

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE

DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Réf : ...../UAMOB/F.SNV.ST/DEP.AGRO/2021

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV Filière : Sciences alimentaire

Spécialité : Technologie Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

Présenté par :

*Khali djazia & Guellal katia*

*Thème*

**Effet de stockage sur la dégradation de la composition  
biochimique de certaines légumineuses  
(Pois chiche, fève)**

Soutenu le : 14/07/2021

Devant le jury composé de :

*Nom et Prénom*

*Grade*

*Mme. SAYAH S*

*MAB*

*Univ. de Bouira Présidente*

*Mme. MAHDI K*

*MCA*

*Univ. de Bouira Examinatrice*

*Mme. AMMOUCHE Z*

*MAB*

*Univ de Bouira promotrice*

*Année Universitaire : 2020/2021*

## *Remerciements*

*Avant toute chose, nous remercions Dieu, le tout puissant, miséricordieux et clément pour nous avoir donné santé, patience, volonté et courage.*

*Au terme de ce travail, nous tenons à remercier notre enseignante et promotrice madame AMMOUCHE Z pour nous avoir dirigés tout au long de la réalisation de ce travail, pour son esprit scientifique, ses précieux conseils et ses encouragements.*

*Nous adressons aussi nos vifs remerciements à tous les membres du jury:*

*A madame SAYAH S, enseignante à la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre de l'UAMOB, qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury.*

*A madame MAHDI K, maître de conférence et enseignante à la faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre de l'UAMOB, qui a bien aimablement accepté d'examiner ce travail, sincères remerciements.*

*Nos remerciements vont aussi à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail et à tous nos amis et nos collègues pour leurs encouragements et leurs amitiés.*

*Merci à tous*



## *Dédicaces*

*Je dédie Ce travail à :*

*La plus chère personne à mon cœur, ma raison de vivre, sans elle ma vie aura une autre orientation, quoique je fasse, je pourrai ne jamais te rendre le minimum de tes sacrifices, chère maman que le bon dieu te protège et te garde pour nous.*

*A Mon Cher père qui ma toujours encourager dans mes études, merci papa au fond du cœur pour ton soutienne, et ta confiance en moi.*

*A Mes frères, zine dine et salah dine ma source de motivation et d'énergie positive, c'est l'honneur d'avoir des frères comme vous, que de réussite dans ta vie.*

*A tout ma famille grande et petite*

*A mes chers Amis, Ikhlas, khadidja, merci pour votre sincère amitié ainsi pour tous les bons souvenirs qui nous ont rassemblé*

*A mon binôme katia pour sa compréhension et sa patience infinie.*

*Aux étudiants de MASTER 02 spécialité Agroalimentaire Alimentaire et Contrôle de Qualité promo 2020 /2021*

*djazia*



*Dédicaces*



*Je dédie ce mémoire :*

*A mes très chers parents Pour leur amour, soutient, sacrifices et encouragements, tout au long de ma vie et de mon parcours que ce travail soit, pour eux un témoignage de ma vivre reconnaissance et ma profonde affection.*

*A mes sœurs Sonia, Kahina et fairouz.*

*A mon frère youssef.*

*A ma très chère grande mère Tassadit, à laquelle je souhaite une longue vie pleine de santé.*

*A toute la famille Guellal et Boudina.*

*A toutes mes amies, sans particularité avec qui j'ai passé des meilleurs moments.*

*A mon binôme Djazia pour sa compréhension et sa patience infinie.*

*A tous mes collègues et amies de la promotion 2021.*

*A tous ceux qui ont participé, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.*

*Katia*



### *Liste des abréviations*

AFNOR	Association française de normalisation
BBC	Bleu brillant de Coomassie
BSA	Albumine de sérum de bœuf
CCLS	Coopérative des céréales et légumes secs
DSA	Direction de Service Agricole
FAO	Food agriculture organisation
<i>HA</i>	Hectare
Mt	Millions de tonnes
<i>IG</i>	Indice de gonflement
<i>ISO</i>	Organisation Internationale de Normalisation
<i>LDL</i>	Lipoprotéine de basse densité ( low density lipoprotéine)
<i>MCV</i>	Maladie cardiovasculaire
MS	Matière sèche
<i>OMS</i>	Organisation mondiale de la santé
<i>PS</i>	poids spécifique
<i>PHL</i>	poids à l'hectolitre
<i>QX</i>	unité de production (quintaux)
<i>RDT</i>	Rendement
<i>RSG</i>	Régime sans gluten
VIT	<i>Vitamine</i>
Vitamine pp	La niacine correspond à l'acide nicotinique et au nicotinamide

### *Liste des figures*

<b>Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 01</b>	Production mondiale de quelques légumineuses	4
<b>Figure 02</b>	Gousses de pois chiche <b>a:</b> vertes et <b>b:</b> mures	11
<b>Figure 03</b>	Evolution de la production nationale du pois chiche 2000-2001	12
<b>Figure 04</b>	les fruits de la fève <i>Vicia faba</i> .	14
<b>Figure 05</b>	Apport calorifique de 100 g de la fève verte d'Aguadulce	16
<b>Figure 06</b>	Adulte de <i>Callosobruchus maculatus</i>	25
<b>Figure 07</b>	Femelle en activité de ponte	26
<b>Figure 08</b>	Femelle du bruche De pois chiche	27
<b>Figure 9</b>	Bruches chinoises	27
<b>Figure 10</b>	Bruche de la fève ( <i>Bruchus rufimanus</i> )	28
<b>Figure 11</b>	les différents stades de développements de <i>B. rufimanus</i>	28
<b>Figure 12</b>	Graines infestées par <i>B. rufimanus</i>	29
<b>Figure 13</b>	charançon ( <i>sitophilus granarius L</i> )	32
<b>Figure 14</b>	Tordeuse du pois ( <i>Cydia nigricana</i> )	33
<b>Figure 15</b>	Sitone	34
<b>Figure 16</b>	tribolium ( <i>Tribolium confusum et Tribolium castaneum</i> )	35
<b>Figure 17</b>	silvain ( <i>Oryzaephylus surinamensis L</i> )	36
<b>Figure 18</b>	cryptoleste ( <i>Cryptolestes ferrugineus</i> )	37
<b>Figure 19</b>	capucin des grains ( <i>Rhyzopertha dominica</i> )	38

<b>Figure 20</b>	Trogoderma ( <i>Trogoderma granarium</i> )	39
<b>Figure 21</b>	cadelle ( <i>Tenebroïdes mauritanicus</i> )	40
<b>Figure 22</b>	Alucite des céréales ( <i>sitotroga cereallela</i> )	41
<b>Figure 23</b>	Acarien	42
<b>Figure 24</b>	Quelques exemples d'équipement pour l'application des poudres pour poudrage	51
<b>Figure 25</b>	Méthode pour mélanger la poudre insecticide et le grain Mélange avec des grains battus.	52
<b>Figure 26</b>	Quelques exemples d'équipement pour l'application des poudres mouillables	53
<b>Figure 27</b>	Chasse-rats	58
<b>Figure 28</b>	Tapette	59
<b>Figure 29</b>	pose de pièges	60
<b>Figure 30</b>	Pois chiche (flip 90).	63
<b>Figure 31</b>	Fève (aguadulce).	63
<b>Figure 32</b>	Farine de pois chiche	64
<b>Figure 33</b>	Farine de fève	64

*Liste des tableaux*

<b>Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 01</b>	production de légumineuses dans la willaya de bouira	5
<b>Tableau 02</b>	Composition chimique (g/100g) de certaines légumineuses alimentaires	6
<b>Tableau 03</b>	Composition en acides gras des lipides de quelques légumineuses	8
<b>Tableau 04</b>	Vitamines et sels minéraux de quelques légumineuses	10
<b>Tableau 05</b>	Légumineuses alimentaires cultivées en Algérie : leur importance en superficie, production et rendement (moyenne 2000-2014)	12
<b>Tableau 06</b>	Composition de 100g de pois chiche (g/100g).	13
<b>Tableau 07</b>	Evaluation de la superficie et production de la fève et féverole en Algérie	15
<b>Tableau 08</b>	Composition globale de graine de fève	17
<b>Tableau 09</b>	Différentes opérations de préparation des farines de pois chiche et de fève.	64

## *Table des matières*

### *Liste des abréviations*

### *Liste des figures*

### *Liste des Tableaux*

### *Introduction ..... 1*

### *Chapitre I : Synthèse bibliographique*

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

##### I-1-1- Composition biochimique des graines de légumineuses..... 5

##### I-1-1-1- Protéines .....7

##### I-1-1-2- Lipides ..... 8

##### I-1-1-3-Glucides ..... 8

##### I-1-1-4-Vitamines et éléments minéraux..... 9

#### I-2- Pois chiche..... 10

##### I-2-1-Composition biochimique et valeur alimentaire ..... 12

#### I-3-Fève ..... 14

##### I-3-1- Composition biochimique et valeur alimentaire ..... 16

#### **I-4- Effet thérapeutiques des légumineuses**

##### I-4-1- Définition ..... 18

#### **I-5- Effet de stockage sur la dégradation de la composition biochimique (Pois chiche, Fève)**

##### I-5-1- Insectes nuisibles des légumineuses (Pois chiche, Fève)..... 25

##### I-5-2- Dégradation de la composition biochimique .....44

##### I-5-3-Effet du stockage sur la valeur nutritionnelle .....44

I-5-4-Résolution de problèmes liés au stockage.....	47
<b>Chapitre II : matérielle et méthodes.....</b>	<b>63</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>72</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>74</b>
<b>Résumés</b>	

## **Introduction**

## Introduction

Les légumineuses alimentaires sont cultivées depuis longtemps dans le monde et occupent une place importante dans l'alimentation humaine pour de nombreux pays en voie de développement. Riches en protéines, elles permettent dans une certaine mesure de corriger les carences en protéines animales d'une population dont l'alimentation est exclusivement à base de céréales (AYADI, et al., 1986).

Les légumes secs (pois chiche, fève, lentilles ...) sont classés parmi les cultures les plus importantes en raison non seulement de leur qualité nutritionnelle mais également pour leurs divers avantages agro-environnementaux. Les graines et les farines de légumineuses sont des sources importantes de protéines, glucides, vitamines, minéraux et fibres alimentaires (BALJEET et al., 2014); (RACHWA- ROSIAK et al., 2015).

Parmi les légumineuses alimentaires, la fève (*Vicia faba*) joue un rôle très important dans l'alimentation humaine et aussi animale. Elle constitue une bonne source de protéines (30 à 40 %) et de glucides (53 %). elle est aussi la fève est riche en vitamines C, dont la teneur peut atteindre 25 % et sels minéraux, tels que le Mg, K, Fe (MEDJDOUB-BENSAAD F, 2007).

La valeur nutritive du pois chiche est importante car ses graines sont constituées majoritairement d'un sucre lent l'amidon (41 %), d'un taux appréciable de protéines (23 %), de sels minéraux (4%) et de vitamines (0,003 %) (RAJESH, 2001).

Les graines de légumineuses sont caractérisées à la fois par une forte densité énergétique et une forte densité nutritionnelle. Ces aliments apportent les fibres, les protéines, les hydrates de carbone, les vitamines du groupe B, du fer, du cuivre, du magnésium, du manganèse, du zinc et du phosphore. Au-delà de la stricte couverture des besoins nutritionnels, les graines de légumineuses, notamment les légumes secs, présentent des atouts indéniables pour la santé humaine. L'effet thérapeutique des légumineuses est élucidé par plusieurs auteurs dans différentes études; leur consommation est bénéfique contre les maladies cardiovasculaires, diabète de type 2, hypertension artérielle, maladies cœliaques, Les dyslipidémies...etc. et peut être avantageuse aussi pour la gestion du poids corporel et la prévention de l'obésité. (WALRAND S et REMOND D, 2017).

En Algérie et dans le monde entier, les produits stockés en général et les graines de légumineuses particulièrement sont attaqués par divers ennemis (les insectes, les rongeurs, les micro-organismes...). Ces ravageurs risquent d'endommager une grande partie des produits

## Introduction

---

stockés qui subissent une perte de leur valeur nutritionnelle et de leur valeur marchande. Des améliorations nécessaires des conditions dans les systèmes de stockage permettent souvent de mieux protéger le produit stocké et par conséquent de limiter les pertes. **(INGE DE GROOT, 1996 – 2004).**

La récente étude porte sur quatre volets: l'étude des propriétés physico-chimiques des farines de légumineuses; à savoir, la fève de variété Aguadulce et le pois chiche de variété Flip 90 avant et après stockage (récolte juin 2019). Les effets thérapeutiques des produits finis issus des farines de ces légumineuses sur la santé humaine, l'impact du stockage sur la dégradation de la valeur nutritionnelle de ces farines et comment améliorer les conditions de stockage afin d'éviter l'attaque des ravageurs des graines stockées.

**Chapitre *I* :**  
**Synthèse bibliographique**

## I-1-Généralités

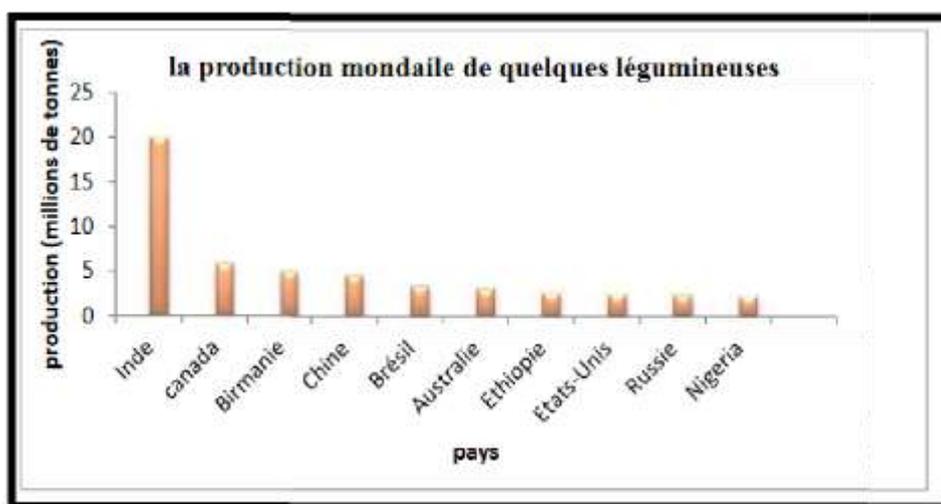
Les légumineuses représentent la troisième plus grande famille d'Angiospermes (ou plantes à fleurs) après les Orchidacée et les Astéracée (**DOYLE et LUCKOW, 2003**), avec plus de 730 genres et 19 400 espèces, réparties aussi bien en milieu tempéré qu'en milieu tropical (**WOJCIECHOWSKI et al., 2004**).

