extracts of three types of legumes is carried out by maceration: the determination of total polyphenols was based on a method using Folin ciocalteu (1N). The antimicrobial tests of the different extracts obtained were tested on pathogenic strains using two solid media diffusion methods: well diffusion method and disc method (aromatogram).

Legume seeds, especially dry vegetables, have undeniable health benefits. Because of their low glycemic index, they are recommended in the treatment of patients with type 2 diabetes.

Consumption of legumes can be beneficial for body weight management and obesity prevention.

Legumes have the ability to fix atmospheric nitrogen through symbiosis with soil bacteria (rhizobium). Thus, legumes rely on both symbiotic nitrogen fixation and mineral nitrogen uptake by their roots.

**Keywords:** legumes, polyphenols, antimicrobial activities, food poisoning.

## ملخص

تنتمي البقوليات (الحمص، العدس، الفاصوليا) إلى عائلة البقول.

تحتل بذور البقوليات مكانة مهمة في غذاء الإنسان. وهي تشكل مصدرًا مهمًا جدًا للبروتينات النباتية والسكريات (الألياف) (والمغذيات الدقيقة) (الفيتامينات وآثار المعادن). الهدف من هذا العمل هو دراسة نشاط المستخلصات الفينولية لأنواع مختلفة من البقوليات على (*Lens culinaris Medik*، *Phaseolus vulgaris L.*، *Cicer arietinum L.*) على بعض البكتيريا المسببة للأمراض.

يتم تحضير المستخلصات المائية والإيثانولية لثلاثة أنواع من البقوليات عن طريق النقع: اعتمد تحديد إجمالي البوليفينول على طريقة باستخدام (Folinciocalteu (1N). تم اختبار الاختبارات المضادة للميكروبات للمستخلصات المختلفة التي تم الحصول عليها على السلالات الممرضة وفقًا لطريقتين للانتشار على وسط صلب: طريقة الانتشار في الأبار وطرق القرص (aromatogram).

تتمتع بذور البقوليات، وخاصة الخضار المجففة، بمزايا صحية لا يمكن إنكارها. نظرًا لانخفاض مؤشر نسبة السكر في الدم لديهم، يوصى بذلك في إدارة مرض السكري من النوع 2.

يمكن أن يكون استهلاك البقول مفيدًا للتحكم في وزن الجسم والوقاية من السمنة

تمتلك البقوليات القدرة على تثبيت النيتروجين في الغلاف الجوي من خلال التعايش مع بكتيريا التربة (الريزوبيوم).

وبالتالي تعتمد البقوليات على تغذيتها بالنيتروجين على كل من التثبيت التكافلي وامتصاص النيتروجين المعدني من جذورها الكلمات المفتاحية: البقوليات، البوليفينول، الأنشطة المضادة للميكروبات، الصحة.





**Table des matières :**

Introduction.....	01
Chapitre I : Toxi-infections Alimentaires	
1. Généralités .....	03
2.Définition .....	03
2.1. Infection alimentaire .....	03
2.2. Intoxication alimentaire .....	03
2.3. Toxi-infections alimentaires collectives (T.I.A.C) .....	03
3. Infections .....	04
3.1. Micro-organismes .....	04
3.2. Relation des microbes avec l’homme .....	05
3.3. Pouvoir pathogène .....	05
4. Etude de la toxine .....	05
4.1. Définition de la toxine .....	05
4. 2. Caractéristiques Générales des toxines bactériennes.....	05
4.2.1. Spécificités des toxines .....	06
4.3. Mécanisme d’action des toxines .....	06
5. Causes de toxi-infection alimentaire .....	06
6. Toxinogènes .....	07
1. <i>Staphylococcus aureus</i> .....	07
1.1.Définition .....	07
1.2.Classification .....	08
1.3.Habitat .....	08
1.4.Infections à <i>Staphylococcus aureus</i> .....	09
1.4.1. Chez l’homme .....	09
1.4.1.1.Types d’infections .....	09
1.4.1.2.Acquisition de l’infection .....	09
1.4.1.2.1. Infections communautaires .....	10

1.4.1.2.2. Infections nosocomiales .....	10
1.2.1. Clinique.....	10
1.4.2.1. Symptômes .....	10
1.4.2.2. Traitements disponibles et résistances aux antibiotiques .....	11
2. <i>Escherichia coli</i> .....	11
2.1. Historique.....	11
2.2. Définition.....	11
2.3. Classification.....	12
2.4. Habitat et Réservoir.....	12
2.5. Caractères bactériologiques.....	12
2.5.1. Caractères morphologiques et cultureux .....	12
2.5.2. Caractères biochimique .....	13
2.5. Pouvoir pathogène .....	13
2.6. Résistances aux antibiotiques.....	14
3. <i>Salmonella typhi</i> .....	14
3.1. Généralités .....	14
3.2. Classifications.....	15
3.3. Habitat.....	15
3.4. Pouvoir pathogène .....	15
3.4.1. Fièvres typhoïdes et paratyphoïdes .....	15
3.4.2. Gastro-entérites .....	16
3.5. Sensibilité aux antibiotiques .....	16
4. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	16

4.1. Généralités .....	16
4.2. Classification .....	17
4.3. Habitat .....	17
4.5. La multi résistance chez <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .....	17

7 .Comment éviter les toxi-infections alimentaires ? .....18

7.1. Rupture de la chaine du froid.....18

Chapitre II : généralités sur les légumineuses

1. Généralités.....	21
2. Importance des légumineuses.....	22
3. Classification botanique.....	23
4. Fixation de l'azote.....	23
5. Composition nutritionnelle des graines des légumineuses.....	24

5.1. Valeur nutritive.....24

5.2. Profil des acides aminés..... 26

6. Production mondiale des légumineuses.....27

7. Conservation des légumineuses .....28

7.1. Conserver et préparer les légumineuses .....28

8. Présentation des légumineuses étudiées .....28

8.1. Haricot .....28

8.1.1. Systématique ..... 29

8.1.2. Valeur nutritionnelle ..... 29

8.2. Pois chiche ..... 30

8.2.1. Systématique..... 30

8.2.2. Composition biochimique ..... 30

8.3. Lentilles .....31

8.3.1. Systématique .....	32
8.3.2. Valeur nutritionnelle .....	32
9. Evolution des légumineuses alimentaires en Algérie .....	33
1. Généralité.....	33
2. Les composés phénoliques.....	35
2.1. Phénols et polyphénols .....	35
2.1.1. Flavonoïdes .....	35
2.1.2. Acide phénolique.....	36
2.1.3. Tanins :.....	36
2.2. Terpénoïdes et stéroïdes.....	37
2.3. Alcaloïdes .....	38
3. Biodisponibilité des polyphénols .....	38
4. Activité Antimicrobienne Des Polyphénols.....	43
4. 1. La phytothérapie .....	43
4.1.2. La phytothérapie en Algérie.....	43
4.2.1. Les acides phénoliques.....	44
4.2.2. Les coumarines .....	44
4. 2.3. Les flavonoïdes.....	44
Chapitre III : Approche méthodologique	
I. Matériel et méthode .....	47
1.1. Matériel végétal.....	47
1.1.1. Origine de l'échantillon .....	47
1.1.2. Broyage .....	47

1.2. Dosage des composés phénoliques .....	47
1.2.1. Extraction .....	47
1.2.2. Dosage des phénols.....	49
1.3. Activité antibactérienne .....	50
1.3.1. Matériel biologique .....	50
1.3.4. Préparation des suspensions bactériennes.....	50
1.3.5. Ensemencement des boîtes.....	50
1.3.6. Méthode de diffusion sur milieux solides.....	51
1.3.6.1. Méthode de l'aromatogramme .....	51
1.3.6.2. Méthode de diffusion par puits .....	51
Conclusion .....	52
Références bibliographiques .....	54

## INTRODUCTION

Selon l'organisation mondiale de la santé, les maladies infectieuses arrivent toujours au deuxième rang des principales causes de mortalité dans le monde **(OMS, 2007)**. La thérapeutique des infections bactériennes se base principalement sur l'usage des antibiotiques et leur prescription à grande échelle et parfois inappropriée et peut entraîner la sélection des souches multi-résistantes d'où l'importance d'orienter les recherches vers la découverte de nouvelles voies qui constituent une source d'inspiration de nouveaux médicaments à base de plantes **(Billing et Sherman, 1998)**.

Cependant, l'utilisation des plantes supérieures à des fins thérapeutiques est une pratique courante depuis des millénaires. Ce phénomène a eu un regain d'intérêt avec les premières recherches sur les propriétés antimicrobiennes des plantes pour tenter de donner une base scientifique à ces pratiques empiriques **(Osborn, 1943 ; Atinkson, 1946 ; Mela, 1950)**. Ces plantes ont l'aptitude de synthétiser des métabolites secondaires d'une grande diversité chimique, possédant un large éventail d'activités biologiques **(Jaccot et Campillo, 2003)**.

L'objectif de cette présente étude consiste à tester l'activité antimicrobienne des extraits des légumineuses sur les bactéries responsables de toxi-infections Alimentaires, elle est subdivisée en trois parties :

- Etude des intoxications alimentaires, les principaux germes responsables de toxi-infections alimentaires.
- Généralités sur les légumineuses.
- Effet d'extraits de quelques légumineuses sur quelques bactéries responsables de toxi-infection alimentaire.

# ***Chapitre I***

## ***Toxi-infections Alimentaires***

## 1. Généralités

La plupart des maladies bactériennes se traduisent par des symptômes gastro-intestinaux survenant plus ou moins rapidement après la consommation d'un repas. Pour cette raison, elles sont désignées sous terme générique telles que :

- Intoxication alimentaire, toxi-infection alimentaire, empoisonnement alimentaire, aucune n'est correcte pour pouvoir englober à la fois des infections, des toxi-infections, et des intoxications à symptômes gastro-intestinaux ou vasculaires ou nerveux.

Dans les pays en voie de développement, les intoxications alimentaires sont favorisées par :

- Le climat chaud de la plupart d'entre eux.
- Le manque de développement des services d'hygiène qui rend tout contrôle impossible.
- La pénurie des vivres qui pousse le consommateur à consommer des vivres alternatifs

Dans le pays dits développés, particulièrement dans le pays d'Europe Occidentale, il existe un contrôle prophylactique rigoureux, cependant la concentration de plus en plus grande des populations aboutit à des transports et des manipulations nombreuses qui sont souvent la cause de la contamination. Celles-ci ont lieu en été surtout car les bactéries se développent d'autant plus rapidement quand la température est plus élevée (OMS, 2002).

## 2. Définition

### 2.1. Infection alimentaire

Les infections alimentaires sont des maladies d'origine alimentaire qui surviennent lors de l'ingestion d'aliments ou de boissons contaminées par des microorganismes pathogène (bactéries, virus, parasites), suivie d'une multiplication dans l'hôte, accompagnée par une invasion tissulaire et / ou la libération de toxines qui causent par la suite des troubles (Prescott et al., 2010).

### 2.2. Intoxication alimentaire

Les intoxications alimentaires résultent de l'ingestion d'aliments contaminés des germes qui prolifèrent dans l'aliment et/ ou dans le tube digestif du consommateur. Ces germes peuvent être pathogènes ou reconnus normalement non pathogènes (Bousseboua, 2005).

### 2.3. Toxi-infections alimentaires collectives (T.I.A.C)

Une TIAC est définie par l'incidence de deux cas ou plus, d'une maladie similaire à symptomatologie gastro-intestinale le plus souvent, dont la cause peut être rapportée à une même origine alimentaire (Delmas et al., 2006).

Le diagnostic d'une TIAC est immédiatement évoqué lorsque plusieurs personnes appartenant à une même collectivité sont subitement victimes d'une « indigestion ». Mais l'unité de temps (simultanéité des cas) et l'unité de lieu (focalisation des cas) ne sont pas constamment observées. Dans plus de 90% des cas, c'est devant une gastro-entérite aiguë typique, associant de façon variable nausées, crampes épigastriques, vomissement, diarrhée, fièvres, hypotension que se pose le diagnostic. Les formes sévères avec déshydratation s'observent aux âges extrêmes de la vie, justifiant un taux d'hospitalisation compris entre 5 et 10%. Mais il existe aussi des formes atypiques pouvant égarer le diagnostic (**Malvy et al., 1996**).

Il y a trois mécanismes principaux sont responsables de l'activité pathogène des agents responsables des TIAC :

- Action invasive par colonisation ou ulcération de la muqueuse intestinale avec inflammation. La colonisation est habituellement iléo-colique et destruction villositaire importante. Les selles sont alors glaireuses, riches en polynucléaires, parfois sanglantes.
- Action cytotoxique avec production d'une toxine protéique entraînant une destruction cellulaire.
- Action entérotoxigène entraînant une stimulation de la sécrétion. La toxine libérée par certaines bactéries au sein même de l'aliment est responsable de tableau clinique : la multiplication bactérienne intra-intestinale étant soit absente soit tout à fait secondaire.
- Il n'y a pas de destruction cellulaire ou villositaire. La diarrhée est aqueuse, il n'y a pas de leucocytes, ni de sang dans les selles. La diarrhée cesse en 3 à 5 jours, dès que la population entérocytaire s'est régénérée ou a retrouvé une fonction normale (**Malvy et al., 1996**)

### 3. Infections

#### 3.1. Micro-organismes

Il existe quatre catégories de micro-organismes :

- Virus: organismes unicellulaires de constitution rudimentaire constitués d'un matériel génétique enfermé dans une coque protectrice.
- Bactéries: organismes unicellulaires procaryotes : ne possèdent pas un noyau mais possèdent un cytoplasme et une membrane cytoplasmique.
- Organismes végétaux : champignons, levures.
- Organismes animaux (**Courpstin et al., 1987**).

## 3.2.Relation des microbes avec l'homme

La transmission des germes se fait par contamination directe ou indirecte, les micro-organismes se divisent en 2 groupes :

- Saprophyte : s'alimente de matières organiques mortes : contact accidentel.
- Parasite : vit au dépend d'un autre individu :
  - Commensal : le parasite profite de la situation, pas d'avantage pour l'homme.
  - Symbiose : les deux éléments trouvent l'association avantageuse.
  - Agent pathogène : provoque des troubles (Courpstin et al., 1987).

## 3.3.Pouvoir pathogène

Le pouvoir pathogène est la faculté à se multiplier et créer des troubles morbides et ou produire des toxines. L'homme sain a deux types de moyens de défense :

- Population microbienne physiologique qui empêche le germe de s'implanter.
- Lutte permanente de l'organisme :
  - Phagocytose.
  - Système immunitaire.

La bactérie se défend grâce à une capsule qui empêche les globules blancs de la détruire par phagocytose (Courpstin et al., 1987).

## 4. Etude de la toxine

### 4.1.Définition de la toxine

La toxine donnée par le petit Larousse de toxine est la suivante. Poison produit par des parasites (microbes, vers), par certains champignons. « Poison : toute substance qui détruit ou altère les fonctions vitales », De très nombreuses substances correspondent à ces définitions. C'est ainsi qu'en médecine, tant humaine que vétérinaire, on entend par toxine une substance à poids moléculaires élevé, Souvent produite par des bactéries (la bouline élaborée par *Clostridium botulinum*).

### 4.2.Caractéristiques générales des toxines bactériennes :

Il est à ce jour reconnu que l'on dénombre 325 toxines bactériennes, dont la plupart sont de nature protéique; 175 d'entre elles (environ 55 %) sont produites par des bactéries Gram négatif et 150 (les autres 45 %), par des bactéries Gram positif. Ce sont ces dernières qui nous intéressent, compte tenu de notre sujet : l'hygiène des denrées alimentaires (Alouf et al., 1999).

## 4.2.1. Spécificités des toxines

La production de toxines n'est pas une particularité bactérienne, car de nombreuses espèces animales ou végétales en produisent également. Mais, parmi les bactéries qui sont pathogènes, alors que les bactéries invasives attaquent les cellules directement, les bactéries toxigènes agressent celles-ci à distance.

Parmi les modèles de pathogénicité les bactéries toxigènes sont l'un des modèles les plus élémentaires ; en effet, la bactérie produit un composé spécifique : sa toxine qui, elle seule, détermine l'ensemble des manifestations pathologiques spécifiques. Et pourtant, les mécanismes d'action des bactéries toxigènes sont particulièrement sophistiqués (**Catsaras, 2001**).

## 4.3. Mécanisme d'action des toxines

Les effets biologiques des toxines peuvent être envisagés sur 4 niveaux de structure :

→ Niveau 1 : Organes et tissus.

A ces niveaux, elles sont classées en neurotoxines, cardiotoxines entérotoxines et néphrotoxines.

→ Niveau 2 : Cellules.

Les toxines seront considérées en fonction de leur cytopathogénicité comme des leucocidines, hémolysines, cytotoxines, dermatotoxines.

→ Niveau 3 : Subcellulaires.

Au niveau des membranes et organites intracellulaire : (réaction anaphylactique) exp : action au niveau des mastocytes.

→ Niveau 4 : Système moléculaire (**Rosset et Beaufort, 1983**).

## 5. Causes de toxi-infection alimentaire

Il existe trois sortes de toxi-infection alimentaires :

- Les toxi-infections alimentaires à symptomatologie digestive sont les plus fréquentes mais bénignes, mais toutes peuvent causer des états très graves si le traitement n'est pas instauré.
- Les toxi-infections alimentaires à symptomatologie nerveuse ou botulisme, rare mais habituellement graves.
- Les toxi-infections alimentaires vaso-motrices, rares et bénignes. L'action de surveiller la nourriture « de la fourche à la fourchette » pour s'assurer qu'elle ne provoquera pas de maladie transmise par voie alimentaire est connue comme sous le terme de sécurité alimentaire (**Marteau et al., 2001**).

**6. Toxinogènes :**

C'est le processus de production d'une toxine, sécrétée par la bactérie à l'endroit où elle se trouve. Nous distinguons deux types de toxines :

- Les exotoxines.
- Les endotoxines (**L'arpent, 1997**).

**6.1. *Staphylococcus aureus* :**

**6.1.1. Définition :**

*Staphylococcus aureus* est une coque à coloration de Gram+. Il mesure de 0,5 à 1 µm de diamètre (**Figure01**), ne sporule pas, est immobile, aéro-anaérobie facultatif et possède une catalase et une coagulase. *Staphylococcus aureus*, espèce type du genre *Staphylococcus*, parfois appelée Staphylocoque doré, produit de nombreuses toxines (**Buyser et Sutra, 2005**). Les caractéristiques de *Staphylococcus aureus* sont mentionnées dans le (**tableau I**).



Figure 1: Observation par microscope de la morphologie d'un groupe *Staphylococcus aureus* (**Neuville,2020**)

**Tableau I: Caractéristiques de survie, de croissance, et de toxinogène de *Staphylococcus aureus* (De Buyser et Sutra, 2005)**

Paramètre	Optimum	Extrêmes	Production	Limites	de
Croissance	Croissance	Toxines	optimale Toxine	production	
Température°C	35 – 41	6 – 48	34 – 40	10 – 45	
Ph	6 – 7	4 – 10	7 – 8	5 – 9,6	
Aw	0,99	0,83 – 0,99	0,99	0,86 – 0,99	
Nacl (%)	0 – 4	0 – 10	0 – 4	0 – 10	

Atmosphère	Aérobie	Aéro-anaérobie	Aérobie	Aéro-anaérobie
------------	---------	----------------	---------	----------------

**6.1.2. Classification:**

La classification de *Staphylococcus aureus* est figurée dans le tableau II

**Tableau II: Classification de *Staphylococcus aureus* (Sutra et al, 1998 ; Delarras, 2007).**

<b>Règne</b>	<b>Bacteria</b>
<b>Phylum</b>	Firmicutes
<b>Classe</b>	Bacilli
<b>Ordre</b>	Bacillales
<b>Famille</b>	Staphylococcaceae
<b>Genre</b>	<i>Staphylococcus</i>

**6.1.3. Habitat:**

Les bactéries du genre *Staphylococcus* sont ubiquitaires, peu exigeantes et capables de vivre dans de nombreux sites, essentiellement en saprophyte de l’environnement extérieur ; mais aussi en commensal des épithéliums cutanés et muqueux des hommes et des animaux. L’homme constitue un réservoir de plusieurs espèces de Staphylocoques, dont *Staphylococcus aureus*. La bactérie colonise la peau, le tube digestif et la région périnéale des nouveau-nés puis reste en portage chronique chez 20% des individus sains et en portage intermittent chez 30 à 50% d’entre eux. Les porteurs chroniques sont colonisés par une souche présente en forte densité, au contraire des porteurs intermittents colonisés par des clones différents au fil du temps et présents à des densités plus faibles. De ce fait, les porteurs chroniques, sont plus à risque d’infection (Wertheim et al, 2005).

Différents facteurs de risque de colonisation liés à l’hôte sont identifiés :

- Les sujets masculins ;
- Un âge supérieur à 60 ans ;

- L'éthylisme chronique ;
- Le diabète ;
- La présence d'un néoplasie ;
- D'une insuffisance rénale terminale ou encore les pathologies pulmonaires chroniques (Wertheim et al., 2005).

### 6.1.4. Infections à *Staphylococcus aureus* :

#### 6.1.4.1. Chez l'homme:

##### 6.4.1.1.Types d'infections :

*Staphylococcus aureus* est une bactérie pathogène pouvant être responsable de différents types d'infections, selon la nature de la souche et la qualité de la réponse immunitaire de l'hôte. La sécrétion de toxines in vivo lors d'une infection par *Staphylococcus aureus* peut entraîner des pathologies sévères telles que le syndrome du choc toxique, rare mais fatal. (Delsolar et al., 1987). La sécrétion d'entérotoxines, quant à elle, peut entraîner une intoxication alimentaire suite à l'ingestion d'aliments contaminés (Soares et al., 1997). *Staphylococcus aureus* est responsable d'infections cutanéomuqueuses suite à sa pénétration au travers de l'épithélium, notamment à la faveur d'une brèche. Ces infections peuvent rester locales, mais peuvent aussi être le point de départ de suppurations profondes ou d'infections généralisées et conduire à une septicémie éventuellement accompagnée d'une Purpura fulminans (Jarraud, 2002).

##### 1.4.1.2.Acquisition de l'infection :

Chez l'homme, il est distingué 2 types d'infections staphylococciques :

- Les infections acquises en communauté ;
- Et infections nosocomiales, acquises en établissement de santé (Ferry et al., 2005)

##### 6.1.4.1.2.1.Infections communautaires :

Au sein d'une communauté (ex. internats, maisons de retraite, casernes militaires) la majorité des infections à *Staphylococcus aureus* sont des infections de la peau ou des tissus mous.

Néanmoins, des cas mortels ont aussi été rapportés, comme des pneumonies nécrosantes ou des septicémies. Les infections communautaires sont plus fréquentes chez les enfants en bonne santé que chez les adultes. Ces études réalisées sur des échantillons aléatoires d'individus immunocompétents montrent qu'il ne semble exister aucune prédisposition particulière à l'infections. Ainsi, malgré un système immunitaire fonctionnel, il existe une grande variabilité de sensibilité à l'infection par *Staphylococcus aureus* et les causes de cette variabilité sont encore mal connues (Miller et al., 2009).

### 6.1.4.1.2. Infections nosocomiales :

Selon l'OMS, les infections nosocomiales sont des infections survenant chez un patient admis à l'hôpital ou dans un autre établissement de santé pour une raison autre que cette infection et chez qui elle n'était ni présente ni en incubation au moment de l'admission à l'hôpital. *Staphylococcus aureus* est la principale cause bactérienne, d'infections de la peau et des tissus mous, d'endocardites et de pneumonies. La mortalité due à une infection par *Staphylococcus aureus* ne cesse de croître, en raison notamment de l'émergence de résistances multiples aux antibiotiques. Les individus les plus touchés sont les personnes âgées, les jeunes enfants ou les immunodéprimés, ayant un système immunitaire moins compétents et plus affaibli. La transmission dans les hôpitaux peut être manuportée dans le cas d'une hygiène insuffisante du personnel soignant ou bien provenir du matériel médical comme les aiguilles de suture, les prothèses ou encore les dispositifs intra vasculaires tels que cathéters et valves cardiaque artificielle (Lowy, 2003).

### 6.1.4.2. Clinique

#### 6.1.4.2.1. Symptômes:

Dans le cas d'intoxications alimentaires, il est observé habituellement des vomissements violents souvent accompagnés de diarrhées pendant un à deux jours, suivis d'une guérison complète. La FDA (Food and Drug Administration) rapporte que le décès d'un individu suite à une intoxication alimentaire par *Staphylococcus aureus* est un évènement très rare (Leloir et al., 2003).

### 6.1.4.2.2. Traitements disponibles et résistances aux antibiotiques :

Dans les années 1940, la pénicilline permit la guérison de patients d'infections auparavant mortelles, signant le début de l'ère de l'antibiothérapie. Néanmoins en 1942, apparut la première souche de *Staphylococcus aureus* résistante à la pénicilline (**Benhamou, 2005**). Par leur nouvel avantage sélectif, ces souches résistantes sont rapidement devenues majoritaires, rendant la pénicilline inefficace contre près de 90% des souches de *Staphylococcus aureus*. (**Benhamou, 2005**). Le développement de nouvelles molécules efficaces contre ces souches, telles que la méticilline, a alors permis de poursuivre la lutte contre *Staphylococcus aureus*. Malheureusement, quelques années seulement ont été suffisantes pour voir émerger 10 premières souches résistantes à la méticilline, avec la première souche résistante isolée en 1961 (**Tremblay, 2008**).

En conclusion, le choix de l'antibiothérapie doit être réfléchi en fonction de la souche en cause, de la localisation et de la gravité de l'infection, du niveau d'immunocompétence et d'éventuelles allergies du patient.

### 6.2. *Escherichia coli* :

#### 6.2.1. Historique :

En 1885, l'allemand Theodor Escherich décrit pour la première fois la bactérie *Escherichia coli*, bactérie isolée à partir de selles de nourrissons, qu'il nomma tout d'abord *Bactérium coli* puis renommée *Escherichia coli* (*E. coli*) en 1895 par Migula (**Denis et al., 2007**).

#### 6.2.2. Définition :

Le genre *Escherichia* comprend plusieurs espèces, dont seule *Escherichia coli* (colibacille) est potentiellement pathogène pour l'homme. *Escherichia coli* est l'espèce bactérienne qui a été la plus étudiée par les fundamentalistes pour des travaux de physiologie et de génétique (**Avril et al., 2000**). Il représente l'espèce dominante de la flore intestinale aérobie, ou il participe à la barrière intestinale en arrêtant la croissance d'espèces bactériennes nuisibles. La colonisation du tube digestif commence dès les premières heures après la naissance et le rythme de division d'*E. coli* lui permet de garder pendant toute la vie de l'individu sa place dominante dans la flore (une division toute les 20 min à 37°C et en conditions favorables). La présence de cette bactérie dans

le sol, l'eau et/ou les aliments témoigne d'une contamination fécale et suggère la possibilité que d'autres bactéries ou virus d'origine digestive s'y trouvent. Sa présence rend l'eau ou les aliments impropres à l'utilisation ou à la consommation (Aril, 1987).

### 6.2.3. Classification :

La classification d'*Escherichia coli* est illustrée dans le tableau III

**Tableau III La classification d'*Escherichia coli* selon (Bergey's ,2012)**

<b>Règne</b>	<b>Bacteria</b>
<b>Embranchement</b>	Proteobacteri
<b>Classe</b>	Gamma proteobacteria
<b>Ordre</b>	Enterobacteriales
<b>Famille</b>	Enterobacteriaceae
<b>Genre</b>	<i>Escherichia</i>
<b>Espèce</b>	<i>Escherichia coli</i>

### 6.2.4. Habitat et Réservoir:

Bactérie commensale du tube digestif, *Escherichia coli* est l'espèce la plus importante des anaérobies facultatives de l'intestin, elle est retrouvée à un taux de 10 bactéries par gramme de fèces. La présence d'*Escherichia coli* dans l'eau est témoin d'une contamination fécale qui la rend impropre à la consommation pour l'homme et l'animal (James et al., 2004).