Cette famille est composée de variétés horticoles et beaucoup d'espèces sont récoltées dans un but alimentaire, tant pour l'alimentation humaine (haricot, pois, fève, soja) qu'animale (trèfle, luzerne, sainfoin), pour leur huile (arachide, soja), leurs fibres ainsi que leur utilisation en médecine (spartéine extraite du genêt à balais, réglisse) ou en chimie (**MOREL, 2011**).

Le programme alimentaire mondial et d'autres initiatives en matière d'aide alimentaire incluent les légumineuses dans l'assortiment alimentaire de base, dont elles sont un élément indispensable (**FAO, 2013**). Les légumineuses sont riches en protéines, glucides, vitamines et minéraux, ce sont donc une excellente source d'énergie. Elles se distinguent par leur forte teneur en fibres alimentaires, l'absence de cholestérol et présence d'acides gras insaturés ce qui donne un effet bénéfique pour contrôler le diabète et pour prévenir contre les maladies cardiovasculaires (**FREDOT, 2006**).

Les légumineuses sont cultivées partout dans le monde, mais plus particulièrement dans des pays en développement (Inde, Chine) illustré en **Fig 01 (GORDON, 2002)**.

La production mondiale des légumineuses à graines représente 12,5% de la production mondiale des céréales en 2012. Les légumineuses à graines hors soja ont connu plus de 50% d'augmentation en 30 ans (entre 1980 et 2010). Le pois chiche représente 10,5 Mt et la féverole 6 Mt en 2010 (**SCHNEIDER et al., 2015**).



**Figure 01:** Production mondiale de quelques légumineuses (FAO, 2016).

En Algérie, la culture des légumineuses alimentaires fait partie des systèmes agraires depuis très longtemps dans différentes zones agro-écologiques du pays (FAO, 2006). En effet, les espèces de légumineuses alimentaires les plus cultivées sont: la lentille (*Lens culinaris L.*), le pois chiche (*Cicer arietinum L.*), le pois (*Pisum sativum L.*), la fève (*Vicia faba L.*) et l'haricot (*Phaseolus vulgaris L.*) (MA, 1998).

Les principales wilayas productrices de légumineuses en Algérie sont : Tlemcen, Aïn-Temouchent et Chlef (AMIR et al., 2006).

Bien que les légumineuses alimentaires cultivées aient bénéficié de quelques programmes de développement, la production nationale en légumes secs n'a pas connu l'amélioration escomptée, tant sur le plan de la superficie que sur le plan de production de grains. Toutes les espèces de légumineuses cultivées au niveau national ont connu une instabilité de leur rendement (DREVON, 2009).

Actuellement la production nationale ne couvre pas les besoins internes du pays et l'état a recours à des importations. Ainsi, 1800.000 quintaux de légumineuses alimentaires sont importés chaque année, ce qu'est l'équivalent de 123 millions de dollars. (FAO,2006).La production de légumineuse dans la wilaya de Bouira est représentée dans le **Tableau 01**.

**Tableau 01:** Production de légumineuses dans la wilaya de Bouira (DSA,2021).

Evolution des légumes Secs par espèces (wilaya de Bouira 2017-2020)										
Fèves/fèveroles		Lentilles		Pois secs		Pois chiche		Total		
Sup (ha)	Pro (qx)	Sup (ha)	Pro (qx)	Sup (ha)	Pro (qx)	Sup (ha)	Pro (qx)	Sup (ha)	Pro (qx)	
2017-2018	625.5	7837	108	866	10	80	406	3898	1149.5	12681
2018-2019	804.00	8514.00	111.50	1196.00	-	-	373	4122	1288.00	13832.00
2019-2020	713	8837	118.5	1185	-	-	483	4347	1314.5	14369

**Sup : superficie (ha)      Pro : production (qx)**

La place des légumineuses alimentaires dans le système agraire n'a pas toujours été importante, leurs superficies totales entre 2017 – 2020 avoisinent 3752 hectares. Les espèces les plus cultivées sont dans l'ordre d'importance: la fève et fèverole, le pois chiche et la lentille.

### I-1-1- Composition biochimique

Les légumineuses sont cultivées principalement pour leurs graines riches en protéines (fève, pois, haricot, lentille, soja, arachide ...) ce qui leur donne le nom des espèces protéagineuses (NAFTI, 2011). Elles se répartissent en deux groupes, selon leur composition biochimique (CARROUEE et al. 2003). Le premier groupe correspond à des graines riches en protéines (24 à 32%), amidon(40 à 50%) et pauvres en matières grasses (1 à 3%) ; c'est le groupe le plus important et il rassemble le pois, la fève et la fèverole, les vesces et gesses, l'haricot, le pois chiche et la lentille. Les graines de ce groupe sont des suppléments des céréales dans les régimes alimentaires.

Le second groupe correspond à des graines plus riches en matières grasses et contenant peu d'amidon. Ce groupe rassemble les lupins, le soja et les légumineuses tropicales comme l'arachide. Sa composition est moins homogène que le précédent, leurs teneurs en huile varient de 6 à 10 % pour les lupins, 18 à 20 % pour le soja, et 40 % pour l'arachide; leurs teneurs en protéines sont toujours élevées (PEYRAUD et al., 2009).

La composition biochimique globale de quelques légumineuses est résumée dans le **tableau 02**.

**Tableau 02:** Composition chimique (g/100g) de certaines légumineuses alimentaires

(ZAHOU et al., 2013 ; NDIFE et al., 2011 ; SANJEEWA et al., 2010., SOUCI et al., 2008).

Légumineuses	Nom scientifique	Protéines	Lipides	Glucides	Vitamines E, B1, C	Minéraux
Soja	<i>Glycine max L.</i>	36-39	10-19,9	30-36	E 1.5 B1 1.03 C -	2.5 - 4.9
Pois chiche	<i>Cicer arietinum</i>	19-27	6- 7,6	60-64	E - B1 0.518 C 5.1	2.48 – 3
Lentille	<i>Lens culinaris</i>	25,8	1,06	60-62	E - B1 0.48 C 7.0	2.67
Haricot	<i>Phaseolus vulgaris</i>	21.6	1,42	62,36	E 0.21 B1 0.503 C 2,5	3.6
Féverole	<i>Vicia faba</i>	26,12	1,53	58,29	E 0.257 B1 0.3 C 25	3.08

### I-1-1-1-Protéines

Les protéines des légumineuses, localisées presque exclusivement dans les cotylédons, sont principalement constituées d'albumines (10 à 20 %) et de globulines (60 à 90 %).

La fraction albumine est en général assez hétérogène car elle rassemble la plupart des protéines ayant un rôle physiologique dans la graine (enzymes, inhibiteurs). Elle est soluble dans l'eau et facilement attaquée par les enzymes digestives (CALET, 1992 ; GUEGUEN et LEMARIE, 1996).

Les globulines sont les protéines de réserve dominantes dans les graines de légumineuses et constituent de 60 à 90 % des protéines des graines (LOUISOT, 1997).

Les albumines sont plus riches en acides aminés soufrés et en lysines (BANIEL, 1993). Des sélections génétiques sont envisagées pour diminuer les globulines des légumes secs et favoriser les albumines ce qui améliorerait leur teneur en acides aminés essentiels (FREDOT, 2006).

Les protéines végétales contenues dans les légumineuses composent en moyenne 20 à 30 % de leur contenu énergétique (MESSINA MJ, 1999). Une portion de légumineuse fournit en moyenne 12g de protéines ou environ 21 % de l'apport nutritionnel recommandé (ANR) protéiques pour un adulte de 70 kg (0.8 g/kg de poids corporel) (OTTEN JJ et al., 2006).

Contrairement aux protéines animales, les protéines végétales des légumineuses ont des teneurs faibles en méthionine et en tryptophane, des acides aminés essentiels à l'organisme (ANDERSON JW et al., 1999).

Toutefois, en combinant les légumineuses avec des produits céréaliers à grains entiers, des noix ou des graines qui contiennent de la méthionine, permet d'obtenir des produits avec des taux en protéines complets, c'est-à-dire contenant tous les acides aminés essentiels. Chez l'adulte, il n'est pas nécessaire de rechercher cette complémentarité au cours d'un même repas, puisque le fait de l'obtenir au cours d'une même journée semble suffisant (YOUNG VR, PELLETT PL, 1994).

### I-1-1-2-Lipides

Les légumineuses sont faibles en lipides, leur teneurs varient de 1 à 2 % en général (VIERLING, 2008), le pois chiche en contient 3.4 % et la fève 2 % (CAMPOS-VEGA et al., 2010 ; KALOGEROPOULOS et al., 2010). Par contre, les gaines d'arachide et de soja sont des sources importantes d'huiles.

La faible quantité de lipides contenue dans les légumineuses est principalement formée d'acides gras insaturés, avec 21 % à 53 % d'acide linoléique et 4 % à 22 % d'acide alphalinoléique (AYKROD et DOUGHTY, 1982).

Toutes les légumineuses sont très faibles en acides gras trans et leur contenu est inférieur à 1 % des acides gras totaux.

La teneur moyenne des légumineuses en lipides est faible et ne dépasse guère 2% de matière sèche (MS), à l'exception du pois chiche qui constitue une source relativement riche (5 à 6 % de matière sèche). Les triglycérides représentent 90 % des lipides totaux (Tableau 03). La composition des lipides des légumineuses est proche de celle des céréales avec un caractère polyinsaturé marquant une prédominance de l'acide linoléique (GROSJEAN, 1985).

**Tableau 03:** Composition en acides gras des lipides de quelques légumineuses

(% d'acides gras totaux). (AYKROYD et DOUGHTY, 1982).

Acides gras	Haricot	Pois chiche	Lentille
Acide gras saturé (Acide palmitique)	13.9	11.9	16.7
Acide gras insaturé (Acide linoléique)	27.0	56.0	47.8

### I-1-1-3-Glucides

Les graines de légumineuses sont particulièrement riches en glucides, elles en contiennent en moyenne 55 à 65 % (MOHTADJI et LAMBALLAIS, 1989) en majorité de l'amidon et une faible quantité de saccharose (VIERLING, 2008).

L'amidon représente entre 60 et 80 % des glucides totaux (CUQ et LEYNAUDROUAUD, 1992). Les graines de soja et le lupin en sont dépourvues contrairement aux graines de pois chiche, d'haricot et de lentille qui elles possèdent des teneurs très élevées en amidon (GODON, 1996).

Les glucides des légumineuses renferment aussi des monosaccharides, des disaccharides et des oligosaccharides de la famille du raffinose (incluant le raffinose, le stachyose et le verbascose) qui sont indigestibles par l'humain, en l'absence de l'enzyme alpha-galactosidase dans son système digestif (GEIL et ANDERSON, 1994).

Les polysaccharides, qui constituent jusqu'à 50 % des enveloppes des graines (cellulose, hémicellulose, pectines) réduisent considérablement la digestibilité des autres éléments nutritionnels et des protéines en particulier. De même les sucres éthanosolubles issus de la dégradation des galactosides (tel le stachyose en particulier) sont peu appréciés pour les flatulences qu'ils engendrent (THIBAUT et al., 1989 et CHAMP et al., 1990).

#### I-1-1-4-Vitamines et éléments minéraux

Les légumineuses sont une source d'acide folique et de thiamine, des vitamines qui réduisent les concentrations sériques d'homocystéine (ANDERSON et MAJOR, 2002). Elles contiennent aussi d'autres vitamines hydrosolubles comme la riboflavine et la niacine (MESSINA, 1999). Elles apportent également de la biotine, de l'acide pantothénique, de la choline en quantités variables, en revanche, on ne trouve pas de vitamines liposolubles. Cependant, il semble que le pois et le pois chiche apportent peu de vitamine A (BESANÇON, 1978). Ils sont dépourvus en vitamines C et D mais contiennent la vitamine E (0.4 mg/100g) et la vitamine B carotène. Ces teneurs restent cependant négligeables. Selon (FREDOT, 2006), la fève est riche en vitamines C, dont la teneur peut atteindre jusqu'à 25 %.

Plusieurs minéraux sont contenus dans les légumineuses, dont le calcium, le fer, le cuivre, le phosphore, le potassium et le magnésium (GEIL ET ANDERSON, 1994; MESSINA, 1999). Les graines des légumineuses sont particulièrement riches en potassium (900 à 1370 mg/100g), alors que leur teneur en sodium est particulièrement faible, sauf lorsqu'il s'agit de conserves de pois ou d'haricot (BESANÇON, 1978). (Tableau 04).

Les légumineuses sont également riches en phosphore dont une grande partie est présente sous forme de phytate (NESPOLO, 2014).

Le fer contenu dans les légumineuses est non hémique, une forme moins facilement absorbable par l'organisme que le fer hémique provenant de la viande, de la volaille et du poisson. Toutefois, il est possible de favoriser l'absorption du fer non hémique par l'ajout d'une source de vitamine C, lors de la consommation de légumineuses (OTTEN et al., 2006).