### 6.2.5. Caractères bactériologiques :

#### 6.2.5.1. Caractères morphologiques et cultureux :

*Escherichia coli* ou colibacille est une bactérie non sporulée mesurant 2 à 4 µm de long sur 0,4 à 0,6 µm de large. C'est une bactérie fine et allongée à extrémités arrondies, mobile grâce à une ciliature péritriche. Elle se développe en 24 heures à 37°C sur les milieux gélosés en donnant des colonies rondes, lisses, les colonies sont généralement lactose positif. Sur gélose au sang, elles peuvent être hémolytiques (Avril et al, 2000).

**6.2.5.2. Caractères biochimique :**

*Escherichia coli* possède une catalase mais elle est dépourvue d'oxydase. L'étude d'activités enzymatiques de la fermentation des sucres est réalisée à l'aide de micro-méthodes validées disponibles dans le commerce sous forme de galeries. Ces dernières permettent l'identification de cette bactérie ainsi que le diagnostic différentiel avec les autres bactéries de la même famille (Avril et al, 2006). Ces caractères sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau IV : Les caractères biochimiques d'*Escherichia coli***

Test	GLU	Lac	H2S	GAZ	CZ	ONIG	GEL	MAL	NIT
Résultat	+	+	-	+	-	+	-	-	-

Test	LDS	ODS	ADH	UBE	TDA	END	RM	JP	ESC
Résultat	+/-	+/-	+/-	-	-	+	+	-	-

+ : caractères positifs ; - : caractères négatifs ; +/- : caractères inconstants.

**6.2.6. Pouvoir pathogène :**

*Escherichia Coli* est responsable d'infections extra-intestinales :

- Infections urinaires ;
- Infections abdominales
- Infections méningées néonatales (E. coli KI) ;
- Et septicémie avec choc septique due à l'endotoxine O.

L'existence des diarrhées à E. coli est connue depuis 1940. Ces diarrhées sont dues à des souches de sérotypes particuliers qui provoquent soit des cas sporadiques, soit des petites épidémies (Avril et al., 2000).

**6.2.7. Résistances aux antibiotiques :**

Le comportement d'*Escherichia coli* vis-à-vis des antibiotiques apparaît remarquablement stable depuis 1969 ; il est toutefois à noter un très lent, mais réel accroissement de la résistance aux aminopénicillines ainsi qu'aux associations

triméthoprime-sulfamides. En 1986, les fréquences de résistance n'atteignent ou ne dépassent 30% des souches que pour l'aminopénicilline, la streptomycine, la tétracycline et les sulfamides (Soussy, 1988).

### **6.3. *Salmonella typhi* :**

#### **6.3.1. Généralités :**

Les salmonelles font partie de la famille Enterobacteriaceae. Les membres de cette famille sont appelés entérobactéries ou bactéries entériques, puisqu'elles habitent l'intestin. Plus particulièrement, cette famille contient des bactéries Gram négative de forme bâtonnet droit à flagelles péritriches mobiles, ayant une respiration anaérobie facultative et des besoins nutritifs simples en différents métaux tels que le zinc pour la formation de cofacteurs, le fer pour supporter la croissance et la survie bactérienne et le manganèse dans certains mécanismes de virulence. Le genre *Salmonella* contient des bactéries mobiles avec des flagelles péri triches. *Salmonella typhi* fermente le glucose, mais pas le saccharose et le lactose. C'est une bactérie qui peut pousser entre 7 et 48°C. Toutefois, sa température optimale est à 37°C, ce qui fait d'elle une bactérie mésophile. De plus, son pH optimal se situe entre 6 et 7 ; mais elle peut croître en présence d'un pH variant entre 4 et 9 (Lepage, 2009).

#### **6.3.2. Classifications :**

La classification de *Salmonella typhi* selon Bergey's 2001 est la suivante (Tableau V).

**Tableau V: Classification de *Salmonella typhi* selon (Bergey's , 2001)**

<b>Règne</b>	<b>Bacteria</b>
<b>Phylum</b>	Proteobacteria
<b>Classe</b>	Gamaproteobacteria
<b>Ordre</b>	Enterobacteriales
<b>Famille</b>	Enterobacteriaceae
<b>Genre</b>	<i>Salmonella</i>
<b>Espèce</b>	<i>Salmonella typhi</i>

### 6.3.3. Habitat :

Les salmonelles peuvent être isolées de l'intestin de nombreuses espèces animales. Il s'agit d'agents Zoonotiques. Les animaux constituent un réservoir et la dissémination dans l'environnement provient essentiellement de contamination fécale (**Berends et al., 1996 et Hanes, 2003**). *Salmonella typhi* peuvent en outre survie quelques mois dans les aliments secs non acidifiés, sur les tiges et les feuilles des végétaux ensilés et plus d'un an dans les poussières, le duvet et les matières fécales bovines (**Gray et Fedorkagray, 2011**).

### 6.3.4. Pouvoir pathogène :

La salmonellose est une maladie infectieuse causée par un groupe de bactéries appelé Salmonelle ; les personnes qui consomment des aliments contaminés par la Salmonelle sont susceptibles de contracter la salmonellose. Les trois types de symptômes de la salmonellose sont :

#### 6.3.4.1. Fièvres typhoïde et paratyphoïde :

Sont provoquées par quatre sérovars de salmonella, strictement humains, antigéniquement distincts mais de pouvoir pathogène similaire : *Salmonella Typhi*, *Salmonella Paratyphi A*, *Salmonella Paratyphi B*, et *Salmonella Paratyphi C*. Les Salmonelles sont ingérées avec une boisson ou un aliment contaminé. Les Salmonelles responsables des fièvres typhoïdes ayant l'homme pour seul réservoir, la contamination se fait par ingestion d'eau ou d'aliments ayant subi une contamination fécale d'origine humaine. Comme toutes les maladies à transmission oro-fécale, ces fièvres surviennent le plus souvent dans des zones où l'hygiène est précaire. Les données mondiales font état de 17 millions de cas de fièvre typhoïde, et de 600000morts (**Hu and Kopecko, 2003**).

#### 6.3.4.2. Gastro-entérites :

Sont provoquées par des Salmonella ubiquistes présentes chez l'homme et les animaux. La durée d'incubation est généralement de 1 à 2 jours et dépend de la dose ingérée, de la santé de l'hôte et des caractéristiques de la souche de *Salmonella typhi*. Les principaux symptômes de la salmonellose (infections non typhoïdiques) sont la diarrhée non sanglante, les douleurs abdominales, la fièvre, les nausées et des vomissements qui surviennent généralement 12 à 36 heures après l'ingestion (**Avril et al., 1992**).

**6.3.5. Sensibilité aux antibiotiques :**

Les salmonelles responsables des fièvres typhoïdes sont très sensibles à la plupart des antibiotiques actifs sur les bacilles à Gram négatif. En particulier au chloramphénicol, à l'ampicilline, aux céphalosporines, aux tétracyclines et au triméthoprime-sulfaméthoxazole. Cependant, dans certains pays en voie de développement, on a décrit des souches de Salmonelles typhi résistantes au chloramphénicol du fait de l'acquisition d'un plasmide résistances. Ces souches ont été responsables d'épidémies meurtrières.

Les souches de Salmonelles à l'origine de toxi-infections sont beaucoup plus souvent résistantes à plusieurs antibiotiques du fait de l'acquisition de plasmides codant pour des résistances multiples. Cela est probablement lié à l'usage très répandu des antibiotiques chez les animaux qui constituent le réservoir de ces bactéries (**Leminor, 1982**).

**6.4. *Pseudomonas aeruginosa* :****6.4.1. Généralités :**

Il s'agit d'un bacille à Gram négatif en forme de bâtonnet de 1 à 3  $\mu\text{m}$  de large. *Pseudomonas aeruginosa* est une bactérie dépourvue de spores et de capsules, mobile grâce à la présence d'un flagelle monotriche polaire (**Hafian et Ravaoavino, 2008**). C'est une bactérie mésophile capable de se développer dans des températures allant de +4°C à +45°C avec une température optimale de croissance entre 30 et 37°C. *Pseudomonas aeruginosa* est une bactérie aérobie possédant un métabolisme oxydatif, mais en absence d'oxygène, elle peut utiliser les nitrates comme accepteur d'électrons (**Van Alst et al., 2009**)

**6.4.2. Classification :**

La classification de *Pseudomonas aeruginosa* est mentionnée dans le tableau suivant :

Tableau VI : La classification de *Pseudomonas aeruginosa* (Delarras, 2007).

<b>Règne</b>	<b>Bacteria</b>
<b>Phylum</b>	Proteobacteria
<b>Classe</b>	B-Proteobacteria
<b>Ordre</b>	Pseudomonadales
<b>Famille</b>	Pseudomonadaceae
<b>Genre</b>	<i>Pseudomonas</i>
<b>Espèce</b>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>

#### 6.4.3. Habitat :

*Pseudomonas aeruginosa* est une bactérie ubiquitaire retrouvée dans l'environnement (sols, eaux ...) (Lister et al., 2009) sous forme planctonique, ou à l'état sessile dans un biofilm. (Costerton et al., 1995).

Le Pouvoir pathogène de *Pseudomonas aeruginosa* est un pathogène opportuniste responsable d'infection nosocomiale grave, d'infection potentiellement mortelle chez les personnes immunodéprimées et d'infection chroniques chez les patients atteints de la mucoviscidose. La virulence de la bactérie dépend d'un grand nombre de facteurs associés aux cellules et extracellulaires. Les facteurs de virulence jouent un rôle important dans la colonisation, la survie de la bactérie et l'invasion des tissus. Il existe deux types de facteurs de virulence : les facteurs impliqués dans l'infection aigue : ces facteurs sont soit à la surface de *Pseudomonas aeruginosa* soit sécrétés (Ben Hajkhalifa et al., 2011)

#### 6.4.4. La multi résistance chez *Pseudomonas aeruginosa* :

*Pseudomonas aeruginosa* est un pathogène nosocomial majeur, en particulier chez les patients atteints de mucoviscidose et dans les services des souches multi résistantes de *Pseudomonas aeruginosa* (PAMR) et les phénomènes épidémiques locaux qui en résultent sont donc particulièrement inquiétants. Ces souches sont définies par la résistance à au moins trois des quatre principales classes d'antibiotiques anti pseudomonas (pénicillines /Céphalosporines/monobactames, carbapénèmes, aminosides et fluoroquinolones).

Elles cumulent constamment plusieurs mécanismes de résistance aux antibiotiques (efflux, imperméabilité, modification du site d'action ou inactivation enzymatique), conséquences d'évènements génétiques multiples (mutations et/ou transfert horizontal de gènes de résistances).

La pression de sélection induite par une ou plusieurs antibiothérapies préalables est le principal facteur de risque d'infection à PAMR (**Francois et Michel, 2010**)

## **7. Comment éviter les toxi-infections alimentaires ?**

Sur un plan général, il est toujours préférable de consommer de la viande et des ovo produits cuits plutôt que crus. La cuisson est un facteur important de sécurité. Or, de nouvelles habitudes alimentaires et des modes venues d'ailleurs poussent à la consommation d'aliments crus ou peu cuits, et donc plus susceptibles d'être contaminés. En général, les bactéries se trouvent en surface c'est donc la cuisson qui permet de les détruire. Le fait de hacher la viande pousse les bactéries vers l'intérieur du steak ou elles peuvent rester viables si la cuisson à cœur est insuffisante. Il en va de même pour le lait (**Jean, 2011**).

### **7.1. Rupture de la chaîne du froid :**

Quant au consommateur, son information doit se compléter et sa vigilance s'exercer pour éliminer les risques de toxi-infections. Les causes les plus fréquentes sont dues à la consommation d'œufs et de produits à base d'œufs, de viande hachée, de coquillages, de pâtisseries, de crèmes et de glaces. Une des erreurs les plus communes est la rupture de la chaîne du froid. Il est important de ne pas laisser dans le coffre de son véhicule, au soleil dans un parking, les aliments frais que l'on vient d'acquérir. Il est nécessaire de les placer le plus rapidement possible au réfrigérateur ou au congélateur. Encore convient-il que le réfrigérateur soit réglé à température correcte, 2 à 4°C. Il faut procéder le plus souvent possible au nettoyage et à la désinfection des réfrigérateurs et se souvenir que le froid ne tue pas les microbes. Les consommateurs sont désormais bien informés du danger potentiel du botulisme dû aux boîtes de conserves non correctement stérilisées. Ils savent également respecter la date de péremption d'un produit frais. Il s'agit là de précautions élémentaires qui ne devraient pas priver nos concitoyens du plaisir d'un repas bien équilibré et pris dans une ambiance chaleureuse (**Jean, 2011**).