**Tableau 04:** Vitamines et sels minéraux de quelques légumineuses (FAO, 2016).

Non commun	Fe (mg)Fer	Mg(mg) Magnésium	P(mg) Phosphore	K(mg) Potassium	Zn (mg) Zinc	Cu (mg) Cuivre	VIT B9/Folate(mg/10 0g)
Fève, sèche ,cru	6.1	191	506	1080	3.1	2.82	423
Niébé, sec ,cru.	7.3	187	387	1210	4.61	0.68	417
Lentille.	7	103	391	855	3.9	0.74	295
Haricot noir.	6.5	188	471	1416	2.9	0.83	444
Haricot blanc.	5.49	175	407	1185	3.65	0.834	364
Pois chiche	5.4	146	342	1116	3.2	0.67	557
Pois vert sec	3.5	116	295	1010	2.39	-	138

## I- 2-Pois Chiche

Le pois chiche (*cicer arietinum L.*) est, en Algérie, la seconde légumineuse alimentaire cultivée après la fève. Sa culture a connu durant la décennie (1980-1990) une certaine évolution progressive sur le plan des superficies et de la consommation et une évolution régressive en terme de production et de productivité (ANONYME, 1994).

Les causes de la faiblesse de la productivité du pois chiche en Algérie sont souvent d'ordre agronomique liées aux conditions de semis (période, mode de semis, qualité de la semence) et à l'infestation par les adventices. Avec le semis tardif (mars-avril), l'infestation de la culture du pois chiche par les adventices est certainement la cause principale des mauvais rendements (HAMADACHE et al., 1997).

Le pois chiche est une des légumineuses qui appartient à l'ordre des rosales dont elles représentent la famille la plus évoluée (Figure 03). Elles se situent dans le prolongement des rosacées auxquelles ressemblent par les conformations du réceptacle, les graines ex-

albuminées et les feuilles stipulées, (MUEHLBAUER et al., 1998). La famille des fabaceae, comptant plus que 700 genres et 1800 espèces (POLHILL et RAVEN, 1981). Le genre *cicer* L. comptent 44 espèces (YADAV et al., 2007), dont 9 espèces annuelles et 35 espèces Perpétuelles. Seulement une espèce annuelle, *Cicer arietinum* est cultivée (VAN DER MAESEN, 1987).



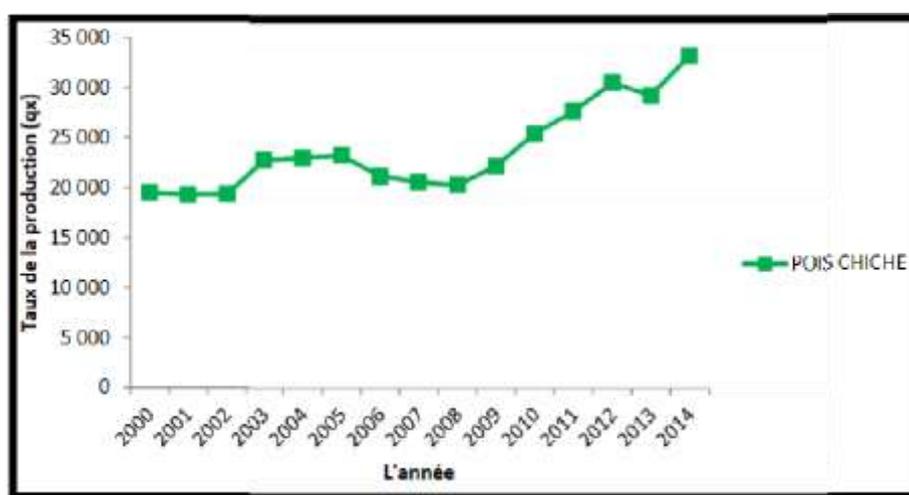
**Figure 03 :** Gousses de pois chiche **a:** vertes et **b:** mures (ANONYME, 2010).

La température exerce une forte influence sur la phase végétative et reproductrice de pois chiche. La température optimale exigée par le pois chiche varié entre 18°C et 29°C le jour et 20°C la nuit. Il est considéré comme étant une plante de jour long (MELAKHESSOU, 2007).

En Algérie, la culture des légumineuses et en particulier le pois chiche a un intérêt national, car elle doit permettre de satisfaire les besoins, réduire les importations et limiter la dépendance économique vis-à-vis de l'étranger (M.A.D.R., 2015). En effet, cette culture occupe environ 33,32 % de la superficie totale des légumineuses, avec un taux de production de 31,95 % de la production nationale des légumineuses alimentaires (Tableau 05).

La production nationale (Figure 03) ne couvre en moyenne que 30 % des besoins de la population. L'Algérie est contrainte d'importer entre 47000 et 56000 tonnes de pois chiche par an pour couvrir une demande constante de la population en croissance démographique continue (M.A.D.R., 2015).

Légumes secs	Superficie		production		Rdt
	Ha	%	Qx	%	Qx/ha
Fèves – fêveroles	34 421	48,01	305 249	51,43	8,81
Pois-chiche	23 892	33,32	189 659	31,95	7,65
Pois-secs	8 823	12,31	62 510	10,53	6,86
Lentilles	2 996	4,18	25 206	4,25	7,11
Haricots-secs	1 401	1,95	9 613	1,62	6,76
Gesses-guerfalas	162	0,23	1 290	0,22	7,58
<b>Total</b>	<b>71 695</b>	<b>100</b>	<b>593 529</b>	<b>100</b>	<b>45</b>



**Figure 04:** Evolution de la production nationale du Pois chiche 2000-201 (M.A.D.R., 2015).

**Tableau05:** Légumineuses alimentaires cultivées en Algérie: leur importance en superficie, production et rendement (moyenne 2000-2014) (M.A.D.R, 2015).

### I-2-1-Composition et valeur alimentaire

Le pois chiche, comme toutes les légumineuses, est un aliment naturellement riche en protéines végétales, en plusieurs vitamines et minéraux et en fibres alimentaires. De plus, il est faible en matières grasses, et comme tous les aliments végétaux il ne contient pas de cholestérol (BEDARD, 2006).

Le pois chiche est une plante destinée à l'alimentation humaine. Sa valeur nutritive est importante car ses graines sont constituées majoritairement d'un sucre lent, l'amidon (41 %), d'un taux appréciable de protéines (23 %), de sels minéraux (4 %) et de vitamines (0,003 %) (RAJESH,2001).

Il est à signaler que ses protéines renferment une diversité d'acides aminés. Le plus important étant la lysine suivi de l'arginine, la cystéine et la méthionine. Ses matières grasses sont composées d'acides gras essentiels dont l'acide linoléique, oléique et palmique. La concentration en calcium est la plus importante comparée à celle du phosphore qui est supérieure à celle du fer. Il renferme des vitamines du groupe B (niacine, thiamine et riboflavine) (AUBERT, 1992).

Ces principaux constituants sont: lipides, substances azotées, amidon, sucres, sels minéraux (phosphore, potassium, magnésium, calcium, sodium, silice), oxyde de fer, arsenic, asparagine, vitamines C et B (Tableau 06).

**Tableau 06:** Composition biochimique de 100 g de pois chiche (g /100g).

<b>Auteur</b>	<b>ARKOYLD ET DAUGHTY.(1982)</b>	<b>DUPIN et al (1992)</b>	<b>SOUCI et al., (1994)</b>	<b>ROUDAUT ET LEFRANQ. (2005)</b>
<b>Composition</b>				
<b>Eau</b>	-	10	11	10-11
<b>Protéines</b>	20,1	20	19,80	11-25
<b>Lipides</b>	4,5	5	3,40	3,5-5
<b>Glucides totaux</b>	60.5	58	-	-
<b>Glucides assimilables</b>	-	-	-	43-48
<b>Fibres</b>	-	15	21,40	9,5-15
<b>Matières minérales</b>	-	-	2,72	2,74

Le signe(-) indique qu'il n'y a pas de données

### I-3-Fève

La fève présente de nombreux avantages, sa place dans la rotation des légumineuses est essentielle (fixation d'azote de l'air). Selon **HAMADACHE (2003)**, la fève a la capacité de fixer l'azote de l'air grâce aux bactéries que contiennent les nodosités de ses racines, par conséquent la plante n'a pas besoin des apports

d'engrais et permet donc de réduire la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre et de gaz acidifiants. Elle est capable d'étouffer les mauvaises herbes, la fève se prête bien à la culture biologique.

D'après (**BRINK et BELAY, 2006**) la fève est une plante annuelle, son cycle complet, de la graine à la récolte est d'environ cinq mois. Le développement de la fève est caractérisé par cinq principaux stades: germination et levée, développement végétatif, développement reproductif, sénescence de la gousse et sénescence de la tige. (**Figure 04**).



**Figure 04** : Fruits de fève *Vicia faba*.

La fève est localisée dans l'étage bioclimatique de 250 mm de pluie, tolère bien le froid et les hautes températures (**HERZOG., 1984 ; CARLU, 1952**). Sa température optimale de poussé se situe aux environs de 20 °C (**FOLTETE, 2010**). La somme de températures nécessaires pour accomplir son cycle végétatif varie de 1900 à 2000°C (**CARLU, 1952**). La fève préfère les sols profonds, silico-argileux riches en matières nutritives et en humus (**KOLEV, 1976**).

En Algérie, la fève occupe 43 000 hectares, soit 44,3 % de la superficie réservée aux légumineuses durant l'année 1994 (MAATOUGUI, 1997). La production durant cette même année était de 15 500 tonnes en grains secs, soit un rendement de 0,3 tonnes par hectare. Comparativement au rendement moyen international, qui est 3 à 4 tonnes par hectare (CHAUX & FOURY, 1994), il est remarqué que le rendement national est très faible. Le **tableau 07** donne une évaluation de la superficie et de la production de la fève et féverole de 2000 à 2015. **Tableau 07** : Evaluation de la superficie et production de la fève et féverole en Algérie (FAOSTAT, 2015).

Compagne agricole	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx /ha)
<b>2000/2001</b>	31416	211760	6,64
<b>2001/2002</b>	33565	228880	6,82
<b>2002/2003</b>	34028	306810	9,02
<b>2003/2004</b>	36767	320450	8,72
<b>2004/2005</b>	35031	268330	7,66
<b>2005/2006</b>	33537	242986	7,25
<b>2006/2007</b>	31284	279735	8,94
<b>2007/2008</b>	30688	235210	7,66
<b>2008/2009</b>	32278	364949	11,31
<b>2009/2010</b>	27782	366252	8,93
<b>2010/2011</b>	27937	2483465	8,92
<b>2011/2012</b>	30172	2577002	8,75
<b>2012/2013</b>	30833	2969634	9,80
<b>2013/2014</b>	30833	2959716	9,61
<b>2014/2015</b>	30055	2495373	8,37

Il ressort de ces données que la superficie moyenne réservée pour la culture de la fève en Algérie est de 31747 ha, elle présente des variations d'une année à une

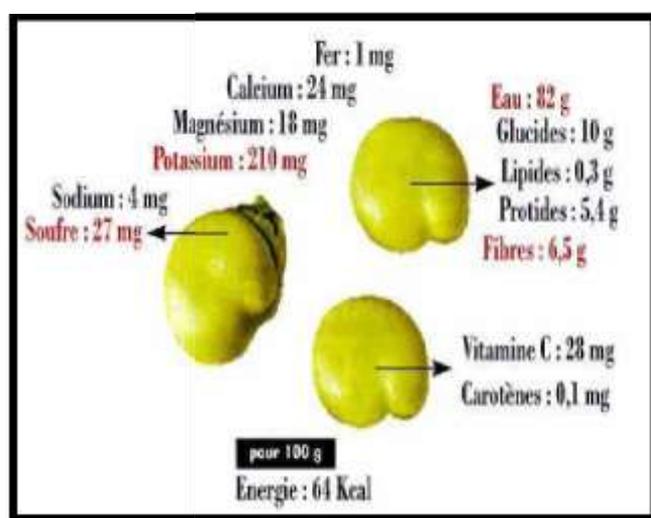
autre, ce qui influe sur la production qui varie aussi, dont la moyenne de dix années est de 1087370 qx. Nous constatons également des fluctuations du rendement, qui présente une moyenne de 8,56 qx/ha.

Le rendement maximal est noté durant la campagne agricole 2008-2009 avec 11,31qx/ha, par contre le rendement minimal est enregistré durant l'année 2000-2001 avec 6,74 qx/ha. Ces variations du rendement peuvent être expliquées, par la mauvaise conduite des cultures ainsi que les conditions climatiques.

### I-3-1 Composition et valeur alimentaire

La fève constitue un aliment nutritif très important notamment pour les populations à faible revenu qui ne peuvent pas toujours s'approvisionner en protéines d'origine animale. D'après (GOYOAGA et al., 1999), la fève renferme un taux élevé en protéine (20 % de la matière sèche), tout en restant un aliment énergétique (55 % de glucides ; 340 cal /100g)

(GORDON, 2004), indique que cette légumineuse est également une excellente source de fibres solubles et insolubles, de vitamines B9 et C et de minéraux tel le potassium, le phosphore, le calcium, le magnésium, le cuivre, le fer et le zinc.



**Figure 05:** Apport calorifique de 100 g de fève verte d'Agua dulce (DERAKAUI et al., 2018).

Les graines de la fève (*V. faba* : variété major) sont incorporées dans la composition d'aliments du bétail, lorsqu'elles sont disponibles en grande quantité, quant aux graines *V. faba* : variété minor, elles sont utilisées pour l'engraissement des animaux (MAATOUGUI, 1996). La féverole représente une source d'alimentation riche en protéines, fibres et énergie pour les poulets de chair. Elle est également à la base de la production de lait et de viande pour le cheptel.

La fève est une légumineuse riche en protéines végétales, en glucides, en vitamines du groupe B et en vitamine C. Elle l'est également en fibres : quelques fèves croquées en début du repas sont un excellent moyen de lutter contre la constipation. C'est l'un des légumes bénéfiques du régime méditerranéen. La fève peut être consommée crue, mais sans la peau épaisse qui contient des tannins.

La fève (*vicia faba*), est l'espèce la plus utilisée parmi les légumes secs dans les pays tempérés et méditerranéens. Sa composition globale varie selon les espèces, les variétés, les origines géographiques et les conditions de culture, de récolte et de stockage. Elle apporte 66 g de glucides et 29 g de protéines, 1,4 g de lipides et 5,9 g de fibres. Riche en éléments minéraux tels que Ca, P, Mg et Na et en vitamines (COMBE et al., 1988).

La composition biochimique globale de la fève est résumée dans le **tableau 08**.

**Tableau 08:** Composition globale de graine de fève

<b>Auteur</b>	<b>DUKE (1981)</b>	<b>COLONNA et al (1981)</b>	<b>TANUSI al (1972)</b>	<b>et MARQUARD et al (1975)</b>
<b>Composition</b>				
<b>Protéines (g)</b>	29	25	28,4	32
<b>Lipides (g)</b>	1,4	2,1	1,91	0,9
<b>Glucides (g)</b>	66	-	-	-
<b>Fibres (g)</b>	5,9	-	4,48	8,5

Le signe (-) indique qu'il n'y a pas de données

## I-4- Effets thérapeutiques des légumineuses

### I- 4-1 Définition

L'éducation thérapeutique a pour objet de former le malade pour qu'il puisse acquérir un savoir-faire adéquat, afin d'arriver à un équilibre entre sa vie et le contrôle optimal de sa maladie. Elle est un processus continu qui est une partie intégrante des soins médicaux. L'éducation thérapeutique du patient comprend la sensibilisation, l'information, l'apprentissage, le support psychosocial, tous liés à la maladie et au traitement. La formation doit aussi permettre au malade et à sa famille de mieux collaborer avec les soignants. **(GALLOIS.P et al ., 2006).**

Beaucoup d'études scientifiques rapportent les avantages pour la santé de consommer un régime végétal et d'augmenter l'apport alimentaire de légumineuses. Les individus consommant des quantités élevées de fruits, de légumes, de grains et graines entières, de légumineuses et de fruits à coque présentent généralement un plus faible risque de développer une maladie cardiaque, de l'hypertension artérielle, un accident vasculaire cérébral ou un diabète de type 2.

Les légumineuses font partie intégrante de nombreux modes alimentaires considérés comme sains, y compris le régime méditerranéen et les régimes à faible indice glycémique. En plus d'être un aliment intéressant sur le plan diététique et nutritionnel, les légumineuses peuvent jouer un rôle important dans la prévention et la gestion d'un certain nombre de problèmes de santé, en particulier les pathologies chroniques. **(WALRAND .S et REMOND D, 2017).**

### I-4-2-Maladies cœliaques

Actuellement le traitement de la maladie cœliaque demeure exclusivement diététique et repose sur le régime sans gluten strict qui constitue la pierre angulaire du traitement de la maladie et ne sera instauré qu'après avoir posé clairement le diagnostic **(FOSSANO, 2001)**. L'objectif du régime sans gluten chez le cœliaque adulte est double **(MATUCHANSKY et al ., 2004)** :

1. Corriger les anomalies cliniques, biologiques et histologiques de la maladie,
2. Diminuer le risque à long terme d'ostéopénie et de complications néoplasiques, notamment celui de lymphome de l'intestin grêle.

Le principe du régime sans gluten repose sur la suppression de tous les aliments contenant l'une et/ou l'autre des 3 céréales toxiques (blé, seigle, et orge) et leur substitution éventuelle par d'autres céréales, en particulier le riz et le maïs (JANATYUINEN et *al.*, 2002).

#### **I-4-3-Traitement: régime sans gluten**

L'exclusion totale et définitive du gluten est à la base du traitement de la maladie cœliaque (FASANO et CATASSI, 2001). Le principe du régime sans gluten repose sur la suppression de tous les aliments contenant l'une et/ou l'autre des quatre céréales toxiques (blé, seigle, orge et avoine). Cette suppression de gluten est difficile à appliquer vu sa présence dans de nombreuses préparations industrielles. Donc, pratiquement une question importante est soulevée: existe-il un seuil en dessous duquel des quantités minimales de gluten sont tolérables ?

Selon SCHMITZ (2007), il est difficile de répondre à cette question pour deux raisons :

- La sensibilité au gluten est variable d'un malade à l'autre et d'un âge à un autre chez le même patient.
- La deuxième raison tient aux difficultés pratiques qu'il y a à garantir la composition exacte des aliments.

#### **I-4-4-Mise en œuvre et conduite du régime sans gluten (RSG)**

En théorie, le Régime Sans Gluten (RSG) paraît simple, mais, en pratique, son application est contraignante et constitue un véritable défi pour les malades ainsi que pour les parents, diététiciens et médecins qui les suivent. Le gluten étant présent dans de très nombreux aliments, non précisés dans de nombreuses préparations, rend le suivi du régime surtout au début difficile, notamment par la perte de convivialité, voire l'exclusion sociale qu'il peut entraîner, mais aussi par le surcoût des produits de substitution.

#### **I-4-5-Régime sans gluten et équilibre alimentaire**

Pour concilier un RSG et un bon équilibre alimentaire, il est indispensable de varier son alimentation (SCHMITZ, 2007). Heureusement, il existe de nombreux aliments naturellement exempts de gluten: riz, maïs, légumineuses, lait et produits laitiers, viande, poisson, huiles et graisses..., qui permettent donc de s'alimenter de façon équilibrée et diversifiée. Les substituts de produits avec gluten doivent apporter qualitativement et quantitativement autant de glucides, de protéines, de fibres mais aussi plus de vitamines et de

minéraux afin de palier au déficit engendré par leur malabsorption intestinale dans le cas de cette maladie.

- **glucides**

Les céréales (riz, maïs), sont d'excellentes sources de glucides majoritairement complexes (sucres lents), tout comme les légumes amylacés (pommes de terre, légumes secs, etc.). La pomme de terre en présente une teneur plus faible mais elle est consommée en plus grande quantité au cours d'un repas (**JULIANO 1994 ; SOUCI et al., 1986**).

- **protéines**

Le riz, le maïs et les légumes secs sont de bons substituts protéiques mais pour un meilleur équilibre protéique, il est indispensable d'associer des protéines d'origine animale (viande, œuf, poisson, ...), des céréales et/ou des légumes secs. En effet, seule cette association fournit à notre organisme des protéines en quantité et en qualité satisfaisantes. La complémentation consiste à associer une protéine pauvre en un acide aminé particulier à une protéine riche en cet aminoacide. Ainsi, en dépit de leur carence en lysine, les protéines céréalières constituent un complément protéique excellent lorsqu'elles sont associées aux légumineuses pour lesquelles la méthionine constitue le facteur limitant (**FAO 1982**).

- **fibres**

Le grain de blé est beaucoup plus riche en fibres que les autres céréales : 100 g de blé apporte 10 g de fibres. Les légumes secs, qui apportent 15g de fibres pour 100g, se présentent donc comme d'excellents substituts (**JULIANO 1994 ; SOUCI et al., 1986**).

- **vitamines PP**

Le riz et le maïs sont moins riches en vitamine PP que le blé (**JULIANO, 1994**). Donc en RSG, nous risquons une carence en cette vitamine. Sachant qu'elle est indispensable au bon fonctionnement de notre organisme. Nous trouvons la vitamine PP dans la viande, les abats, les légumes secs, les fruits ainsi que dans la pomme de terre.

#### **I-4-6-Diabète de type 2**

Le diabète de type 2 est devenu l'un des défis majeurs des politiques de santé public et des efforts de recherche de stratégies de prévention et de traitement. En dépit de l'armement croissant en médicaments, la prévalence combinée de l'intolérance au glucose et du diabète de type 2 a dépassé 13 % au niveau mondial. Bien que les agents anti-hyperglycémiantes oraux

aient démontré leur efficacité préventive dans le développement du diabète de type 2 chez les individus à haut risque, ils ne semblent pas pouvoir lutter contre les différentes conséquences de la pathologie comme les atteintes vasculaires (**GERSTEIN et al., 2008 ; NILSEN et WOLSKI, 2007**).

Une analyse regroupant 41 essais contrôlés, comptabilisant un total de 1674 participants, appuie les directives actuelles recommandant la consommation de légumineuses pour optimiser le contrôle du diabète de type 2 (**SIEVENPIPER et al., 2009**). En effet, les légumineuses administrées isolément ou dans le cadre de régimes à faible index glycémique ou à haute teneur en fibres permettent d'améliorer les marqueurs principaux du contrôle glycémique, à savoir les teneurs sanguines des protéines glycolyses et la glycémie à jeun. Ces études montrent que la consommation de légumineuses peut optimiser le contrôle glycémique à moyen et à long terme en améliorant les effets de l'insuline.

Cet avantage semble être particulièrement significatif lorsque le type de légumineuse est le pois chiche, que les régimes sont contrôlés et que la durée du régime est supérieure à 4 semaines. Ces résultats ont été confirmés par une récente analyse incluant les dernières études cliniques du domaine. (**RAMDATH et al., 2016**).

D'autres études ont aussi montré qu'un régime riche en aliments végétaux, y compris en légumineuses, et plus faible en produits céréaliers raffinés, boissons sucrées et viandes transformées, permet de réduire le risque de développer un diabète de type 2, d'améliorer la glycémie et de contrôler les constantes lipidiques sanguines (**LEY et al., 2014**).

#### **I-4-7-Dyslipidémies**

Des études épidémiologiques d'observation ont rapporté une relation inverse entre la consommation de Produits végétaux et l'incidence des événements cardiovasculaires. Par exemple, il a été montré qu'un apport quotidien faible en aliments végétaux pourrait être responsable de près de 14 % des infarctus du myocarde (**YUSUF et al., 2004**). Plusieurs études ont également relevé que les individus consommant des régimes riches en grains et graines et en fibres sont caractérisés par une pression artérielle et des taux de cholestérol sanguin plus faibles (**FLIGHT et CLIFTON, 2006 ; BAZANO et al., 2003**). De ce fait, les directives alimentaires américaines suggèrent de consommer 3 portions de légumineuses par semaine. A noter néanmoins que moins d'un tiers de la population répond à cette ligne directrice (**GUENTHER et al., 2006**). La consommation de légumineuses a également été associée à un risque plus faible de souffrir de maladies coronariennes (**BAZZANO et al., 2001 ; KUSHI et al., 1999**).

Les études d'intervention ont permis de confirmer l'effet bénéfique d'une consommation régulière de légumineuses sur les concentrations sanguines du cholestérol total et du LDL-cholestérol (**ANDERSON et MAJOR, 2002 ; DURANTI, 2006**). Cependant, la majorité des études ayant évalué les effets hypocholestérolémiants de la consommation de légumineuses se sont surtout intéressés au soja (**REYNOLDS et al., 2006**).

Deux analyses des essais contrôlés dans lesquels des légumineuses non-soja ont été consommées pendant au moins 3 semaines ont révélé que la consommation de ce type de légumineuses a un effet positif sur la cholestérolémie. Selon ces études, la consommation de légumineuses différentes du soja permet de réduire les concentrations sanguines du cholestérol total et du LDL-cholestérol. (**BAZZANO et al., 2011 ; HA et al., 2014**).

#### **I-4-8-Hypertension artérielle**

Les légumineuses sont riches en potassium, en magnésium et en fibres, ces nutriments ayant un impact positif sur le maintien et la régulation de la tension artérielle (**ASCHERIO et al., 1992**). Un examen systématique et une analyse ont combiné les résultats de huit essais impliquant plus de 500 personnes, dont la moitié était en surpoids ou obèses (**JALAYATH et al., 2014**). Les auteurs de ce travail ont constaté des réductions de la pression artérielle chez les individus qui consommaient le plus de légumineuses. Précisément, la pression artérielle systolique et la pression artérielle diastolique étaient considérablement diminuées chez les sujets qui ingéraient au moins une portion de légumineuses chaque jour pendant 10 semaines. Dans une autre étude, un groupe de sujets obèses consommait deux portions de légumineuses par jour pendant 18 mois en substitution d'aliments riches en glucides.

Dans cet essai, la pression artérielle, les concentrations sanguines des triglycérides, le poids et le tour de taille étaient significativement réduits chez les patients obèses (**VENN et al., 2010**).

#### **I-4-9-Gestion du poids**

L'obésité est un facteur de risque majeur d'apparition et de développement de pathologies cardiaques, d'hypertension, de diabète de type 2 et de certains cancers. Selon l'OMS, plus de 2,8 millions de personnes meurent chaque année à la suite de complications de l'obésité, ce qui en fait l'un des principaux facteurs de risque de décès à l'échelle mondiale.

Des études antérieures ont montré que la consommation d'aliments riches en fibres, en protéines et en glucides de faible index glycémique favorise la perte de poids. Les légumineuses, riches en ces différents éléments, et pauvres en acides gras saturés sont donc potentiellement intéressantes pour favoriser la perte de poids. De plus, il a été montré que la consommation régulière de légumineuses augmente la satiété (**LI et al., 2014**).

Les essais d'intervention ont pourtant rapporté des effets variables des légumineuses sur le poids corporel, et peu d'études d'observation ont évalué l'association entre la consommation de ces aliments et le poids (ABETE et al., 2008 ; COBIAC et al., 1990 ; JENKINS et al., 1983 ; FONTVIEILLE et al., 1992 ; OOSTHUIZEN et al., 2005 ; MCRORY et al., 2010).

En utilisant les données de l'enquête nationale Américaine, des auteurs ont observé que les sujets qui consomment au moins une variété de légumineuses étaient caractérisés par un poids corporel inférieur à ceux qui ne consommaient pas de légumineuses. Les consommateurs de légumineuses étaient également beaucoup moins susceptibles d'être obèses que les non-consommateurs. (PAPANIKOLAOU et FULGONI, 2008).