# *Chapitre II*

## *Généralités sur les légumineuses*

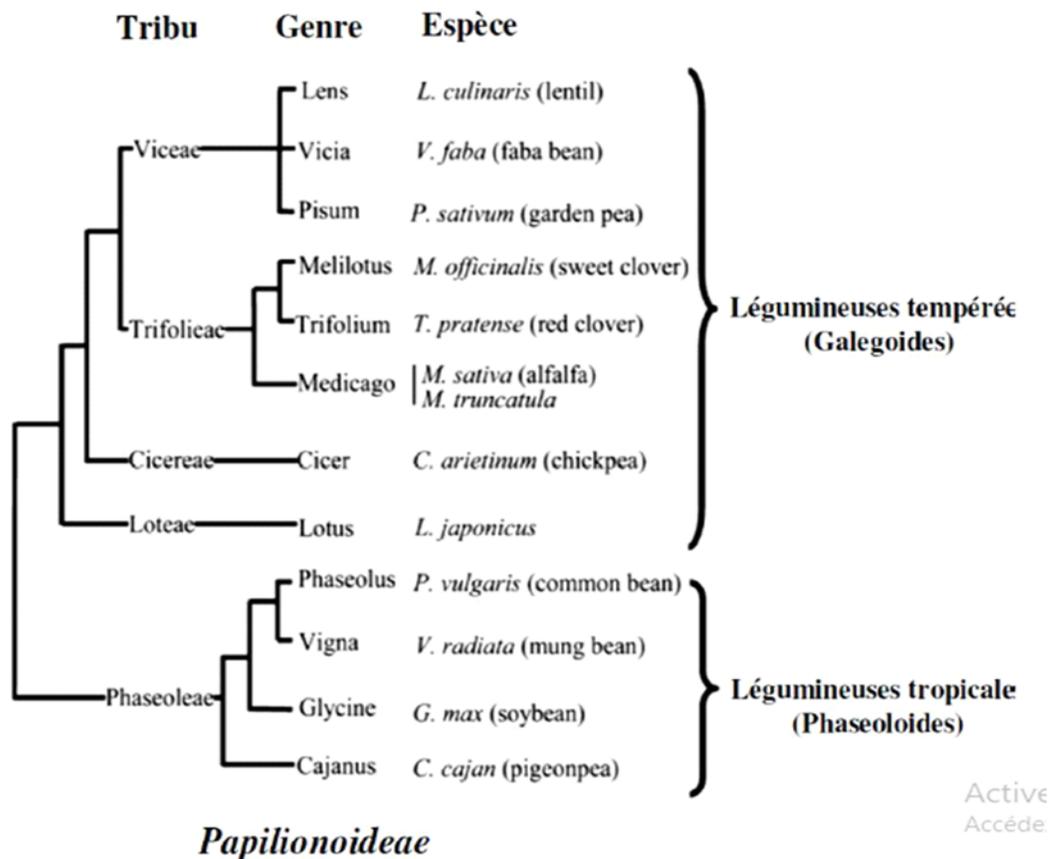
## Chapitre II : Généralités sur les légumineuses

### 1. Généralités :

Les légumineuses sont des plantes dicotylédones appartenant à une famille extrêmement diversifiée que l'on rencontre depuis le crétacé dans les régions chaudes et tempérées du globe. Elle comprend 750 genres et 2000 espèces (**Rendle, 1979**).

La famille des légumineuses est classée en trois sous-familles (Figure 02) : les caesalpinoïdeae, les mimosoïdeae et les papilionoïdeae.

- Les papilionoïdeae constituent la sous-famille la plus grande avec 476 genres et environ 1400 espèces (**Doyle et Lucknow, 2003**)
- La sous-famille des Mimosoïdeae comprend environ 3000 espèces regroupées dans quelques 77 genres (**Cannon, 2008**).
- La sous-famille caesalpinoïdeae considérée comme la plus primitive, regroupe environ 4200 espèces dans quelques 162 genres (**Simon, 2005, Cannon, 2008**).



Active  
Accède

Figure 02 Classification botanique des légumineuses (Aykroyd et Doughty, 1982).

## ***Chapitre II : Généralités sur les légumineuses***

Les légumineuses à graines sont cultivées surtout par leurs graines qui sont récoltées à maturité, et qui sont riches en protéines et en énergie. Les graines mûres sèches des légumineuses sont utilisées soit comme ingrédients des aliments pour animaux, soit pour la consommation humaine (**Jezierny et al., 2010**).

Ces graines sont une source de protéines et d'énergie et constituent des aliments d'intérêt dans pratiquement toutes les filières animales. Ce sont aussi pour certains d'entre elles des sources d'acide gras de fibres et de minéraux (principalement le calcium) (**Schneider et al, 2015**).

En agriculture, on distingue généralement les légumineuses en deux catégories :

- Les légumineuses fourragères (luzerne, sainfoin, trèfles, etc...), cultivées pour servir de fourrage dans l'élevage.
- Les légumineuses à graines qui sont portées à maturité et peuvent alimenter les filières de l'alimentation animale et humaine sous forme de graines transformées ou non. La présente étude porte sur les légumineuses à graines destinées à l'alimentation humaine (**Metayer, 2015**).

### **2. Importance des légumineuses :**

Les légumineuses alimentaires occupent une place très importante dans l'alimentation humaine pour de nombreux pays en voie de développement. Celles-ci riches en protéines, permettant dans une certaine mesure de corriger les carences en protéines animales d'une population dont l'alimentation est exclusivement à base de céréales (**Bacha et Ounane, 2003**).

En outre, leur rôle dans l'alimentation, les légumineuses ont un grand intérêt agronomique, qui provient en premier lieu de leur aptitude à la fixation symbiotique de l'azote, 175 millions de tonnes Atmosphériques sont fixés annuellement, alors que la quantité d'engrais azotés utilisée en Agriculture est de 40 millions de tonnes par an (**Sebihi,2008**). Enfin, elles servent également de cultures de fourrages, d'engrais verts et produisent un grand nombre de composés utiles comme des médicaments, des poisons, des teintures et des parfums (**Sebihi, 2008**).

## Chapitre II : Généralités sur les légumineuses

### 3. Classification botanique

Selon Aykroyd et Doghty (1982) la classification botanique des légumineuses est la suivante :

**Tableau VII:** classification botanique des légumineuses (Aykroyd et Doghty, 1982)

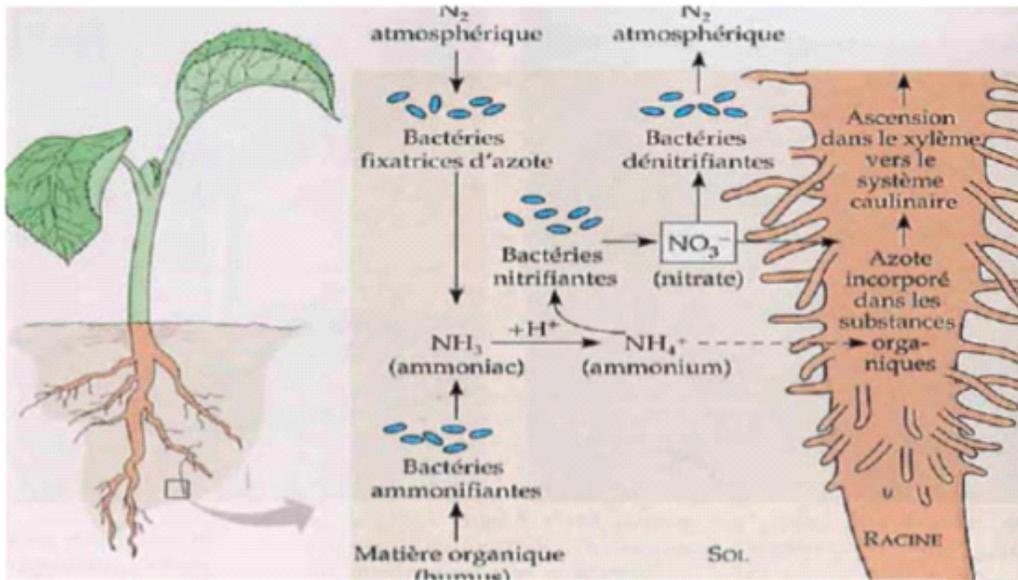
Règne	Plantae
Sous règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsia
Sous classe	Rosidae
Ordre	Fabales
Famille	Fabaceae
Genre	<i>Vicia, Cicer, Pisum, Lens, Phaseolus, ect ...</i>

### 4. Fixation de l'azote :

L'azote est un élément important dans la constitution de nombreuses molécules organiques (les acides aminés et protéines, en particulier) (Zahran, 1999). L'azote se trouve principalement sous forme moléculaire (N<sub>2</sub>) dans l'atmosphère, où il se présente 78% de l'air (Drevon, 2004), mais toutes les formes ne sont pas utilisables par les végétaux (Duc G et al., 2010).

Les légumineuses ont la capacité de fixer l'azote atmosphérique grâce à une symbiose avec des Bactéries du sol (rhizobium). Ainsi les légumineuses reposent leur nutrition azotée à la fois sur la fixation symbiotique et sur le prélèvement d'azote minéral par leurs racines. (Touleuse, 2018). L'azote fixé par les légumineuses contribue à enrichir le sol en azote, en augmentant la nutrition azotée et les rendements des cultures succédant aux légumineuses (Bado, 2002) (figure03).

## Chapitre II : Généralités sur les légumineuses



**Figure 03:** Azote assimilable par les légumineuses au niveau de la rhizosphère (Anonyme01).

### 5. Composition nutritionnelle des graines des légumineuses :

#### 5.1. Valeur nutritive :

Les légumineuses sont caractérisées à la fois par une forte densité énergétique et une forte densité nutritionnelle. La principale caractéristique des graines de légumineuses est leur teneur élevée en protéines (20 - 40% du produit sec, 7 - 15% du produit prêt à consommer (Tableau8) (Didier *et al.*, 2018).

Cette production mondiale des légumineuses à graines représente 12.5% de la production mondiale des céréales en 2012. Les légumineuses à graines or le soja a connu plus de 50% d'augmentation en 30 ans (entre 1980 et 2010). Le pois chiche représente 10.5 Mt et la frivole 6 Mt en 2010 (Schneider *et al.*, 2015).

## Chapitre II : Généralités sur les légumineuses

**Tableau VIII:** compositions nutritionnelles de graines de légumineuses pour 100g

	Energie Kcal	Protéines g	Lipides g	Glucides g	Fibres g	Zinc mg	Calcium mg
Haricot Blanc	333	23.4	0.9	60.3	60.3	3.6	240
Lentilles	352	24.6	1.1	63.4	10.7	3.27	35
Pois chiche	378	20.5	6.0	63.0	12.2	2.76	57
Pois cassé	352	23.8	1.2	63.7	15.5	3.55	37
Soja	446	36.5	19.9	30.2	9.3	4.89	277
Fève	341	26.1	1.5	58.3	25	3.14	103
Lupin	371	36.2	9.7	40.4	18.9	4.75	176

### 5.2.Profil des acides aminés :

Les graines des légumineuses contiennent la plupart des acides aminés nécessaires à l'alimentation humaine, mais sont pauvres en acides aminés soufrés (**J. Huignar et al., 2011**) (**Tableau IX**). Elles sont mentionnés dans la plupart des recommandations nutritionnelles pour leurs apports en fibres, protéines et glucides à faible indice glycémique (**Tableau X**) (**Martine et al., 2015**).

Les graines de légumineuses constituent également une source importante de vitamines du groupe B (notamment de folates), ainsi que de minéraux (fer, zinc, calcium) (**Didier et al., 2018**).

**Tableau IX:** composition en lysine, acides aminés soufrés et tryptophane de graines de légumineuses pour 100g. (**Didier et al., 2018**).

	Lysine	Méthionine + Cystéine	Tryptophane
Haricot blanc	1.60	0.61	0.28
Lentilles	1.72	0.53	0.22
Pois chiche	1.38	0.55	0.20
Pois cassé	1.77	0.62	0.28
Soja	2.71	1.20	0.59
Lupin	1.93	0.70	0.29

## Chapitre II : Généralités sur les légumineuses

Fève	1.67	0.55	0.25
------	------	------	------

**Tableau X:** indice glycémique IG moyen des légumineuses (Martin et al., 2015)

Aliment	Indice Glycémique
Pois chiche	28 ± 9
Haricot blanc	24 ± 4
Lentilles	32

### 6. Production mondiale des légumineuses :

La production mondiale a augmenté de 31% entre 1990 et 2014. En 2014 la production totale des légumineuses été de 77,6 millions de tonnes, et le premier pays producteur de légumineuses au monde était l'Inde, il venait ensuite le Canada, le Myanmar, la Chine, le Brésil et l'Australie (Figure4 ) (FAO, 2016).

Cette production mondiale des légumineuses à graines représente 12.5% de la production mondiale des céréales en 2012. Les légumineuses à graines or le soja a connu plus de 50% d'augmentation en 30 ans (entre 1980et 2010). Le pois chiche représente 10.5 Mt et la frivole 6 Mt en 2010 (Schneider et al., 2015).

## Chapitre II : Généralités sur les légumineuses

### Production et commerce de légumineuses aux niveaux mondial et régional

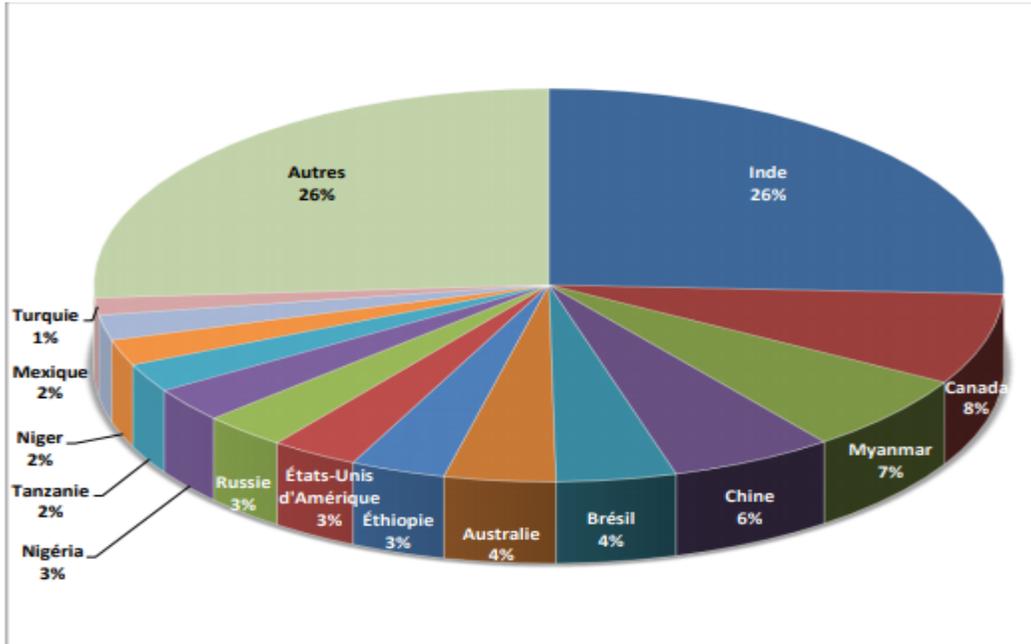


Figure 4: Part des pays producteurs dans la production mondiale de légumineuses (2014) (FAO, 2016)