#### **I-4-10-Légumineuses et maladies cardiovasculaires**

Des études épidémiologiques suggèrent que l'apport en légumineuses est inversement associé aux maladies cardiovasculaires. La « National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES I) Epidemiologic Follow-up Study» (BAZZANO LA, HE J, OGDEN LG, et al., 2001). Incluant 9632 hommes et femmes sans maladies cardiovasculaires initialement, a examiné la relation entre la consommation de légumineuses (haricots Pinto, haricots rouges, doliques à œil noir, arachides et beurre d'arachides) et le risque de coronaropathies et de maladies cardiovasculaires, durant un suivi moyen de 19 années. Après un ajustement pour divers facteurs (âge, sexe, ethnie, histoire personnelle de diabète, niveau d'activité physique, niveau de scolarité, consommation d'alcool et tabagisme), les résultats ont montré que la consommation de légumineuses était inversement associée au risque de coronaropathies ( $p = 0.002$ ) et de maladies cardiovasculaires ( $p = 0.02$ ).

La consommation de légumineuses quatre fois par semaine (portion moyenne de 98.6 grammes (g) estimée à 125 ml) a été associée à une réduction de 22 % du risque de coronaropathies et à une réduction de 11 % du risque de maladies cardiovasculaires, comparativement à une consommation de légumineuses inférieure à une fois par semaine. Plus récemment, les résultats d'une étude cas témoin (KABAGAMBE EK, BAYLIN A, RUIZ-NARVAREZ E, SILES X, CAMPOS H, 2005), incluant 4238 hommes et femmes ont montré qu'une consommation quotidienne de haricots secs (une portion équivaut à 83 ml de haricots bouillies) était associée à une diminution du risque d'infarctus aigu du myocarde non mortel de 38 %, indépendamment des autres facteurs de risque nutritionnels ou non. Une consommation de haricots secs supérieure à une portion quotidienne était aussi inversement

Associée au risque d'infarctus du myocarde, mais n'a pas ajouté de protection supplémentaire comparativement à une seule portion quotidienne.

D'autres études suggèrent que l'apport en aliments à grains entiers, en glucides complexes et en fibre alimentaires est inversement associé aux maladies cardiovasculaires (ANDERSON et al., 1990).(ANDERSON et al., 2000).

#### **I-4-10- Glycémie et insulinémie**

Une alimentation à faible IG est associée à une réduction des concentrations plasmatiques de glucose et d'insuline à l'état à jeun ou postprandial (RIZKALLA et al., 2002).et à un plus faible risque de MCV (LEEDS. 2002). Des études d'interventions alimentaires suggèrent que les aliments à grains entiers et les légumineuses contribueraient à améliorer le contrôle glycémique (VENN BJ, MANN JI ,2004) (JANG , LEE , KIM , PARK , LEE , 2001), et que cet effet serait attribué à la consommation de glucides complexes et de fibres alimentaires. Un mécanisme d'action proposé est que les fibres alimentaires solubles retarderaient la vidange gastrique, ce qui aurait pour effet d'allonger le temps de transit à travers l'intestin (mouvement plus lent) et de ralentir l'absorption de certains nutriments comme le glucose (KAUR , GUPTA ,2002) (GROFF , GROPPER,1999). Plusieurs essais cliniques ont montré que la consommation de différents types de légumineuses (haricots noirs, haricots rouges, poisiches et pois secs) induisait une diminution des concentrations plasmatiques postprandiales de glucose et d'insuline chez des adultes en santé (SEEWI et al., 1999) (JOHNSON et al.,2005), atteints de MCV (JANG et al., 2001), avec un surplus de poids (BOURDON et al., 2001) (NESTEL et al., 2004) ou atteints de diabète (CHANDALIA et al., 2000) (KARLSTROM et al.,1987).

Toutefois, l'effet de la consommation de légumineuses dans la prévention du diabète et les mécanismes impliqués ne sont pas entièrement compris (VENN et al., 2004) (MARLETT et al, 2002). À la lumière de ces résultats, il est recommandé de diversifier sa consommation d'aliments à grains entiers, de fruits, de légumes

et de légumineuses, autant pour les personnes en santé que les personnes atteintes de diabète de type 2, afin d'avoir accès à une variété de nutriments et ainsi bénéficier des effets bénéfiques des fibres alimentaires.

### **I-5-Effets de stockage sur la dégradation de composition biochimique de légumineuses (pois chiche, fève)**

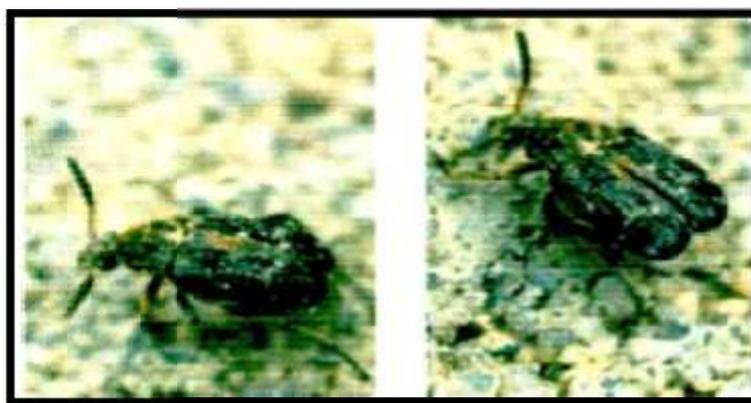
#### **I-5-1- Insectes nuisibles des légumineuses (pois chiche, fève)**

##### **I-5-1-1-Bruche de pois chiche**

###### **I-5-1-1-1-Description**

L'adulte mesure 4 à 4,5 mm, son corps est de couleur rouge foncée, légèrement plus large à la base (**Figure 07**). Elytres bruns parsemés de taches blanchâtres et roussâtres. Les taches dorsales foncées peuvent faire complètement défaut ou se réduire à une simple bordure latérale sur les élytres. Les antennes sont noires avec les quatre premiers articles roux. Pygidium blanchâtre avec deux grandes taches noires. Fémurs postérieurs avec un denticule sur le bord interne parallèle à une forte dent sur le bord externe. Chez les mâles, elles sont plus élargies à partir de 7ème articles mais certaines femelles ont les antennes entièrement rouges. L'espèce est ailée bien qu'il existe des formes brachyptères ou aptères (**BALACHOWSKY A, 1962**).

L'œuf mesure 0,6 mm de long, de couleur jaune vif. La larve primaire est étroite, mesurant 1,2 mm de long, munie de pattes, la larve secondaire atteint 5 à 6 mm à son développement complet; légèrement incurvée, apode, tête brune, corps blanc jaunâtre.



**Figure 07** : Adulte de *Callosobruchus maculatus*

**I-5-1-1-2-Biologie**

Cette Bruche, strictement monophage, ne se développe que sur le pois chiche. Après hibernation à l'intérieur des graines entreposés ou dans des abris très variés, l'adulte peut vivre aisément 40 à 50 jours sans nourriture ni eau contre 50 à 90 jours avec nourriture. **(BENCHEIKH, 1982)**.

L'adulte s'envole à la recherche de cultures de pois chiche et peut ainsi parcourir plusieurs kilomètres, il consomme également les pétales des pois chiche pendant quelques jours puis s'accouple, de fécondité moyenne environ 400 œufs, pondus isolément sur les gousses. **(LEPESME, 1944)** estime seulement sa longévité moyenne à 26 jours à 15°C, 10 jours à 27°C, 7 jours à 34°C, 2 jours à 44°C, ainsi que longévité chez les deux sexes est différente, les mâles ont une durée de vie d'environ 10 jours à 27°C, alors que les femelles peuvent vivre jusqu'à 12 jours **(RODGER, 1975)**.

L'accouplement se produit de jour ou de nuit et la ponte suit très rapidement. Cette ponte est activée par la présence de certaines légumineuses notamment de *Phaseolus* **(BALACHOWSKY, 1962)**. La femelle en effet ne ponte guère que sur les gousses lisses déjà très mures, cette ponte se prolonge de 15 jours à un mois (Figure 08 et 09). L'éclosion se manifeste de 3 à 4 jours après la ponte dans les conditions les plus favorables.

Le développement larvaire est fonction de la température ambiante, il peut être très rapide autour de son optimum (15 à 20 jours) et (9 jours) si l'insecte se développe dans les graines constituant son habitat préférentiel. Au contraire, il se prolonge pendant plusieurs mois si les conditions sont défavorables.

La larve secondaire continue son développement dans la graine pendant 40 à 45 jours. Avant de se nymphoser, elle découpe dans la paroi de la graine un opercule circulaire pour permettre la sortie de l'adulte. Un seul individu par graine.



**Figure 08:** Femelle en activité de ponte



**Figure 09 :** Femelle du bruche de pois chiche

#### **I-5-1-1-3- bruches chinoises**

Les bruches chinoises *Callosobruchus chinensis* sont les principaux insectes qui attaquent le pois chiche dans les aires de stockage (**Figure 10**). Ces redoutables insectes commencent leur cycle de vie à l'intérieur des graines dans les champs, parfois pendant l'entreposage, et creusent des galeries dans les graines. Si deux ou trois générations ont eu le temps de se développer, les dégâts peuvent être très importants. Ils sont parfois plusieurs dans un même grain miné par des galeries (**ANONYME, 2016**).



**Figure 10:** Bruche chinoise

#### **I-5-1-1-4- Moyens de lutte**

Depuis l'apparition des insecticides chimiques, plusieurs molécules sont utilisées sans trop se soucier des conséquences sur la santé du consommateur. Le sinistre lindane en a fait partie, avant d'être remplacé par des organophosphorés ou des pyréthrinoïdes de synthèse. Par contre, des fumigations à base de phosphore d'aluminium sont encore utilisées dans les entrepôts, extrêmement toxiques et dangereuses pour l'environnement (**ANONYME, 2016**).

Les légumineuses alimentaires doivent être stockées en conditions d'humidité de moins de 14 % tout en veillant au refroidissement et à l'aération du lieu de stockage (ANONYME, 2016).

Une hygiène méticuleuse, depuis la réception des récoltes est la première ligne de défense contre l'incursion des organismes nuisibles (ANONYME, 2016). Pour les stockages à long terme, la fumigation est la seule option disponible pour lutter contre les ravageurs, ce qui nécessite une possibilité de contrôle de l'étanchéité du lieu de stockage (ANONYME, 2016).

### I-5-1-2-Bruche de la fève (*bruchus rufimanus*)

#### I-5-1-2-1 Description

*Bruchus rufimanus* est un coléoptère spécifique de la fève (Figure 11), il réalise une partie de son cycle à l'intérieur des graines, il attaque ces dernières en début de la floraison (BOIZET, 2015). L'adulte noirâtre mesure de 3,5 à 5 mm de long, il présente un aspect trapu et porte 2 antennes noires. La larve, à la fin de son développement est de couleur blanche et mesure de 3 à 4 mm (HUIGNARD et al., 2011).

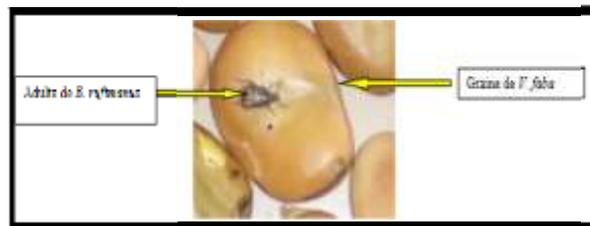


Figure11:Bruche de la fève (*Bruchus rufimanus*) (HAMDI L et SADOUK G, 2018).

*B. rufimanus* est un insecte holométabole, son cycle de développement passe par quatre stades de développement (œuf, larve, nymphe, adulte) (figure12)

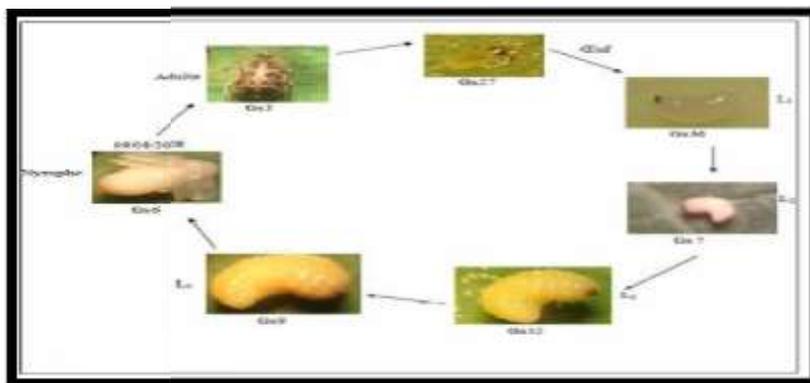


Figure12: Stades de développement de *B. rufimanus* (MEDJDOUBBENSAAD, 2007).

### I-5-1-2-2-Biologie de *B.rufimanus*

la bruche ne présente qu'une génération par an (univoltine). Elle se développe en culture et non dans les grains stockés, où elle achève seulement son développement larvaire. Les adultes de la *B.rufimanus* émergent lors des deux premiers mois quand la température est encore comprise entre 20 – 25°C (MEDJDOUB-BENSAAD, 2007). elles sont capables d'effectuer des déplacements de 2 km pour rechercher les cultures de la fève. Lorsque la température s'abaisse, les adultes peuvent s'abriter entre les feuilles. (BALACHOWSKY, 1962). D'autres adultes qui sont tardifs restent dans les graines sèches après la récolte pour sortir l'année d'après. Ce coléoptère se reproduit donc en culture et non dans les graines stockées.

### I-5-1-2-3-Facteurs de contamination

L'infestation des graines de *V.faba* par la *B.rufimanus* se fait pendant la végétation au niveau du champs (Figure 13). La bruche de fève n'est pas un ravageur des stocks, puisque ses dégâts commencent bien avant (MEDJDOUB-BENSAAD, 2007). Cette infestation est principalement due aux échanges commerciaux des graines de la fève non désinfectées entre les régions (BOUGHDAD, 1994). Selon le même auteur, les températures et les photopériodes prévalants au cours de la période de la ponte influent sur le taux d'infestation des graines et l'abondance des ennemis naturels de la bruche peut le diminuer.



**Figure13:** Graines infestées par *B. rufimanus* (MEDJDOUBBENSAAD, 2007).

#### I-5-1-2-4-Lutte contre la bruche

La lutte contre la bruche de la fève fait appelle essentiellement aux insecticides, le déclenchement de la lutte au champ repose sur la présence simultanée de gousse et de femelle actives. La bruche peut se trouver dans une parcelle avant la floraison, mais sa présence ne devient réellement nuisible que lorsque les gousses sont accessibles pour la ponte **RIBA et SYLVI (1992)**.

- **Lutte préventive**

La lutte préventive est une lutte qui a pour but de réduire l'infestation des graines. D'après (**MEDJDOUB-BENSSAD, 2007**), il est conseillé de ne pas répéter trop souvent la culture de la fève ou la fèverole dans le même terrain, d'utiliser les graines saines, demaintenir les locaux de stockage clos.

Selon **BALACHOWSKY(1962)**, il est conseillé de semer le plus tard possible, ce qui est difficilement conciliable avec la protection des cultures contre les attaques de pucerons. La lutte préventive est la principale stratégie de lutte, qui consiste en l'introduction précoce d'une quantité réduite d'insecte auxiliaire, qui se sera suffisamment multiplié avant que le ravageur n'exerce une action dommageable pour la culture (**RIBA et SILVY, 1992**).

- \* **Lutte curative**

Cette lutte consiste à minimiser les dégâts une fois l'infestation installée, elle regroupe les luttes suivantes :

- **Lutte physique**

Les bruches devront être éliminées par une intervention au stockage, ce qui contribue aussi à réduire les populations l'année suivante (**KUMAR, 1991**). Pour être efficace, ce moyen de lutte doit être pratiqué rapidement après la récolte.

- **Lutte par la chaleur**

Un chauffage à air chaud permet d'une part de ramener l'humidité des graines à 14 %, mais également de détruire les bruches. La température recommandée varie de 55 à 60°C selon la durée du traitement (**BALACHOWSKY, 1962**). Une deuxième méthode citée par ce dernier consiste à laisser le local hermétique fermé, avec la présence de vapeur de sulfure de carbone, pendant 48 heures. Ces deux méthodes

n'altèrent pas le pouvoir germinatif des graines, mais défavorise le développement des bruches.

- **Lutte par le froid**

A 10°C, le développement des insectes est temporairement arrêté. Le maintien des entrepôts de stockage a (-1°C) pendant un mois, entraîne la mortalité de adultes (**SERPEILLE, 1991**).

• **Lutte chimique**

Selon **RIBA et SILVY (1992)**, l'ampleur des dégâts occasionnés par les insectes et surtout l'augmentation actuelle de production de légumineuses, poussent souvent les paysans à adopter cette méthode de lutte, qui consiste en l'application de produits chimiques de synthèse pour protéger leurs récoltes. C'est une méthode efficace mais qui peut générer de nombreux inconvénients. Cette lutte chimique est utilisée pour les attaques des insectes de la post-récolte est régulièrement pratiquée partout dans le monde.

L'application est de spécialités insecticides liquides ou en poudre ayant un effet l'étal par simple contact des ravageurs ciblés, avec les dépôts de la substance active sur les graines.

- **Fumigation aux silos**

A base de phosphore d'aluminium ou de magnésium, la fumigation détruit les larves à l'intérieur des graines et ne laisse aucun résidu, ni sur les graines ni dans l'environnement. Elle nécessite des silos étanches et un opérateur agréé. Les traitements chimiques sont souvent très dangereux pour les ennemis naturels qui sont des organismes utiles.

L'augmentation du coût des pesticides et leurs effets néfastes sur l'environnement fait appel à d'autres alternatives, moins onéreuses et moins toxiques. Au nombre de ces nouvelles alternatives, figurent la mise au point de lutte biologique et l'utilisation des huiles essentielles (**ILBOUDO, 2009**).

- **Lutte biologique**

La gestion durable des principaux problèmes de conservation des graines des légumineuses est plutôt fondée sur la prévention des risques. Le développement des bio-insecticides d'origine végétale diminue les populations de pathogènes dans les cultures, sans causer des dégâts.

Selon (MEDJDOUB-BENSAAD, 2007), la lutte par les auxiliaires sur la bruche de la fève est peu rentable à cause de nombre réduits d'ennemis naturels de *B.rufimanus*.

### I-5-1-3-Autres insectes nuisibles des légumineuses stockées

#### I-5-1-3-1-Charançon du grain (*sitophilus granarius L*)

Coléoptère de la famille des Curculionidae. Insecte de 3-5 mm de long. Brun presque noir et brillant, qui ne peut voler. De forme allongée dont le dos est plat et la tête prolongée en avant par un long rostre visible à l'œil nu.(Figure 14)



Figure 14: Charançon (*sitophilus granarius L*) (AZIEZ et al ., 2003).

- **Biologie**

L'insecte hiverne à l'état adulte, il reprend son activité dès le printemps. La femelle pond son œuf dans un trou qu'elle pratique dans le grain avec son rostre. La larve et la nymphe se développent pendant cinq semaines à l'intérieur du grain qu'elles peuvent complètement évider. L'adulte sort en mai. Une semaine après leur sortie, les femelles commencent leur ponte au rythme de deux œufs par jour. La ponte se prolonge pendant un an chez le charançon du grain ; ainsi de 2 à 4 générations se succèdent jusqu'à l'automne. La multiplication de l'espèce est freinée par les froids de l'hiver. (AZIEZ et al ., 2003).

Le cycle de développement se trouve allongé à de basses températures et peut se raccourcir, par contre, avec l'augmentation des températures. Dans des conditions optimales (environ 30 °C, des grains à 13,5 – 14 % d'humidité), une population de charançons sera multipliée, en 28 jours, par 15 pour le charançon des grains.

- **Dégâts**

Le charançon du grain attaque le blé, le seigle, l'orge, le maïs. Les grains charançonnés sont évidés et l'amande est partiellement remplacée par un mélange de débris et d'excréments. (AZIEZ et al ., 2003).

#### **I-5-1-3-2-Tordeuse de pois (*Cydia nigricana*)**

Ordre des lépidoptères (**Figure 15**). L'adulte mesure de 12 à 16 mm d'envergure. Ces ailes postérieures sont brunes et les antérieures brunes avec des reflets jaune-ocres et des virgules costales. La chenille mesure de 15 à 18 mm à son complet développement. Elle est de couleur blanc jaunâtre avec une tête noire.



**Figure 15** : Tordeuse du pois (*Cydia nigricana*)(AZIEZ et al .,2003).

- **Biologie**

Les adultes apparaissent lors de la floraison du pois, les vols ont lieu dès que les températures maximales atteignent 18°C. Les femelles peuvent pondre 250 œufs. Ils éclosent au bout de 5 à 20 jours suivant les conditions climatiques.(AZIEZ et al .,2003).

- **Dégâts**

Les chenilles pénètrent dans les gousses, creusent des galeries et peuvent même dévorer une partie des graines. (AZIEZ et al ., 2003).

#### **I-5-1-3-3- Sitone**

Ordre des coléoptères, l'espèce de Sitone est la plus connue, elle est grise verdâtre, mesure de 4 à 5 mm de longueur ( **Figure 16**).



**Figure 16: Sitone (AZIEZ et al .,2003).**

- **Biologie**

Cet insecte ronge les feuilles des légumineuses (pois, trèfle violet) ; il se nourrit abondamment des jeunes plantules et y laisse des encoches semi-circulaires sur les limbes et les stipules.(AZIEZ et al .,2003).

- **Dégâts**

L'attaque de Sitone ne peut avoir lieu que sur les plantules et ne représente pas de risque pour les graines entreposées, bien que cet insecte soit de la famille des charançons et qu'il lui ressemble. (AZIEZ et al ., 2003).

#### **I-5-1-3-4-Tribolium (*Tribolium confusum* et *Tribolium castaneum*)**

L'adulte mesure 3 à 4 mm de long, est assez plat et de couleur rouge-brun plus ou moins foncée (**Figure 17**). La larve mesure 6 mm au terme de son développement ; elle est étroite, mobile et de couleur blanche à jaune-brun.



**Figure 17:** Tribolium (*Tribolium confusum* et *Tribolium castaneum*) (AZIEZ et al .,2003).

- **Biologie**

L'insecte hiverne à l'état adulte dans la farine, le son et les recoins des magasins à grains, il reprend son activité en général au printemps. La femelle pond pendant une période de 6 à 15 mois, 2 à 3 œufs par jour. Le cycle de développement dure de 7 à 12 semaines selon la température. La nymphose a lieu à même la farine sans édification de loges. La longévité de cet insecte peut atteindre deux ans. Dans des conditions optimales (environ 30-35°C), la population du Tribolium sera multipliée par 70 en 28 jours. (AZIEZ et al .,2003).

- **Dégâts**

La larve et l'adulte attaquent les grains endommagés (de préférence le germe). Ils escortent souvent les charançons dont ils parachèvent les dégâts. Ils souillent les farines par leurs excréments et les dépouilles des mues larvaires. La farine devient alors brune et a une odeur désagréable qui peut persister dans les produits transformés. (AZIEZ et al ., 2003)

#### **I-5-1-3-5- Silvain (*Oryzaephylus surinamensis* L)**

L'adulte mesure de 2,5 à 3,5 mm de long. Il est étroit, de couleur rougeâtre à brun foncé. Le thorax caractéristique comporte six grandes dents aiguës de chaque côté, ce qui permet de l'identifier. Les élytres sont striés. La larve, à peu près cylindrique, mesure 3,5 – 4 mm et est de couleur blanche. La partie antérieure du dos porte des taches sombres (Figure 18).



**Figure 18:** Silvain (*Oryzaephilus surinamensis* L)(AZIEZ et al .,2003).

- **Biologie**

La femelle pond en Moyenne 150 œufs au hasard dans le produit. Le cycle de développement dure 3 à 10 semaines selon la température, la nourriture disponible et

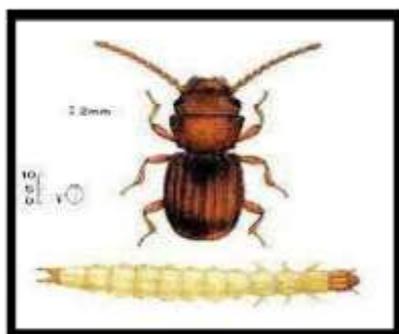
L'humidité. Dans les conditions optimales (température 32°C, humidité relative 90 %), en 28 jours, une population de Silvain sera multipliée par 50.(AZIEZ et al .,2003).

- **Dégâts**

Les larves s'attaquent surtout aux grains endommagés ou brisés. La sécheresse ou une infestation préalable par les charançons favorise la multiplication des Silvains.(AZIEZ et al .,2003).

#### **I -5-1-3-6- Cryptoleste (*Cryptolestes ferrugineus*)**

C'est le plus petit des insectes du grain, seulement 1,5 – 2 mm de long. Il est de couleur brun rougeâtre, plat et a de longues antennes (**Figure 19**). La larve est jaune pâle, fine et mesure 3 – 4 mm de long ; elle est complètement mobile et se transforme en nymphe à l'intérieur d'un cocon.



**Figure 19:** Cryptolestes(*Cryptolestes ferrugineus*) (AZIEZ et al .,2003).

- **Biologie**

La femelle dépose 100 – 400 œufs dans les fissures des grains. Le cycle de Développement dure de 5 à 12 semaines, selon la température. L'insecte se développe à L'intérieur ou à l'extérieur du grain. Il peut se développer dans toutes les conditions de Température. Dans les conditions optimales (températures 35-40°C, humidité relative 70-90 %), une population de *Cryptolestes* sera multipliée par 60 en 28 jours.(AZIEZ et al .,2003).

- **Dégâts**

L'adulte et la larve attaquent préférentiellement le germe mais dévorent aussi l'amande quand elle est suffisamment tendre. Il se reproduit très rapidement et de sérieux dommages peuvent être occasionnés.

#### **I-5-1-3-7-Capucin des grains (*Rhyzopertha dominica*)**

L'adulte mesure 2 à 3 mm de long avec un corps étroit cylindrique et jaune rougeâtre. La tête est cachée sous un thorax très bombé. Le bouclier est taché. Les trois derniers segments des antennes sont en forme de massue (**Figure 20**). La larve mesure 5 à 6 mm, est fortement incurvée, épaisse et blanche. La tête et les trois paires de pattes sont brunes. Le stade pupe a lieu dans le grain.



**Figure 20:** Capucin des grains (*Rhyzopertha dominica*) (AZIEZ et al., 2003).

- **Biologie**

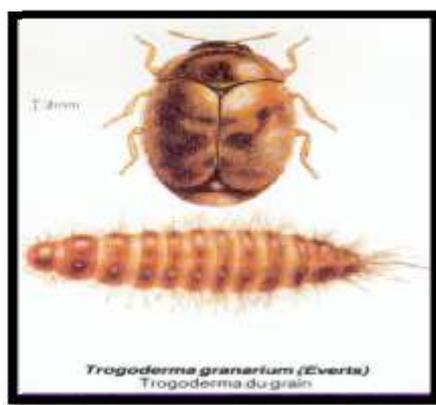
L'adulte devient actif en mai. La femelle pond de 300 à 500 œufs à la surface des grains. Le cycle de vie dure de 3 à 6 semaines à des températures de 25-28°C. Le développement est réduit quand la température est inférieure à 23°C. Dans les conditions optimales (température 35°C, humidité relative 70%, teneur en eau des grains 14 %), en 28 jours, une population de capucins sera multipliée par 20. (AZIEZ et al., 2003).

- **Dégâts**

Les dégâts sont commis surtout par les adultes qui réduisent en poudre le contenu du grain (germe et amande) avec les aspérités du thorax et leurs mandibules. Les larves s'alimentent de cette farine. L'albumen du grain est remplacé par un mélange de poussières et d'excréments. Les lots fortement infestés ont une odeur pouvant rappeler celle du miel.