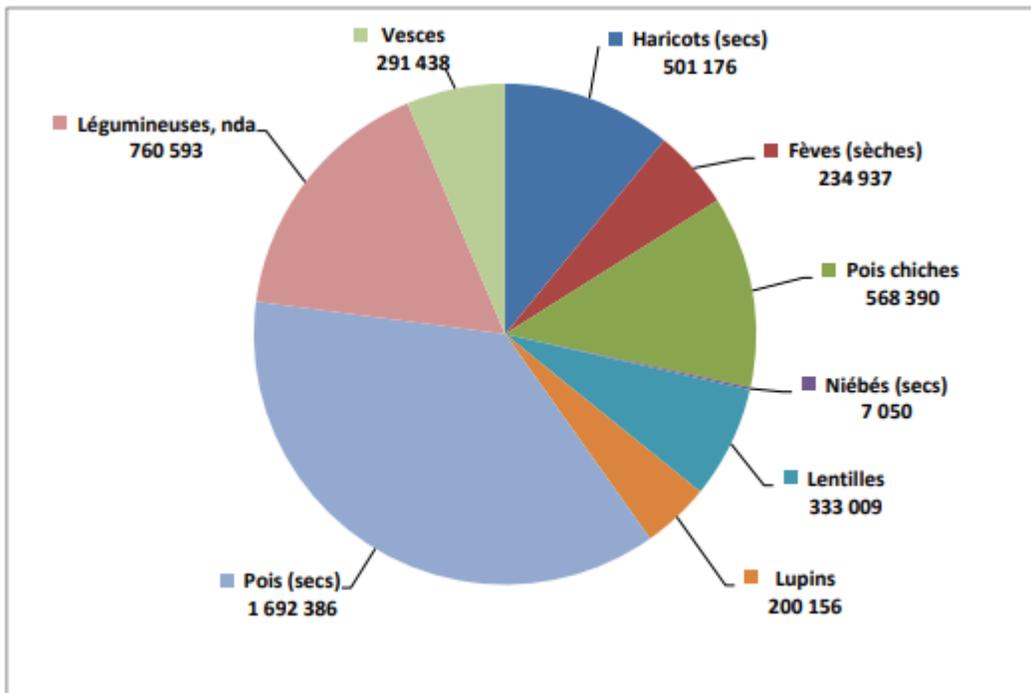


Figure 5: Superficies plantées en légumineuses dans la région Europe et Asie centrale (en ha, 2014) (FAO, 2014)

## ***Chapitre II : Généralités sur les légumineuses***

### **Conservation des légumineuses :**

La majorité des légumineuses se conservent très longtemps voire des années sans se détériorer et sans perdre de leurs valeurs nutritives. En général, leur excellente qualité est garantie pour 18 mois. Les légumineuses doivent être conservées au frais et au sec, si elles sont exposées à la chaleur, elles présentent les mêmes risques de contamination que n'importe quel autre aliment (FAO,2000).

#### **7.1.Conserver et préparer les légumineuses :**

La conservation des légumineuses débute par leur lavage, car elles peuvent contenir des impuretés. L'eau est l'ingrédient le plus important pour la conservation des légumineuses. L'eau doit couvrir entièrement les légumineuses pour qu'elles puissent en absorber la quantité nécessaire à faire.

Le trempage des légumineuses sert à faire gonfler les légumineuses. Le trempage idéal ne doit pas durer plus de 12 heures, au de-là de 12 heures il faut changer l'eau. En aucun cas le trempage ne doit atteindre les 24 heures.Par la suite, il faut toujours jeter l'eau de trempage et bien les rincer à l'eau froide, le rinçage élimine les glucides et les sucres complexes qui peuvent rendre indigestes. Les légumineuses en conserve doivent être égouttées, pour passer ensuite à la cuisson.

### **7. Présentation des légumineuses étudiées :**

#### **8.1.Haricot :**

Les haricots secs sont des légumineuses appartenant au genre *Phaseolus*, dans les Amériques, et *Vigna* dans diverses régions d'Asie. Ils comprennent le haricot commun, le haricot Pinto, noir, blanc ou en diverses appartenant tous à la racine du *Phaseolus Vulgaris* (FAO, 2016). Elles sont des plantes herbacées annuelle à croissance déterminée ou indéterminée.

A la germination la plante est généralement à racine pivotante mais qui forme après des racines secondaires longues de 10 à 15cm, se développant sur toute la racine principale.

Il y'a formation de deux feuilles opposées simples puis des feuilles trifoliées. Les fleurs sont portées en groupes axillaires et terminales, la couleur de fleur est généralement indépendante de celle des graines (Ndéyé FD, 2002).

Le haricot sec se trouve pratiquement dans tous les pays (FAO, 2016).

## Chapitre II : Généralités sur les légumineuses

### 8.1.1. Systématique :

Selon **Guinard (1998)**, la position systématique du haricot est comme suit :

**Tableau XI:** la position systématique du haricot (**Guinard, 1998**).

Règne	Végétale.
Embranchement	Angiospermes.
Classe	Dicotylédones.
Ordre	Fabales.
Famille	Fabacées.
Genre	<i>Phaseolus</i> <i>Vulgaris L.</i>

### 8.1.2. Valeur nutritionnelle :

Les haricots secs sont pour la plupart une excellente source de potassium et d'acide folique. Ils sont une bonne source de magnésium et de fer et contiennent du cuivre du phosphore, de zinc et de vitamine B6 (**BELAADI, 2014**).

Leur teneur élevée en amidon leur donne une valeur énergétique nette et élevée, proche de celle de blé (**Huignard et al., 2001**).

**Tableau XII:** valeur nutritionnelle moyenne de 100g et valeur énergétique (Kcal / 100g) de *P. Vulgaris* (**Anonyme, 1995**).

	Haricot blanc sec	Haricot blanc cuit	Haricot blanc Appertisé
Energie Kcal	265	102	94
Protéines g	21.1	7	6.7
Glucides g	41.4	16.9	15.7
Lipides g	1.2	0.5	0.3
Fibres g	18.1	8	4.4
Potassium mg	1450	460	362
Magnésium mg	180	50	39
Fer mg	7	2.6	2.8
Vitamine B6 mg	0.5	0.13	0.07

## Chapitre II : Généralités sur les légumineuses

### 8.2.Pois chiche :

Le pois chiche (*Cicer arietinum L.*) est une plante annuelle de la famille de Fabacées, qui se classe en second lien après le haricot sec (FAO, 2013). C'est un pois de taille moyenne, rond et bosselé de couleur beige et terminé en pointe (Doughty et Aykrod, 1982 ; FAOSTA ,2013)

Il y'a deux principaux de pois chiche : le kabuli et le pois chiche du Dési.

- Le type Kabuli : caractérisé par des plantes de haute taille à fleur blanche, graines plus grosses, de couleur crème et recouvert d'un tégument mince.
- Le type Dési : le pois Dési est plus petit et plus foncé, et recouvert d'un tégument épais (Gordon, 2007).

#### 8.2.1. Systématique :

Le pois chiche (*Cicer arietinum L.*) appartient à la tribu des Vicias de la sous famille des Fabacées. *Cicer arietinum* appartient à la classification suivante (Cronquist, 1981).

Table XIII : classification de *Cicer arietinum* (Cronquist, 1981 ; Guignard, 1980).

Règne	Plantea.
Division	Magnoliphyta
Classe	Magnoliopsida.
Ordre	Fabales.
Famille	Fabacear
Genre	<i>Cicer.</i>
Espèce	<i>Cicer Arietinum</i>

#### 8.2.2. Composition biochimique :

Le pois chiche est une plante destinée à l'alimentation humaine, ces légumineuses sont très riches en protéine, de l'ordre de 20 à 25% (Maesen, 1972). Aussi sont très riches en glucide facilement assimilable en manganèse, en cuivre, protéine et vitamine B9 . Et qui sont caractérisées par une faible quantité de lipides et ne contiennent pas de cholestérol (Boumgartner, 1998). (Tableau XIV).

## Chapitre II : Généralités sur les légumineuses

**Tableau XIV** Teneur et valeur énergétique de graines de pois chiche (pour 100g). (SINHA, 1980; Bourget, 1989; Iserin, 1997 ; Kellouche, 2005).

	Valeur énergétique Kcal	Protéines g	Lipide s g	Fibre s g	Glucides g	Matières Minérales g
<i>Cicer arietinum</i>	362	20	1	3	62	2.4

### 8.3. Lentilles :

La lentille (*Lens culinaris*) (Rouge et al., 2014). C'est une légumineuse alimentaire annuelle, autogame et diploïde avec  $2n=14$  chromosomes, elle est probablement la première légumineuse domestiquée par l'homme (Idrissi et al., 2012). Plante de 20-40 cm, feuilles terminées en vrille simple ou bifurquée à 5-7 paires de folioles oblongues - obtuses, stipules entières, fleurs d'un blanc bleuâtre de 5-7 mm, 1-3 sur des pédoncules aristés égalant presque la feuille, calice à dents égales, sétacées, 5-6 fois plus longues que le tube, corolle un peu plus courte que le calice, gousse de 15 cm sur 8-10 rhomboïdales, comprimées, échancrées en croissant sous le sommet terminées en bec, glabres, à 2 graines lenticulaires jaunâtres ou brunes (Bock, 2012).

La lentille est mieux adaptée aux zones tempérées, elle est principalement consommée comme source de protéines dans divers produits allant des potages aux desserts. Renfermant 25% de protéines, elle ne cède qu'au Soja comme source de protéines assimilables Cette plante a la particularité d'être annuelle et surtout à cycle court (15 jours), ce qui lui permet d'être cultivée en semis printemps dans des pays très septentrionaux comme le Canada, sa maturité a lieu en même temps que celle du blé, du pois et du colza. On utilise le même matériel de récolte pour toutes ces cultures (Bock, 2012).

## ***Chapitre II : Généralités sur les légumineuses***

### **8.3.1. Systématique :**

La lentille famille des Fabacées (**Guignard, 1980**). *Lens culinaris*. Appartient à la classification suivante (**Cronquist, 1981**).

**Tableau XV:** classification de *Lens culinaris* (**Cronquist, 1981**).

Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta.
Classe	Magnolopsida
Ordre	Fabales.
Familles	Fabaceae
Genre	<i>Lens</i>
Espèce	<i>Lens culinaris</i>

### **8.3.2. Valeur nutritionnelle:**

Les graines de lentille sont riches en protéines (22 à 35%) (**FAO, 2016**), et pauvres en lipides, elles contiennent la plupart des acides aminés (**Huignard et al, 2011**).

Son excellente source de vitamines A, elles fournies de la fibre de potassium, des vitamines B et du fer.

## Chapitre II : Généralités sur les légumineuses

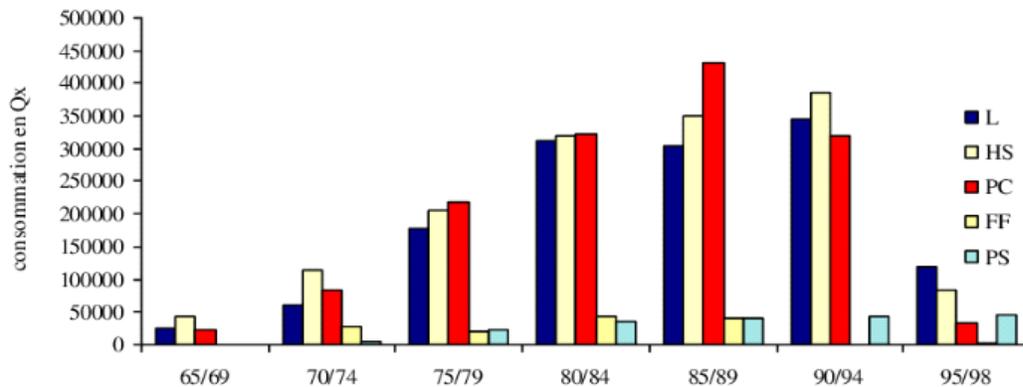
**Tableau XVI : Valeurs nutritionnelles moyennes pour 100g et valeur énergétique (Kcal/100g) de lentilles ( Metayer, 2015).**

Valeurs nutritionnelles moyennes pour 100g		Lentilles		
		Crues	Cuites non salées	Cuites salées
Energie	en kcal	292	104	102
	en kg	1225	439	428
Eau	en g	10.4	69.64	69.64
Protéines	en g	25.8	9.02	9.02
Glucides	Assimilables (g)	29.58	12.23	11.64
	Totaux (g)	60.08	20.13	19.54
	dont Sucres (g)	2.03	1.8	1.8
	dont Fibres (g)	30.5	7.9	7.9
Lipides	Totaux (g)	1.06	0.38	0.38
	dont AG saturés (g)	0.156	0.053	0.053
Minéraux	Sel (g)	0.015	0.005	0.595
	Magnésium (mg)	122	36	36
	Phosphore (mg)	451	180	180
	Potassium (mg)	955	369	369
	Manganèse (mg)	1.33	0.494	0.494
	Fer (mg)	7.54	3.33	3.33
Vitamines	Cuivre (mg)	0.519	0.251	0.251
	Vitamine B1 (mg)	0.873	0.169	0.169
	Vitamine B9 (mg)	479	181	181

## Chapitre II : Généralités sur les légumineuses

### 8. Evolution des légumineuses alimentaires en Algérie :

De 1965 à 1994, la consommation du pois chiche, haricot sec et de la lentille était très importante par rapport aux autres légumineuses alimentaires, par contre depuis 1995 jusqu'à 1998 leur consommation a diminué d'une manière brusque. (Figure 6)(INRAA,2001).



**Figure 6** : Evolution de la consommation des légumineuses en Algérie de 1965 à 1998 (L : lentilles ; HS : Haricots sec ; PC : Pois chiche ; FF : Fève féverole ; PS : Pois sec). (INRAA ,2001).

### 9. Composés phénoliques :

#### 1. Généralités

Les composés organiques des plantes sont divisés en deux catégories : La première, sont les composés qui existent obligatoirement dans toutes les cellules et jouent un rôle central dans le métabolisme et la reproduction des cellules incluant les acides nucléiques, les acides aminés, les oses, et les lipides et connues sous le nom de métabolites primaires. La deuxième catégorie, représente les métabolites secondaires, qui n'exercent pas de fonction directe au niveau des activités fondamentales de la plante (Hanson, 2003 ; Guignard, 1996). D'après leur biosynthèse, les métabolites secondaires peuvent être divisés en trois classes :

- Phénols et polyphénols ;
- Terpénoïdes et stéroïdes ;
- Alcaloïdes.

## ***Chapitre II : Généralités sur les légumineuses***

Dans les métabolismes secondaires des végétaux il y a les polyphénols, qui ont un noyau benzénique ou plus lié au moins a un groupement hydroxyle libre (**Lugasi et al., 2003 ; Bruneton,1999** ). Ils sont hydrosolubles, avec un poids moléculaire varie entre 500 et 3000 Dalton (**Cheyrier et Sarni-Manchado, 2006 ; Hagerman et al., 1998 ; Dangles et al., 1992**). Ils sont présents dans toutes les parties des végétaux supérieurs (racines, tiges, feuilles, fleur, pollens, fruits, graines et bois) ; et sont inclus dans des processus physiologiques comme la croissance cellulaire, la germination des graines et la maturation des fruits (**Boizot et Charpentier, 2006**).

Les actions protectrices des polyphénols incluent :

- Piégeage des radicaux libres.
- chélation des ions métalliques responsables de la production des E.O.R
- Inhibition des espèces réactives oxygénées
- Inhibition des enzymes responsables de la production des E.O.R

Exemple : xanthine oxidase et cyclooxygenase. (**magalha et al., 2008 ; pokorny et al., 2001**).

### **2. Composés phénoliques**

#### **2.1. Phénols et polyphénols :**

Les composés phénoliques regroupent plus de 8000 molécules, divisés en une dizaine de classes chimiques, qui ont tous un point commun : La présence dans leur structure d'au moins un cycle aromatique à 6 carbones, qui porte un nombre variable de fonctions hydroxyles OH (**Hennebelle et al, 2000**). Les polyphénols peuvent être divisés en différents groupes selon leur nombre de cycle phénol ainsi que des éléments de structure qui lient leurs anneaux les uns aux autres.

##### **2.1.1. Flavonoïdes :**

Le nom Flavonoïde issu du terme signifiant la couche externe des écorces d'orange (**Piquemal, 2008**). Or d'autres auteurs supposaient que le terme flavonoïde a été pris du (**Karaali et al, 2004**). Les flavonoïdes constituent un groupe de plus de 6000 composés naturels qui sont

## ***Chapitre II : Généralités sur les légumineuses***

universels chez les plantes vasculaires (Erlund, 2000). Ils constituent des pigments responsables des colorations jaune, orange, et rouge de différents organes végétaux (Havsteen, 2002). Les flavonoïdes sont présents dans les fruits et les légumes, le thé et le café. Les flavonoïdes sont retrouvés également dans les plantes médicinales et dans les remèdes utilisés en médecine traditionnelle. (Di Carlo et al, 1999).

### **A. Flavonols :**

Ce sont les flavonoïdes les plus abondants dans l'alimentation. Les composés les plus représentatifs de cette famille sont le kaempferol et la quercétine. Celle-ci est réputée de posséder un pouvoir antioxydant puissant en raison de sa structure chimique favorable au piégeage des radicaux libres (Manach et al., 2004).

### **B. Flavanones :**

(Sont présents dans les tomates, la menthe, on les trouve aussi en quantités importantes dans le citron. Les principaux aglycones sont la naringénine dans le pamplemousse, l'héspéridine dans l'orange et dans le citron. La position 7 est le siège de la glycosylation (El Gharras, 2009).

### **C. Isoflavones :**

Les produits dérivés du soja sont la principale source d'isoflavones dans l'alimentation, qui peuvent être glycolysés ou non, on les rencontre également dans les légumineuses (El Gharras, 2009).

### **D. Flavones :**

Cette sous-classe se trouve être la moins abondante dans les fruits et légumes, les seules denrées comestibles connues à ce jour qui en possèdent sont le persil et le céleri (Manach et al., 2004).

### **E. Anthocyanes :**

On retrouve ces pigments naturels dans les plantes vasculaires. Ils ont l'aptitude à se solubiliser facilement dans les milieux aqueux ce qui leur confère des possibilités très larges dans le domaine industriel. Ils sont responsables de la coloration (orange, rose, rouge, violet et bleue)

## ***Chapitre II : Généralités sur les légumineuses***

de certaines fleurs (tulipe, rose, orchidée) et fruits (pomme, baies, raisin). Plusieurs études sur leurs activités biologiques peuvent en témoigner (**Castaneda et al., 2009**).

### **2.1.2. Acide phénolique :**

Les acides phénoliques sont présents en abondance dans les aliments et divisés en deux classes : les dérivés de l'acide benzoïque et les dérivés de l'acide cinnamique. Les acides hydroxycinnamiques sont plus fréquents que les acides hydroxybenzoïques et comprennent essentiellement les acides p-coumarique, caféique, férulique et sinapique (**Pandey et Rizvi, 2009**).

### **2.1.3. Tanins :**

Utilisés depuis l'antiquité par l'homme pour le traitement des peaux d'animaux, les tanins ont une importance économique et écologique importante et sont responsables de l'astringence des fruits et légumes et des produits qui en sont dérivés (thé, vin ...). On peut considérer que les tanins sont des formes phénoliques condensées capables de se lier aux protéines en solution et de les précipiter (**Macheix et al., 2005**). Ils sont divisés en deux groupes :

#### **A. Tanins hydrolysables :**

Ils sont caractérisés par le fait qu'ils peuvent être dégradés par hydrolyse chimique ou enzymatique. Ils libèrent alors une partie non phénolique (le plus souvent du glucose ou de l'acide quinique) et une partie phénolique qui peut être de l'acide gallique (**Macheix et al, 2005**). Ils ont la propriété de coaguler les protéines du derme, d'où leur utilisation dans le tannage des peaux (**Guignard, 1996**).

#### **B. Tanins condensés :**

À la différence des tanins hydrolysables, ils ne s'hydrolysent pas sous l'action des acides dilués (**Macheix et al, 2000 ; Guignard, 1996**).

### **2.2. Terpénoïdes et stéroïdes :**

L'interface entre le métabolisme primaire et secondaire est moins facile à définir dans le cas des métabolites terpéniques (dérivé isoprénoïde), parce que les unités terpéniques sont

## ***Chapitre II : Généralités sur les légumineuses***

également présentes dans de nombreux composés associés au métabolisme primaire, comme les hormones et les vitamines (**Modolo et al, 2009**).

### **A. Les monoterpénoïdes :**

Ce sont des composants majeurs des arômes de plantes. Ces produits naturels volatiles, appelés huiles essentielles, constituent la base de l'industrie de la parfumerie et des arômes (Hanson, 2003).

### **B. Les stéroïdes :**

Sont dérivés de triterpènes tétracycliques, beaucoup de stérols se produisent sous forme de glycosides caractérisés par les saponines stéroïdiennes. Ceux-ci sont responsables de la formation de mousse produite par de nombreuses plantes.

### **C. Les caroténoïdes :**

Sont des pigments rouges ou jaunes que nous retrouvons dans de nombreuses plantes. Ainsi, le  $\beta$ -carotène, responsable de la coloration rouge de la carotte et du lycopène, est le pigment rouge foncé des tomates. Les caroténoïdes sont importants en tant que précurseurs de la vitamine A, qui joue un rôle central dans la vision. Ils sont de bons antioxydants et contribuent à des effets bénéfiques à de nombreux aliments (**Hanson, 2003**).

### **2.3. Alcaloïdes :**

Les alcaloïdes ont été obtenus à partir de la matière végétale durant les premières années du 19<sup>ème</sup> siècle. Il a été constaté qu'ils contiennent des bases azotées qui forment des sels avec les acides. Ils sont chimiquement des matières organiques composés de carbone, d'hydrogène, d'azote et d'oxygène (**Schauenberg et Paris, 2006**). En raison de leur puissante activité biologique, la plupart des alcaloïdes connus, environ 12.000, ont été exploités en tant que médicaments, stimulants, narcotiques et poisons. Contrairement à la plupart des autres types de métabolites secondaires, les nombreuses classes d'alcaloïdes ont des origines biosynthétiques uniques (**Ziegler et Facchini, 2008**). Nous distinguons trois types d'alcaloïdes :

### **3. Biodisponibilité des polyphénols :**

## ***Chapitre II : Généralités sur les légumineuses***

Le terme "biodisponibilité" a été utilisé à l'origine dans la pharmacologie pour définir le concept du "taux et la mesure dans laquelle un médicament atteint son site d'action ". Bien que plusieurs Définitions de la biodisponibilité aient été suggérées, la plus appropriée semble être la fraction d'un nutriment ingéré ou composé qui atteint la circulation systémique et les sites spécifiques, où il peut exercer son caractère ou action biologique (**Porrini & Riso, 2008**).

Les effets sur la santé des flavonoïdes ne dépendent pas seulement de leurs niveaux de consommation mais aussi de leur biodisponibilité. Peu d'études systématiques ont été menées sur la pharmacocinétique des flavonoïdes chez l'homme. Toutefois, d'après des expériences menées sur des flavonoïdes provenant de l'alimentation, il apparaît que seuls les flavonoïdes sous forme de génines (ou aglycones) sont susceptibles d'être absorbés. L'hydrolyse des liaisons hétérosidiques (reliant la génine à la chaîne sucrée) n'intervient que dans le côlon où les micro-organismes dégradent simultanément les flavonoïdes d'origine alimentaire. Le foie est largement impliqué dans le métabolisme des flavonoïdes absorbés (**Walle, 2004 ; Hollman et Katan, 1998**).

Une meilleure connaissance de la biodisponibilité des flavonoïdes est indispensable pour expliquer leurs effets protecteurs sur la santé.

Activités biologiques des flavonoïdes Actuellement, les propriétés thérapeutiques des flavonoïdes sont beaucoup étudiées dans le domaine médical où on leur reconnaît des activités biologiques et pharmaceutiques.

### **a. Effets antioxydants :**

Les flavonoïdes sont reconnus par leurs activités biologiques, comme certaines propriétés antioxydantes de ces composés naturels. Les flavonoïdes peuvent réagir avec la plupart des espèces réactives oxygénées (**Fuhrman et al., 1995**). L'action antioxydante de ces phytonutriments ne s'exerce pas seulement par l'inhibition et la désactivation des radicaux libres, elle se manifeste aussi par la neutralisation d'enzymes oxydantes et par la chélation des traces d'ions métalliques responsables de la production de ROS (**Cotelle, 2001 ; Halliwell, 1994**).

Les flavonoïdes sont thermodynamiquement capables de réduire les radicaux libres oxydants, comme le superoxyde, le peroxyde et l'hydroxyle, par transfert d'hydrogène et le

## ***Chapitre II : Généralités sur les légumineuses***

radical flavonoxy qui en résulte peut réagir avec un autre radical pour former une structure quinone stable (**Jovanovic et al., 1998**)

### **b. Effets antimicrobiens :**

Les propriétés antimicrobiennes des flavonoïdes contre de différents micro-organismes pathogènes ont été mises en évidence. Les extraits de plantes et autres préparations phytochimiques riches en flavonoïdes possèdent une activité antimicrobienne (**Essawi et Srour, 2000 ; Tereschuk et al., 1997**).

Beaucoup de recherches ont franchi une étape plus loin, ils ont isolé et identifié la structure des flavonoïdes qui possèdent l'activité antimicrobienne ou ont mesuré l'activité des flavonoïdes disponibles dans le commerce (**Hamilton-Miller et Shah, 2000 ; Sakar 1992 ; Verma et al., 1997; Kono et al., 1994**).

Une étude récente a montré le pouvoir antibactérien d'un flavonoïde glycoside contre des souches de bactéries Gram (+) et Gram (-) (**Harikrishna et al., 2004**). En raison de la capacité prouvée des flavonoïdes d'inhiber la germination des spores pathogènes des plantes, on les a proposés pour l'application contre les microbes fongiques pathogènes de l'homme antibactérien d'un flavonoïde glycoside contre des souches de bactéries Gram (+) et Gram (-) (**Harikrishna et al., 2004**).

En raison de la capacité prouvée des flavonoïdes d'inhiber la germination des spores pathogènes des plantes, on les a proposés pour l'application contre les microbes fongiques pathogènes de l'homme (**Harborne et Williams, 2000**). Deux nouveaux flavonoïdes, un flavanone et un flavone, respectivement isolés des fruits de *Terminalia bellerica* et de l'arbuste *Eysenhardtia texana* ont été montrés qu'ils possèdent l'activité contre le pathogène opportuniste *Candida albicans* (**Wachter 1999 ; Valsaraj et al., 1997**).

Le mécanisme des effets antimicrobiens des flavonoïdes est très complexe. Parmi les hypothèses avancées, on peut citer : Inhibition de la synthèse d'acide nucléique (**Hilliard, 1995**),

Inhibition des fonctions de la membrane cytoplasmique (**Tsuchiya et al, 2000**) Séquestration de substrat nécessaire à la croissance microbienne, Inhibition du métabolisme énergétique microbien (**Haraguchi et al., 1998**).

## ***Chapitre II : Généralités sur les légumineuses***

### **c. Effets anti-inflammatoires :**

Sous l'action de la cyclo-oxygénase et la lipo-oxygénase, l'acide arachidonique (acide gras C20 : 4) se métabolise en prostaglandines + thromboxane et en leucotriènes, molécules impliquées dans le processus inflammatoires. In vitro, plusieurs flavonoïdes sont capables de modifier le métabolisme de l'acide arachidonique plaquettaire (**Yeon, 2001 ; Middleton, 1998 ; Pelzer et al., 1998**).

### **d. Effets protecteurs vasculaires :**

Les flavonoïdes agissent sur les vaisseaux sanguins pour maintenir une perméabilité vasculaire normale (**Youdim, 2002**). Deux flavonoïdes, l'héspéridine et l'hésprétine (connus sous le terme citroflavonoïdes) exercent des propriétés vasorelaxantes (**Orallo et al., 2004**). D'autres flavonoïdes, la quercétine et la silybine, sont responsables d'une augmentation de la résistance des capillaires. Cette activité serait en relation avec les effets de certains flavonoïdes sur les plaquettes, les leucocytes et sur les enzymes intervenant dans la coagulation sanguine (**Stoclet et al., 2004**).