#### **I-5-1-3-8-Dermeste des grains (*Trogoderma granarium*)**

C'est un insecte de forme ovale, brun foncé avec des taches transversales jaunâtres ou brun rougeâtre sur les ailes (**Figure 21**). Le mâle mesure environ 2 mm et la femelle 3 mm de long. La larve a une forme de fuseau brun jaunâtre de 5 mm de long, couvert de poils brun-rouge, avec deux touffes à la partie terminale de l'abdomen.



**Figure 21** Trogoderma(*Trogoderma granarium*)(AZIEZ et al .,2003).

- **Biologie**

La femelle pond jusqu'à 125 œufs dans les grains; la larve peut survivre sans nourriture et à basse température (-40°C) pendant de longues périodes. Le cycle complet est d'environ 30 jours à 32°C, environ deux mois à 25°C et une année ou plus dans des conditions défavorables. Dans les conditions optimales (température 32°, humidité relative 73%) en 28 jours, une population de Dermestes sera multipliée par 12,5.

- **Dégâts**

L'insecte lui-même ne produit pas de dégâts, mais la larve attaque toutes les céréales et leurs produits dérivés. On les trouve dans les magasins, les silos, les moulins...les grains sont creusés jusqu'à l'évidement complet.

#### **I -5-1-3-9-Cadelle (*Tenebroïdes mauritanicus*)**

L'adulte est brillant, de couleur noire (**Figure 22**). Il se reconnaît à sa tête, armée de puissantes mandibules, enfoncée dans le prothorax, et à l'étranglement entre le prothorax et les élytres. Il mesure 8 à 9 mm et est le plus grand des coléoptères infestant grains stockés. La larve est une chenille à tête noire sans fausses pattes.



**Figure 22:** Cadelle (*Tenebroïdes mauritanicus*) (AZIEZ et al .,2003).

- **Biologie**

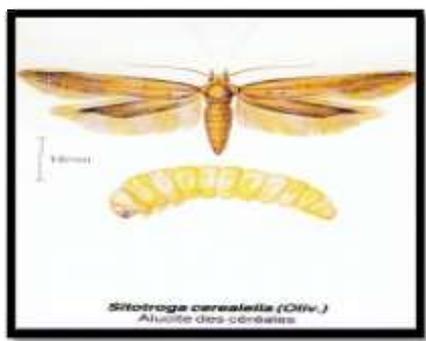
La femelle pond en moyenne 900 œufs. La larve croît beaucoup plus lentement que celle des autres coléoptères. A 28°C, le cycle est d'environ une centaine de jours et à 21°C, il atteint presque 300 jours. A l'achèvement de leur croissance, les larves, quand elles ont la possibilité, creusent dans les matériaux relativement tendres (bois, plâtre) une galerie d'environ 5 à 6 cm de long à l'extrémité de laquelle l'insecte se nymphosera (AZIEZ et al ., 2003).

- **Dégâts**

Les dégâts sont uniquement causés par les larves, qui dévorent le germe et l'albumen des grains blessés. Elles sont très résistantes au froid et à l'inanition ; 10% d'entre elles peuvent demeurer sans se nourrir pendant deux ans. En Europe tempérée, très peu de larves écloses au printemps parviennent à se nymphosier en un an , sauf si l'été est particulièrement chaud, si bien que l'on peut considérer que la Cadelle est une espèce univoltine (une génération par an).

#### **I-5-1-3-10-Alucite des céréales (*sitotroga cerealella*)**

L'adulte est un papillon de 10 – 16 mm d'envergure, dont les ailes sont dorées ou argentées. Les ailes postérieures sont frangées de très longues soies (**Figure23**).



**Figure 23:** Alucite des céréales (*sitotroga cereallela*) (AZIEZ et al .,2003)

- **Biologie**

La femelle pond en moyenne 200 – 250 œufs. La larve se développe très rapidement en 20 jours à 35°C. L'adulte vit un peu plus d'un mois à une température moyenne de 12°C et environ deux semaines à 26°C. Dans les conditions optimales, en 28 jours, une population d'alucites sera multipliée par 25. (AZIEZ et al ., 2003).

- **Dégâts**

Contrairement à la plupart des insectes des denrées, très polyphage, l'alucite ne s'attaque qu'aux graines des graminées. Les dégâts sont identiques à ceux du charançon. La chenille passe toute sa vie à l'intérieur du grain dont elle se nourrit. La perte de masse peut aller jusqu'à 50% pour le blé et 25 % pour le maïs. Le trou de sortie du papillon est reconnaissable aux restes de la chrysalide brun-jaunâtre et à l'opercule qui demeure attaché au grain par une sorte de charnière. Les attaques d'alucite donnent un goût de rance très prononcé aux grains.

#### **I-5-1-3-11-Acariens**

Les acariens sont des arachnides, caractérisés par une taille très réduite (**Figure 24**). Leur corps minuscule est composé de deux parties : la tête, armée d'organes de toucher et d'appendices spéciaux en forme de crochets ou de pinces et le reste du corps portant quatre paires de pattes.

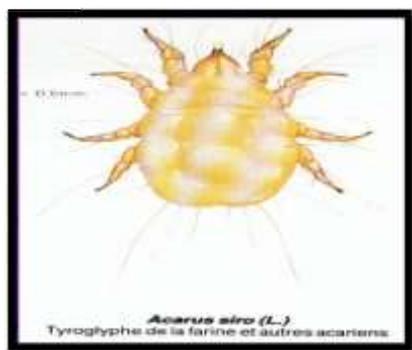


Figure 24 : Acarien (AZIEZ et al., 2003)

- **Biologie**

Les acariens des céréales ont un cycle de développement un peu particulier. La femelle pond quelques centaines d'œufs. La larve qui en émerge ressemble à l'adulte. Elle se transforme en protonympe qui évolue différemment suivant les conditions du milieu. Le cycle complet de développement est généralement très court mais varie dans de très larges proportions en fonction de la température et de l'hygrométrie. La fécondité des acariens est importante et engendre de véritables pullulations.

- **Dégâts**

Ils se nourrissent de débris de grains ou de moisissures. Seule l'espèce *acariussiro* peut attaquer les germes de grain et les détruire. La poussière d'acariens morts peut causer des allergies chez les sujets sensibles et les populations d'acariens vivants peuvent provoquer des démangeaisons chez le personnel qui manipule les grains infestés.

#### **I-5-1-4- Rongeurs**

Les rongeurs causent des dégâts importants aux cultures et aux produits stockés. Ils les endommagent de quatre manières:

- Ils mangent une partie du produit.
- Ils souillent de leurs excréments une partie du produit.
- Ils percent le matériel d'emballage, ce qui cause des pertes. Les sacs en jute peuvent être sérieusement abîmés. Les produits stockés en vrac sont moins vulnérables car les rats ne peuvent en grignoter que la surface.

- Ils sont porteurs de maladies dangereuses pour l'homme. Les gens peuvent tomber malades en mangeant ou en manipulant les graines contaminées par les excréments, l'urine ou les parasites des rongeurs.

Contrairement aux insectes et aux micro-organismes qui attaquent les denrées alimentaires stockées, les rongeurs attaquent les produits quel que soit la température et l'humidité contenue dans les légumineuses et dans l'air.

Les principaux rongeurs déprédateurs des stocks sont le rat gris, le rat noir et la souris. Les rongeurs causent des pertes de produits alimentaires parce qu'ils consomment le grain, mais plus encore parce qu'ils polluent les denrées. Ils véhiculent aussi des maladies transmissibles à l'homme.

### \* **Dégâts des rongeurs**

Les rongeurs causent des dégâts importants aux cultures et aux produits stockés. Consomment le grain, elles colonisent donc les stocks de grain ou elles trouvent une nourriture abondante et percent le matériel d'emballage, ce qui cause des pertes. Les sacs en jute peuvent être sérieusement abîmés. Les produits stockés en vrac sont moins vulnérables car les rats ne peuvent en grignoter que la surface (**BERHAUT et al., 2003**).

### **I-5-1-5- Oiseaux**

Les oiseaux susceptibles de dégrader le grain stocké sont principalement les moineaux, les tourterelles, les pigeons et par fois les étourneaux (**BERHAUT et al., 2003**).

#### • **Dégâts des oiseaux**

Les dégâts occasionnés par les oiseaux sont d'ordre quantitatif, par prélèvements de grain et surtout qualitatif par dépôts de fientes, de plumes, de cadavres sur le grain ou de débris végétaux utilisés pour la confection des nids (**BERHAUT et al., 2003**), leur présence est liée à un mauvais entretien des locaux et des abords extérieurs (**BELL, 2000**).

### I-5-2- Dégradation de la composition biochimique

Les légumineuses sont l'un des aliments uniques riches en valeur nutritionnelle et caractérisés par une grande source de protéines, d'acides aminés essentiels, de minéraux, de vitamines et des fibres alimentaires. Ils sont bon marché et peuvent être trouvés dans n'importe quelle maison.

Le mauvais stockage est une raison majeure du faible pourcentage des protéines, minéraux, vitamines, etc., les graines sont exposées aux dommages causés par les insectes ou les bactéries, ou si elles sont stockées dans un environnement relativement chaud, ce qui présente un risque d'intoxication alimentaire, et ces différents facteurs peuvent entraîner une perte importante de valeur nutritionnelle pour ces graines.

### I-5-3- Effet du stockage sur la valeur nutritionnelle

#### I-5-3-1- Dégâts des insectes

De tous les ravageurs, ce sont les insectes qui causent d'importantes pertes économiques au niveau du stockage des légumineuses. Ils sont à l'origine de la plus part des dommages subis dans les réserves des denrées stockées et sont susceptibles de causer des dégâts aux grains stockés (**KARAHACANE, 2015**). Les dégâts qu'ils occasionnent incluent la perte de poids et une diminution de la qualité des grains et le rendent impropre à la consommation. Et quelque fois une perte du pouvoir germinatif. L'activité métabolique des insectes crée un milieu favorable au développement des micro-organismes produisant des toxines à l'instar des champignons aflatoxinogènes du genre *aspergillus* (**WAINGO et al., 2013**).

- **Perte de poids**

Une fois installés dans une denrée, les insectes se nourrissent en permanence. Les estimations de la perte qui en résulte varient énormément selon la denrée, la localité et les techniques d'entreposage employées (**RAJENDRAN, 2002**).

- **Perte de qualité et de valeur marchande**

Le produit infesté est contaminé par les déchets laissés par les insectes et a une teneur en poussière accrue. Les grains sont percés et souvent décolorés. Un met préparé avec un aliment contaminé peut avoir une odeur ou un goût désagréable (**DABRE et al., 2008**).

- **Diminution de la faculté de germination des semences**

Un dommage causé à l'embryon d'une semence empêchera généralement la germination; certains ravageurs s'attaquent de préférence au germe (LAMBONI *et al.*, 2009).

- **Perte de valeur nutritive**

Si les ravageurs prélèvent le germe, il en résultera une réduction de la teneur en protéines du grain. Des pertes pouvant dépassées 35 % en Algérie sont enregistrées ces dernières années selon les déclarations de l'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales (AOUES *et al.*, 2017).

### I-5-3-2- Pois chiche

- **Pertes et dégâts**

Les petits pois bruchés sont impropres à la consommation et ne peuvent pas servir de semences, puisque le pouvoir germinatif des graines ayant été détruit. Les insectes adultes vivant seulement quelques jours en se nourrissant du pollen des fleurs, causent peu de dégâts.

En revanche la présence de larves dans les graines, repérables à l'ouverture circulaire visible à la surface de ces dernières, les rend impropres à la consommation humaine et entraînent leur déclassement. Selon les réglementations en vigueur, variable selon les pays, ce déclassement intervient au-delà d'un seuil de 1,5 à 3 % de grains bruchés. Le prix de vente des graines baisse alors sensiblement (par exemple de 140 à 90 €/t) entraînant un préjudice certain pour les producteurs. En outre, la présence de grains bruchés favorise l'infestation des cultures suivantes. (ANONYME, 2006).

Les bruches les plus importantes du point de vue économique vivent dans les graines des légumineuses. Les femelles collent leurs œufs sur les graines ou les gousses ou elles pondent librement dans ces dernières. Lorsque la ponte a lieu sur ou dans les gousses, les larves néonates pénètrent dans les graines immatures qui poursuivent leur développement et mûrissent. Parvenues au terme de leur croissance, les larves se métamorphosent soit en dehors des graines dans un cocon ovoïde, soit dans les graines mûres. Avant de confectionner leur loge de nymphose dans ces dernières, elles entament l'enveloppe de l'intérieur sous la forme d'une fenêtre circulaire que l'adulte fera sauter comme un couvercle au moment de l'éclosion. Il en résulte un dégât très caractéristique. L'éclosion des insectes parfait se produit le plus souvent après la récolte, dans les entrepôts. La plupart des espèces doivent retourner dans les cultures pour assurer leur propagation. Peu d'entre elles peuvent pondre leurs œufs sur les

graines entreposées et y évoluer en plusieurs générations lorsque les conditions de température le permettent. Leurs dégâts dépassent alors largement en importance ceux dans les cultures et seules ces espèces peuvent être considérées comme ravageurs des denrées entreposées. Mais comme les adultes des autres espèces peuvent aussi éclore en masse dans les entrepôts, les plus importantes d'entre elles seront traitées dans cet ouvrage.

### I-5-3-3- Fève

- **Dégâts causés**

Les dégâts sont dus exclusivement aux larves qui percent un trou aux travers de la gousse, pour se nourrir de la graine et les rendent impropres à la consommation humaine et entraînent leur déclassement (TAUPIN, 1985 ; BERNE et DARD, 1987).

- **Pertes pondérales**

Les dégâts de la *B. rufimanus* occasionnent des pertes pondérales qui varient en fonction du nombre d'adultes développés par graines et l'intensité de l'infestation des graines. Les pertes moyennes en poids sec des cotylédons sont de 2,84 % pour les graines avec une seule bruche, 5,87 % avec deux bruches, 8,25 % avec trois bruches, 11,40 % avec quatre bruches et 14,5 % pour les graines avec cinq bruches. (BOUGHADAD, 1996).