### **e. Effets antiallergiques :**

Les flavonoïdes sont également connus pour leurs effets antiallergiques ; le fait de leur influence sur la production de l'histamine. Les flavonoïdes inhibent les enzymes, telles que l'AMP cyclique phosphodiesterase et ATPase Ca<sup>++</sup> dépendante, responsables de la libération de l'histamine à partir des mastocytes et des basophiles. (**Yamamura et al., 1998**).

### **f. Autres effets biologiques :**

Les flavonoïdes peuvent moduler le fonctionnement du système immunitaire, mais leur action est complexe et reste encore mal élucidé. A doses élevées, les flavones et flavonols sont de Deux nouveaux flavonoïdes, un flavanone et un flavone, respectivement isolés des fruits de *Terminalia bellerica* et de l'arbuste *Eysenhardtia texana* ont été montré qu'ils possèdent l'activité contre le pathogène opportuniste *Candida albicans* (**Wachter 1999 ; Valsaraj et al., 1997**). Le mécanisme des effets antimicrobiens des flavonoïdes est très complexe. Parmi les hypothèses avancées, on peut citer : Inhibition de la synthèse d'acide nucléique (**Hilliard, 1995**),

## ***Chapitre II : Généralités sur les légumineuses***

Inhibition des fonctions de la membrane cytoplasmique (**Tsuchiya et al., 2000**) Séquestration de substrat nécessaire à la croissance microbienne, Inhibition du métabolisme énergétique microbien (**Haraguchi et al., 1998**).

### **c. Effets anti-inflammatoires :**

Sous l'action de la cyclo-oxygénase et la lipo-oxygénase, l'acide arachidonique (acide gras C20 : 4) se métabolise en prostaglandines + thromboxane et en leucotriènes, molécules impliquées dans le processus inflammatoires. In vitro, plusieurs flavonoïdes sont capables de modifier le métabolisme de l'acide arachidonique plaquettaire (**Yeon, 2001 ; Middleton, 1998 ; Pelzer et al., 1998**).

### **d. Effets protecteurs vasculaires :**

Les flavonoïdes agissent sur les vaisseaux sanguins pour maintenir une perméabilité vasculaire normale (**Youdim, 2002**). Deux flavonoïdes, l'hespéridine et l'hespérétine (connus sous le terme citroflavonoïdes) exercent des propriétés vasorelaxantes (**Orallo et al., 2004**). D'autres flavonoïdes, la quercétine et la silybine, sont responsables d'une augmentation de la résistance des capillaires. Cette activité serait en relation avec les effets de certains flavonoïdes sur les plaquettes, les leucocytes et sur les enzymes intervenant dans la coagulation sanguine (**Stoclet et al., 2004**).

### **e. Effets antiallergiques :**

Les flavonoïdes sont également connus pour leurs effets antiallergiques ; le fait de leur influence sur la production de l'histamine. Les flavonoïdes inhibent les enzymes, telles que l'AMP cyclique phosphodiesterase et ATPase Ca<sup>++</sup> dépendante, responsables de la libération de l'histamine à partir des mastocytes et des basophiles (**Yamamura et al., 1998**).

### **f. Autres effets biologiques :**

Les flavonoïdes peuvent moduler le fonctionnement du système immunitaire, mais leur action est complexe et reste encore mal élucidé. A doses élevées, les flavones et flavonols sont de puissants inhibiteurs de la prolifération des lymphocytes B et T, mais, à concentrations plus

## ***Chapitre II : Généralités sur les légumineuses***

faibles, ils pourraient agir comme immunostimulants chez les personnes immunodéprimés **(Middleton, 1998 ; Namgoong et al., 1994)**.

Les flavonoïdes peuvent prévenir le diabète ou au moins le réduire en inhibant l'enzyme aldose réductase. Une étude récente a montré que la myricétine a un effet hypoglycémiant chez des animaux diabétiques **(Ong et Khoo, 2000)**. Les flavonoïdes ont été également étudiés pour leurs propriétés anti-tumorales **(Birt et al., 2001)**.

Parmi les flavonoïdes naturels anticancéreux, la catéchine avec une activité remarquable **(Bracke, 1991)**.

Les flavonoïdes sont capables de protéger la muqueuse gastrique contre divers agents ulcérogènes.

La naringine et la quercétine exercent une activité anti-ulcérogène mise en évidence chez le rat dont l'ulcère gastrique a été induit par l'éthanol **(Martin et al., 1994)**

### **4. Activité Antimicrobienne Des Polyphénols**

#### **4. 1. La phytothérapie**

En grec, Phytos : végétal et Therapein : soigner est l'art de soigner par les plantes **(Morel ,2008)**. Pendant longtemps, la médecine de nos grand-parents se reposait sur les remèdes naturels principalement basés sur les plantes médicinales. Environ 80% de la population mondiale profite des apports de la médecine traditionnelle à base de plantes reconnaissant ainsi les savoirs empiriques de nos ancêtres **(El- Rhaffari et Zaid, 2004)**.

Selon l'O.M.S, la phytothérapie est considérée comme une médecine traditionnelle et encore hautement employée dans certains pays dont les pays en voie de développement. C'est le plus souvent une médecine non conventionnelle du fait de l'absence d'études cliniques (Clément, 2005). En phytothérapie traditionnelle les plantes peuvent être utilisées fraîches, ou séchées, entrant éventuellement dans des préparations diverses préservant leurs principes actifs. On les administre sous forme de teintures alcooliques, macérats, tisanes, compresses, baumes, etc. **(Morel, 2008)**. Ainsi, c'est l'extrait dans sa totalité qui représente le principe actif. L'effet observé est le résultat de l'action commune de ces différents composants **(Beatrix et al., 2005)**.

## ***Chapitre II : Généralités sur les légumineuses***

### **4.1.2. La phytothérapie en Algérie :**

L'art de guérir par les plantes est connu et pratiqué en Afrique depuis bien longtemps. Il exploite des savoirs transmis de génération en génération à certains individus initiés que sont les herboristes. Ainsi, les plantes médicinales relatives aux médecines traditionnelles sont un patrimoine important au continent africain **(Aouadhi, 2010)**.

En Algérie, les plantes occupent une place importante dans la médecine traditionnelle, qui elle-même est massivement employée dans divers domaines de la santé. Bien souvent dans certaines régions rurales, il est difficile de savoir si l'herboriste aux plantes « miraculeuses » n'est pas préféré au médecin moderne **(Benmerabet et Abed, 1982)**. Des chiffres recueillis auprès du Centre National du Registre de Commerce, montrent qu'en fin 2009, l'Algérie comptait 1.926 vendeurs spécialisés dans la vente d'herbes médicinales, dont 1.393 sédentaires et 533 ambulants **(Aouadhi, 2010)**. La capitale en abritait, à elle seule, le plus grand nombre avec (199) magasins, suivie de la wilaya de Sétif (107), de Bechar (100) et d'El Oued avec (60) magasins **(Aouadhi, 2010)**.

2. L'action antimicrobienne des composés phénoliques De nombreuses études in vitro menées sur les composés phénoliques les ont décrits comme agents antimicrobiens, avec des spectres d'activités variables **(Djenadi, 2011)**. L'acide salicylique est un métabolite secondaire phénolique produit par les plantes. Il joue un rôle notamment dans *l'induction* de réponse de défense des plantes contre des attaques pathogènes **(Cryz et al., 1984)**.

### **4.2.1. Acides phénoliques**

Ils ont des propriétés antiseptiques des voies urinaires, antifongiques et antibactériennes **(Bruneton, 1999)**, par exemple les acides caféïques, p-hydroxybenzoïques, vanilliques et p-coumariques, protocatéchiques, empêchent la croissance de *Escherichia.coli* et *Klebsiella pneumoniae*. Les acides vanilliques et caféïques inhibent la croissance et la production d'aflatoxine par *Aspergillus flavus* et *Aspergillus parasiticus* **(Abbouyen, 2014)**.

### **4.2.2. Coumarines**

## ***Chapitre II : Généralités sur les légumineuses***

Exercent plusieurs activités antimicrobiennes: inhibitions de la croissance de *Saccharomyces cerevisiae* et de la germination des spores d'*Aspergillus niger* (**Benidicte et Hooper, 1998**).

Pour l'activité antibactérienne, on cite que les coumarines sont plus efficaces contre les bactéries Gram positifs (**Benkiki, 2006**).

### **4. 2.3. Flavonoïdes**

Les flavonoïdes ont un grand potentiel antibactérien ; en se complexant avec certains composants des parois, ils inhibent la croissance microbienne (**Marfak, 2003**) ;(**Rojas et al., 1992**); (**Perret et al.,1995**), aussi en perturbant les métabolismes énergétiques des bactéries (**Jones et al., 1994**). Aussi les tanins sont très connus par leurs propriétés inhibitrices des microorganismes et des enzymes grâce à leur capacité de former des complexes stables avec les protéines fongiques et virales et de les précipiter (**Nguz et al., 1996**).

Ils exercent une activité antibactérienne par interaction avec la membrane cellulaire qui induit un changement morphologique de la bactérie, en inhibant l'activité des protéases, des protéines de transport et des adhésines 3. (**Cowan, 1999**).

## ***Chapitre III***

### ***Approche méthodologique***

## ***Chapitre III: Approche méthodologique***

### **I. Matériel et méthodes :**

#### **Objectif :**

La partie pratique est réalisée au niveau du laboratoire de Biochimie et microbiologie au niveau de l'université Djilali Bounaama Khemis Miliana Aussi qu'au niveau du laboratoire d'analyses médicales Privé Zibouche Pour une période d'un mois.

#### **1.1. Matériel végétal**

##### **1.1.1. Origine des échantillons**

Cette étude a été Réalisée sur trois types de légumineuses (*Cicer arietinum L.*) (*Phaseolus vulgaris L.*) (*Lens culiraris*) produite localement et récoltées en 2019 de la part de L'institut technique Des grandes cultures (TTGC), Bir Oueld Khelifa

##### **1.1.2. Broyage:**

Les échantillons sont nettoyés et consacrer grossièrement à l'aide d'un mortier et pilon puis on les brouillé à l'aide d'un broyeur électrique les poudres sont tamisées (tamis agitateur as 200, Retsch GmbH, Haan, Germany), Afin d'obtenir des poudres dont la taille des particules est inférieure ou égale à 0,5 mm Les poudres ainsi obtenue sont conservées dans des bocaux dans un endroit sec à l'abri de la lumière pour éviter toute détérioration.

#### **1.2. Dosage des composés phénoliques :**

##### **1.2.1. Extraction:**

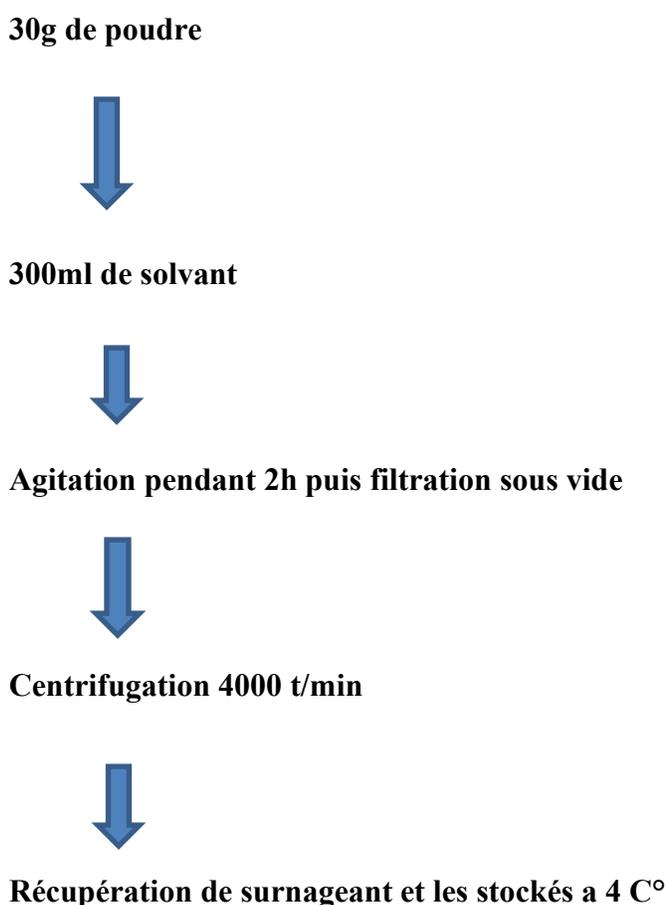
L'extraction est une étape très importante dans l'isolement aussi bien que dans l'identification des composés phénoliques (**Kahali et al., 2013**).

Selon (**Hannou et al., 2017**) L'extraction des polyphénols a été réalisé selon la méthode de Brunet on (1993), avec une légère modification 30 g de poudre et 300 ml d'un mélange de solvant méthanol \_eau 80/20 Sont introduits dans un erlenmeyer de 1 litre. L'extraction est réalisée par Macération À température abondante à l'abri de la lumière pendant 48 heures (figure)

### ***Chapitre III: Approche méthodologique***

Après filtration sur un tissu de mousseline les filtrats sont centrifugés pendant 20 minutes à 4000t/min à température ambiante, filtrés sur papier filtre N1 et conservé à 4C Jusqu'à utilisation (Kahali et al., 2013).

L'extraction utilisée dans cette étude est de type solide liquide, c'est une opération de transfert de matière entre une phase qui contient la matière extraire solide et un solvant d'extraction Liquide. Cette opération permet d'extraire par solubilisation les composants solubles des matières solides à l'aide d'un solvant (Herzi, 2013).



**Figure07: Protocole d'extraction des composés phénoliques (Mahmoudi, 2013).**

## ***Chapitre III: Approche méthodologique***

### **1.2.2. Dosage des phénols Totaux solubles**

Le réactif utilisé est de (Folin-ciocalteu) C'est un mélange complexe des acides phosphotugestene (H3 PW12 040) et de phosphonolybdène (H3 PM12 O4) de couleur jaune.

Le dosage de polyphénols totaux solubles a été réalisé par la méthode au Folin-ciocalteu décrite par Singleton et Rossi en 1965 (figure). Cette méthode est basé sur l'oxydation des composés phénoliques par ce réactif. Elle entraîne la formation d'un nouveau complexe molybdène-tugestène De couleur bleue qui absorbe à 765 mn.

**100ul d'extrait**



**500ul de fc et 400ul de Na<sub>2</sub>CO 37,5 % (m/v)**



**Incubation pendant 10min**



**Mesure d'absorbance 760nm**

**Figure 08: Protocole de dosage des polyphénols totaux solubles (Mahmoudi, 2013).**

## ***Chapitre III: Approche méthodologique***

### **1.3. Activité antibactérienne**

#### **1.3.1. Matériel biologique**

#### **1.3.2. Origine des souches bactériennes**

L'activité antibactérienne a été testé sur quatre souches isolés dans le laboratoire privé Zibouche a Ain defla. Deux d'entre elles proviennent de patients souffrant d'infection urinaire (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*). Et le troisième *staphylococcus aureus* à partir d'une pâtisserie et le quatrième (*Salmonella typhi*) à partir d'une viande.

#### **1.3.3. Conservation des souches:**

Les souches bactériennes sont conservées dans des tubes stériles contenant la gélose nutritive.

#### **1.3.4. Préparation des suspensions bactériennes:**

- Préparer une série de 3 tubes à vis contenant chacun 9ml d'eau physiologique stérile.
- A partir du produit à analyser, introduire aseptiquement 1ml à l'aide d'une pipette stérile dans le tube 1 contenant 9ml d'eau physiologique stérile (il s'agit de la dilution 10<sup>-1</sup>), agiter doucement le tube par des mouvements de rotation.
- Refaire la même opération en partant cette fois-ci de la dilution 10<sup>-1</sup> du tube 1 et en Prélevant 1ml avec une autre pipette stérile et l'introduire dans le tube 2 pour avoir la dilution 10<sup>-2</sup>
- Procéder de la même manière pour les autres tubes jusqu'à la dilution 10<sup>-3</sup>
- Toutes les pipettes utilisées sont déposées dans bocal d'eau de javel.
- Les ensemencements, à partir des tubes de dilution, sont effectués en allant du tube le moins concentré au plus concentré pour éviter un apport supplémentaire de bactéries dans le volume à transférer dans le milieu gélosé et qui sera dénombré.

## ***Chapitre III: Approche méthodologique***

### **1.3.5. Ensemencement des boites:**

Couler les boites de pétri stériles de 90 mm de diamètre par la gélose de Muller Hinton stérile prêt à l'usage.

Laisser les boites entrouvertes devant la flamme jusqu'à complète solidification.

Ensemencer des boites de pétri préalablement coulé par Ecouvillonnage à partir de la dilution

$10^{-3}$  Quatre boites ont étéensemencées chaque bactérie.

### **1.3.6. Méthode de diffusion sur milieux solides:**

#### **1.3.6.1. Méthode de l'aromatogramme :**

Pour évaluer l'activité antibactérienne des extraits méthanoïques nous avons utilisé la méthode d'aromatogramme c'est une méthode de diffusion des disques sur milieu gélosé (**Benrebiha et al, 2017**).

Le principe d'aromatogramme est inspiré de l'antibiogramme il permet de déterminer l'activité inhibitrice de croissance bactérienne par mesure de diamètre d'inhibition autour D'un disque imprégné de celle-ci (**Labioud, 2016**).

Des disques de papier wathman N 1 De 6 mm de diamètre, sont stériles par Autoclavage 120 °C pendant 20 minute. À l'aide d'une pince stérile les disques imprégner avec 10 micros litres d'une solution de l'extrait est déposé sur la surface des boites de pétriensemencées par les souches à tester. Les boites sont ensuite fermées Et laissées diffuser à la température Ambiante pendant 30 minutes et mise à l'étuve à une température de 37 °C pendant 24 heures. La lecture des résultats se fait par mesure des diamètres des zones d'inhibition en millimètres. La sensibilité aux différentes extraites est Organisé selon le diamètre des zones d'inhibition.

## ***Chapitre III: Approche méthodologique***

### **1.3.6.2. Méthode de diffusion par puits:**

C'est la technique de dilution en gélose par la détermination des extraits actifs pour chaque boîte de pétri préalablement Ensemencée, trois puits ont été réalisés à l'aide d'une pipette pasteur aux quels attaché sans injecter 30 ul et 40 ul respectivement, Incubé à 37 °C pendant 24 heures Après incubation l'activité antibactérienne est déterminée en termes de diamètre de la zone d'inhibition produite autour des puits

## CONCLUSION

La présente étude a permis le dosage de substances anti oxydantes (composé phénolique totaux), ainsi que l'évaluation de l'activité antibactérienne des échantillons des légumineuses, (haricot, pois chiche, lentille).

Les toxi-infections alimentaires représentent une problématique d'actualité en santé publique, et de ce fait, elle est incluse parmi les maladies à déclaration obligatoire, et nécessite une investigation rigoureuse afin de mieux appréhender la maladie.

Les légumineuses appartiennent à la famille des fabacées, plante le troisième plus grand groupe au monde, elles sont l'une de culture les plus importantes en raison non seulement pour leur divers avantage agro environnementaux.

Les graines de légumineuses sont caractérisées par une forte densité nutritionnelle. Ces aliments contiennent naturellement beaucoup des fibres, des protéines, des hydrates, des vitamines du groupe B, de carbone, du cuivre, du fer, du Zinc, du phosphore et du magnésium au monde, elles sont l'une de culture les plus importantes en raison non seulement pour elles ont une faible teneur en matière grasse.

Les légumineuses sont capables d'établir une interaction symbiotique avec des bactéries du sol appelle Rhizobia.

# *Références bibliographiques*

## ***Références bibliographiques***

- Allen, O. N. and Allen, E. K., (1981). The Leguminosae, a source book of characteristics, uses and nodulation. The University of Wisconsin Press. Madison
- Aykroyd, Doughty, (1982). Les grains de légumineuses dans l'alimentation humaine. Ed ISBN. P3
- Ait Abdelouhab N, (2008) : Microbiologie Alimentaire. 3ème édition. PP 147.
- Anonyme 1, (1995). Portraits de légumes: Les atouts nutritionnels des légumes. Tout savoir sur les légumes, la santé et la nutrition. Lien. [www.fondation-louisbonduelle.org](http://www.fondation-louisbonduelle.org)
- Athamena, S., Chalghem, I., Kassah\_laouar, A., Laroui, S., Khebri, S. (2010). Activité anti\_oxydante et antimicrobienne d'extraits de Cuminum cyminum L. 72.1-8.
- Aoujit, k., Sahouane, ch. (2015). Etude de la rémanence de l'action de l'huile d'olive et de l'acide oléique comme biopesticide à l'égard de *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera : Bruchidae), Utilisation de deux substrats : le Niébé et le Pois chiche. Mémoire. Mas. En Agronomie. Univ. Tizi ou ou, 93p.
- Bado, B. V. (2002). Rôle des légumineuses sur la fertilité des sols ferrugineux tropicaux des zones guinéenne et soudanienne du Burkina-Faso. Thèse de doctorat, l'université de Laval.
- Belaid, D. (2016). la production de pois chiche en Algérie. 2-15.
- Baumgartner A. (1998). Le pois chiche : la viande des pauvres. 16-19.
- Bouguetof, F., Boutabia, L., Telailia, S., Chefrou, A. (2016). Composition chimique et activité antibactérienne des huiles essentielles de *Rosmarinus officinalis* L. De la région de hammamet (Tébessa\_ algérie). 174-189.
- Benoît, B. (2012). *Lens culinaris* Medik.
- Belaid, Dj. (2017). lentilles : Etude de culture. 14p.
- Buysier M.L, Sutra L. (2005). *Staphylococcus aureus* In : Federighi M. Bactériologie alimentaire-Compendium d'hygiène des aliments. Economica, Paris, 25-51
- Buysier D, (1985). «Toxi infection à Staphylocoques», journées d'études d'hygiène alimentaire Al Fort.
- Conquista A. (1981). An integrated system of classification of flowering plants. Columbia

## ***Références bibliographiques***

- Courpstin CG R ardertJP Machinot S, (1987). Alimentation du nourrisson de la naissance à 18 mois.
  - Diallo M. L, (2010). Contribution à l'étude de qualité bactériologique des repas servis par Dakar Catering selon les critères du groupe SERVVAIR Thèse :Méd ; Vét. Dakar. University, Paris, New york 1262p.
  - Drevon, J.J, P. Hinsinger (2004)- Nutrition phosphatée et réponse des plantes et de la symbiose rhizobienne à la déficience en phosphore.
  - Didier, R., Séphane, W. (2008).Les grains de légumineuses :caractéristiques nutritionnels et effets sur la santé. 136p.
  - EFSA, (2005). Ppinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on Bacillus cereus and other Bacillus Spp in fodstuffs. The EFSA journal, N°175. PP 1-48.
  - 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 fao.org
  - FAO. (2016).légumineuses des graines nutritive pour un avenir durable. 196p.
  - FAO, (1989). Organisation des notions unies pour l'alimentation et agriculture. Aliments vendus sur la voie publique. Rome : PP 96.
  - FAO, (2003). Organisation des notions unies pour l'alimentation et agriculture. Nourrir les villes d'aise. Bangkok. PP 96.
  - FAO, (2006). Sécurité alimentaire. Notes d'orientation N°2.
- FAO/OMS, (1998). Garantir la sécurité sanitaire et la qualité des alimentes directives pour le renforcement des systèmes nationaux de contrôle alimentaire.
- Gordon, M.(2001). Pois chiche : situation et perspectives. Agriculture et Agroalimentaire.
  - Canada : Bulletin bimensuel, Vol. 14N°3.20p

## ***Références bibliographiques***

- Guignard J.L.(1980) . Abrégé de botanique. 4ème ed. Masson, Paris. 259 p.

HUIGNARD J., GLITHO I., MONGE J., REGNAULT-ROGER I.(2011). Insectes ravageurs des graines de légumineuses, biologie des Bruchinae et lutte raisonnée en Afrique. Edition Quae .France. 147p.

- Herzi, N. (2013).extraction et purification de substances naturelles :comparaison de l'extraction au co2-supercritique et des techniques conventionnelles. Thèse Doctorat, Université de Toulouse.;193p.
- Idrissi, O, Houasli, ch., Nasserlhaq, N.(2012).comparaison de lignée avancées de lentilles sous stress hydrique durant la phase de floraison er formation des gosses. 53. 2-9.
- Jezierny, D., Mosenthin, R., Bauer, E. (2010).The use of grain legumes as a protein
- Joffin .N-J et Joffin. C, (1992). Microbiologie alimentaire ,3ème édition. Centre

régional de documentation Pédagogique de Bordeaux. France. PP 204.

- source in pig nutrition: A review. Animal feed science and technology 157:111-128.
- Labiod, R. (2016).Valorisation des huiles essentielles et des extraits de Satureja calamintha
- Nepeta:activités antimicrobienne, activités antioxydante, et activités fongicide. Thèse Doctorat, Université Badji Mokhtar \_Annaba;162p.
- Larpent JP, (1997). Microbiologie alimentaire. Techniques de laboratoire. Ed. TEC et DOC lavrision. France. PP 1039.
- Mahmoudi, S, N.,Khali, M. (2013).Etude de l'extraction des composés phénoliques de différentes parties de la fleur d'artichaut (Cynara scolymus L.). 1-6.
- Martine, ch., Magrini, MB., Simon, N, C., Le Guillou. (2015).Les légumineuses pour l'alimentation humaine. 9p.
- Mebarki, M. (2018).Les légumineuses,un marché en plein croissance. 52p.
- Nicolas, M. (2015).Diagnostic des filières de légumineuses à destination de l'alimentation humaine en France \_ Intérêt environnemental et perspectives de développement. Ed. Français. 4.1-53.
- Ndèye FD, 2002. Utilisation des inoculum de rhizobium pour la culture du haricot

## ***Références bibliographiques***

(Phaseolus vulgaris) au Sénégal. Thèse de docteur de biologie végétale. Pages 97.

Faculté des Sciences et Techniques, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal.

- Mou as, A., Benrebiha. F., Chaouia, ch. (2017). Evaluation de l'activité antibactérienne de l'huile essentielle et de l'extait méthanolique du romarin Rosmarinus officinalis L.8p
- Pierre, PR. (2018). Rencontres francophones légumineuses. Éd. Centre de congrès. 64.1-348.
- Pierre, R., Monique, P. (2014). Etude des interactions entre les lectines et les constituants glucidiques (glyco-protéines et glucides solubles) des graines de quelques Légumineuses.388. 1-1
- Prescott, L.M., J.P. Harley and D.A. Klein. (2003). Microbiologie. De Boeck-Supérieur., pp: 1137.3.
- Rosset R, Beaufort A, 1983. Nature et description des intoxications alimentaires. Ed .In la restauration social et commerciale .Paris. PP (339-347).
- Rozier J et Carlier V. (1983). «dégradation de la qualité des aliments pour les microorganismes. »
- Schneider, A., ahuygte, c. (2015). Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables. Édition QUæ. 551p.
- Schneider A. (2002). Arbres et arbustes thérapeutiques : les connaître, les protéger, les utiliser. Nontréal : ed, de l'homme, 384P.
- Vander-Maessen L.J.G. (1972) . Origin, history and taxonomy of chickpea. In: Saxena
- M.C. et Singh K.B. The chickpea. Ed. ICARDA, Aleppo, Syria: 11- 17.
- Werner J, Bauer, Raphael B, Jürg L,(2010). Science et technologie des aliments.1er édition presses polytechniques et un romandes. ISBN : P423-448- 560-565.
- Zahran, HH. (1999) Rhizobium-Legume Symbiosis an Nitrogen Fixation under Severe

Conditions and in an Arid Climate. Microbiology and Molecular Biology Reviews 63: 968-989.