- **Perte de germination**

Le pouvoir germinatif des graines est fortement diminué par les galeries larvaires (BLACHOWSKY, 1962). Il est de 60 %, lorsqu'il existe une seule galerie larvaire, et n'est que de 45 % quand nous observons deux galeries.

En effet, selon (MEDJDOUB-BENSAAD, 2007), la bruche a un effet négatif sur le pouvoir germinatif des graines de *V.faba*. Le taux de germination diminue au fur et à mesure que le nombre de bruche par graine augmente. Il serait de 84 % pour les graines avec une bruche, 76 % pour les graines avec deux bruches et 58 % pour les graines avec trois bruches.

### - Dépréciation des graines

L'insecte *B.rufimanus* est à l'origine de dépréciation de la qualité commerciale des graines de *V.faba* . Ces dégâts gênent considérablement la vente du produit (**BOUGHDAD, 1994**).

### - Baisse de rendement

Une graine bruchée donne un rendement inférieur à celui d'une graine saine, à cause de son exposition aux attaques des champignons et des bactéries, par contre une graine non bruchée et malgré une infestation par la bruche au niveau du champs, à la récolte, le rendement est peu affecté, ce n'est qu'au niveau des stocks que les baisses vont se révéler. Le rendement baissera l'année qui suivra (**SADOU, 1998**).

## I-5-4- Résolution des problèmes liés aux stockages

### I-5-4-1-Méthodes de lutte contre les insectesI

#### I-5-4-1-1- Lutte chimique

En raison de son efficacité et de son application facile et pratique, l'utilisation des produits chimiques constitue à l'heure actuelle la technique la plus utilisée pour lutter contre les organismes nuisibles contenus. Deux types de traitement sont généralement employés :

#### Traitement par contact

Il consiste à recouvrir les grains, l'emballage ainsi que les locaux de stockage d'une pellicule de produit insecticide qui agit par contact sur les déprédateurs, dont l'effet est plus ou moins rapide avec une persistance d'action plus longue. Ces produits peuvent être utilisés sous forme de poudre ou après dilution (**CRUZ et al., 1988**).

#### Traitement par fumigation

La fumigation consiste à traiter les grains à l'aide d'un gaz toxique, qu'on appelle fumigeant. L'intérêt majeur de la fumigation est de faciliter la pénétration des gaz à l'intérieur du grain et donc de détruire les œufs, larves et nymphes qui s'y développent (**CRUZ et TROUDE, 1988**). Malheureusement, les applications de ces insecticides chimiques provoquent de sérieux inconvénients notamment sur l'environnement (**FIANKO et al., 2011**), le développement de résistance aux insecticides par certains ravageurs (**SCHUSTER et SMEDA, 2007**), ainsi que des problèmes de santé car leurs résidus se rencontrent dans la chaîne alimentaire causent des intoxications (**PRETTY et HINE, 2005**).

#### **I-5-4-1-2- Lutte physique**

Elles concernent toutes les techniques mécano-thérapeutiques susceptibles de rendre le stock sain. Elle consiste en l'utilisation de la température basse (froid) ou haute (chaud) (ARRAB, 2016).

##### **L'irradiation et la lutte par le froid**

Ces méthodes consistent à abaisser la température de stockage, ce qui entraîne un ralentissement du développement des insectes, freiné dès que la température est inférieure à 10°C (GUEYE *et al.*, 2011).

##### **L'insolation**

C'est une pratique effectuée le plus souvent avant emmagasinage des récoltes. Elle permet d'achever le séchage et de faire fuir les insectes grâce à la chaleur et à l'incidence directe des rayons solaires (LALE et VIDAL, 2003).

##### **Lutte par le chaud**

Elle consiste à une élévation de la température (température supérieure à 50°C). Ce qui entraîne la mort des insectes. Le passage des produits dans un séchoir permet d'éliminer les insectes présents dans les grains (GUEYE *et al.*, 2011).

#### **I-5-4-1-3-Lutte biologique**

Cette méthode entre dans le cadre du développement durable et de la sauvegarde des écosystèmes. Elle vise à réduire les populations des insectes ravageurs, en utilisant leurs ennemis naturels qui sont soit des prédateurs, soit des parasites ou des agents pathogènes, ainsi que des produits naturels d'origine végétale comme des poudres minérales, des huiles végétales, huiles essentielles. L'utilisation des phéromones d'insectes attractifs et répulsifs d'alimentation est d'un haut niveau de détection (MOMAR *et al.*, 2011). Actuellement, la lutte biologique est la méthode la plus favorisée dans les programmes de recherche vus ces intérêts économiques et agro environnementaux qui permettent le maintien d'un équilibre bioécologique (AMARI *et al.*, 2014).

#### **I-5-4-1-4-Utilisation des insecticides**

Tous les pesticides sont dangereux. C'est une règle qu'il ne faut jamais oublier lorsque nous utilisons des insecticides ou tout autre pesticide.

Les insecticides sont des poisons destinés à tuer les insectes et peuvent être très dangereux pour l'homme comme pour les animaux domestiques (vaches, poissons, chiens, chats, etc.).

Les réclames vantant un insecticide non dangereux et non toxique doivent toujours être considérées avec beaucoup de scepticisme. Evidemment certains sont moins dangereux

que d'autres mais tout insecticide utilisé incorrectement peut devenir très dangereux. Appliquez toujours les insecticides et autres pesticides comme ils sont indiqués et prenez les précautions nécessaires. (INGE DE GROOT, 1996 – 2004).

### **Directives pour une utilisation efficace et sans danger des insecticides**

Pour utiliser efficacement les insecticides pour le stockage, il faut :

- 1- Les appliquer uniquement sur du grain propre et sec, stocké dans de bonnes conditions.
- 2- Rechercher l'insecticide à utiliser sous les circonstances spécifiques et contre les ravageurs spécifiques. Tous les insecticides disponibles ne conviennent pas. Par exemple :
  - Certains insecticides peuvent être appliqués sur des graines destinées aux semences mais non sur des céréales destinées à la consommation car leur résidu est toxique pour l'homme. D'autres sont applicables aux deux sortes de grain.
  - Certains insecticides ne peuvent pas être appliqués en combinaison avec certains matériaux. Le malathion par exemple ne peut pas être utilisé ou mis dans des conteneurs en métal.
  - Certains insectes ont développé une résistance contre plusieurs insecticides.
- 3- Connaître les quantités et le rythme d'application du produit. Ces facteurs sont déterminants pour la réussite de l'opération.

Pour utiliser sans danger les insecticides, il faut :

- 1- Ne jamais acheter ou appliquer un insecticide dont l'emballage ne porte pas d'étiquette avec le nom du produit. La concentration de l'insecticide ainsi que son mode d'emploi doivent aussi être inscrits sur l'emballage.
- 2- S'assurer que le mélange est adapté au but désiré. L'application d'un mauvais insecticide risque d'empoisonner le grain.
- 3- Suivre scrupuleusement le mode d'emploi. *N'utilisez jamais un poison qui n'a pas de mode d'emploi!*
- 4- Ne pas utiliser plus que la dose recommandée.
- 5- Savoir comment appliquer l'insecticide de façon adéquate. Le poison peut-il être appliqué directement sur le grain ou doit-il être répandu autour des zones de stockage ou sur l'extérieur des conteneurs ? Doit-il être dilué ? Doit-il être appliqué en poudre ou en solution ?
- 6- Porter des vêtements de protection pour éviter tout contact avec le produit. Le port d'un masque prévient l'inhalation des poudres, des gaz et des fines gouttelettes; étant donné que les insecticides liquides et à un degré moindre les poudres peuvent être absorbés par la peau,

évitent tout contact avec la peau en portant des gants, une chemise à manches longues, un pantalon et des chaussures montantes.

7- Détruire les emballages vides. Il est très dangereux de les réutiliser.

8- Se laver les mains et les vêtements après l'application du poison.

9- Ne pas manger, boire ni fumer pendant l'application.

10- Conserver les insecticides et le matériel d'application hors de portée des enfants et des animaux.

11- Apporter les résidus chimiques à la station de recherche agricole de votre région; ne pas les jeter n'importe où, dans une rivière ou ailleurs. Tous les poisons, insecticides inclus, sont très dangereux pour l'homme, les insectes, les animaux domestiques, les poissons, les plantes et tous autres êtres vivants qui entrent en contact avec eux.

Les inconvénients de l'application d'insecticides pour protéger les produits stockés d'une petite ferme l'emportent généralement sur les avantages. Les insecticides ne doivent être appliqués qu'en cas d'absolue nécessité. L'accent doit surtout être mis sur les mesures traditionnelles de lutte contre les ravageurs. (INGE DE GROOT, 1996 – 2004).

### **Types d'insecticides**

De nombreux poisons sont capables de tuer des insectes mais seulement quelques-uns sont efficaces pour le stockage du grain. Les insecticides disponibles sont de deux types : Les produits chimiques de contact et les produits fumigatoires. Ils peuvent s'acheter sous plusieurs formes. Ils sont appliqués différemment selon la sorte de grain et le type de conteneur.

- **Produits chimiques de contact**

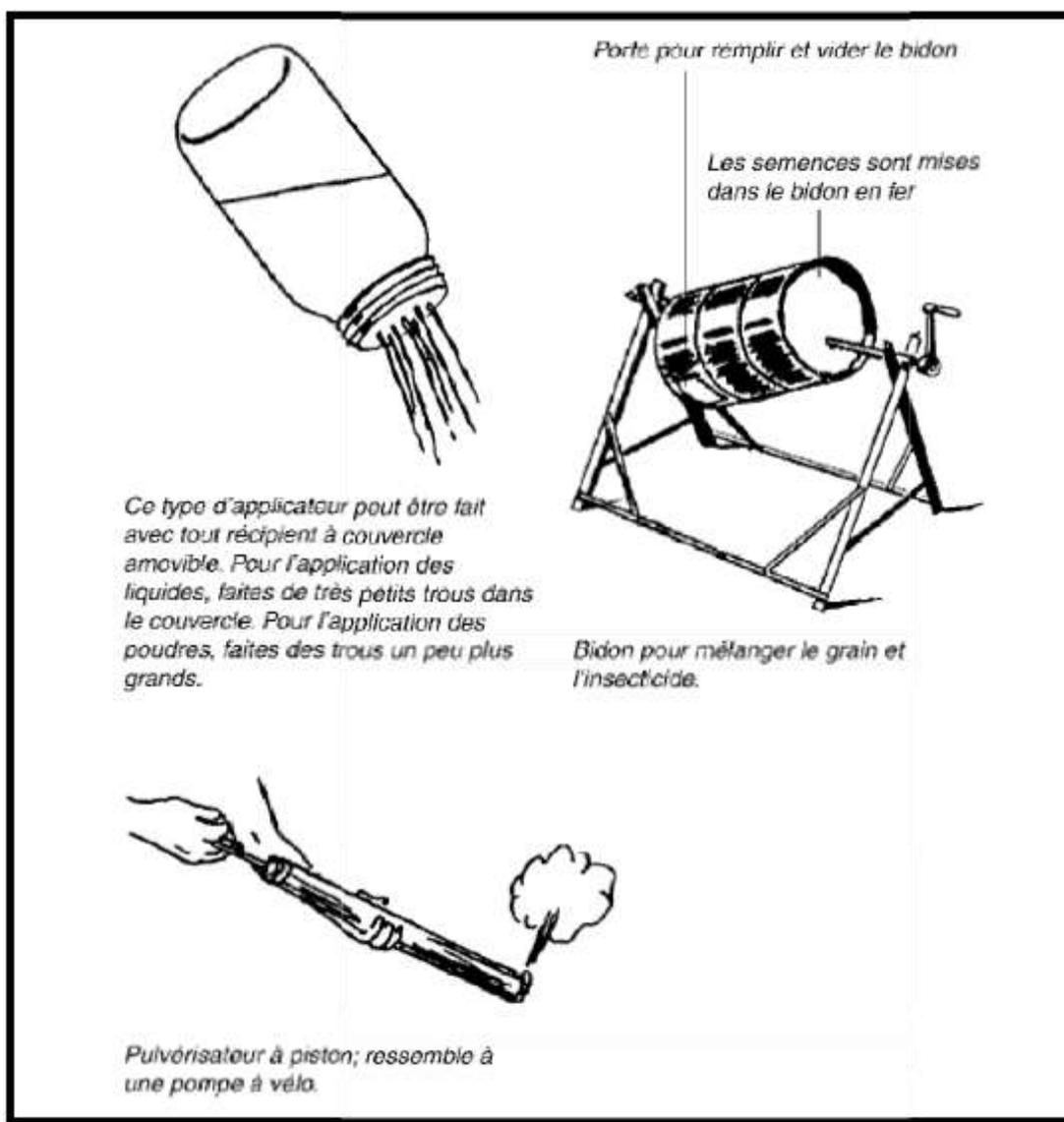
Les produits chimiques de contact tuent l'insecte qui entre en contact avec eux. Ils sont disponibles sous plusieurs formes

#### **-Poudres pour poudrage**

Ces produits contiennent une basse concentration d'insecticide mélangé avec de la poudre. Les poudres sont prêtes à l'emploi et faciles à appliquer avec un sac en tissu ou un petit récipient à couvercle perforé. Les poudres pour poudrage sont souvent mélangées au grain au moment du stockage.

**Attention: Utilisez uniquement les poudres recommandées à cette fin** (p.ex. malathion ou pirimiphos deméthyle).

Elles doivent être bien mélangées au grain (**Figure 25 et 26**). Elles doivent donc être conservées au sec, si non elles ne se mélangeront pas au grain de façon égale. Une autre raison de les conserver au sec est que la poudre humide ne tient pas longtemps. Les poudres pour poudrage peuvent aussi être appliquées sur les sols, les surfaces plates et autour du fond des conteneurs.



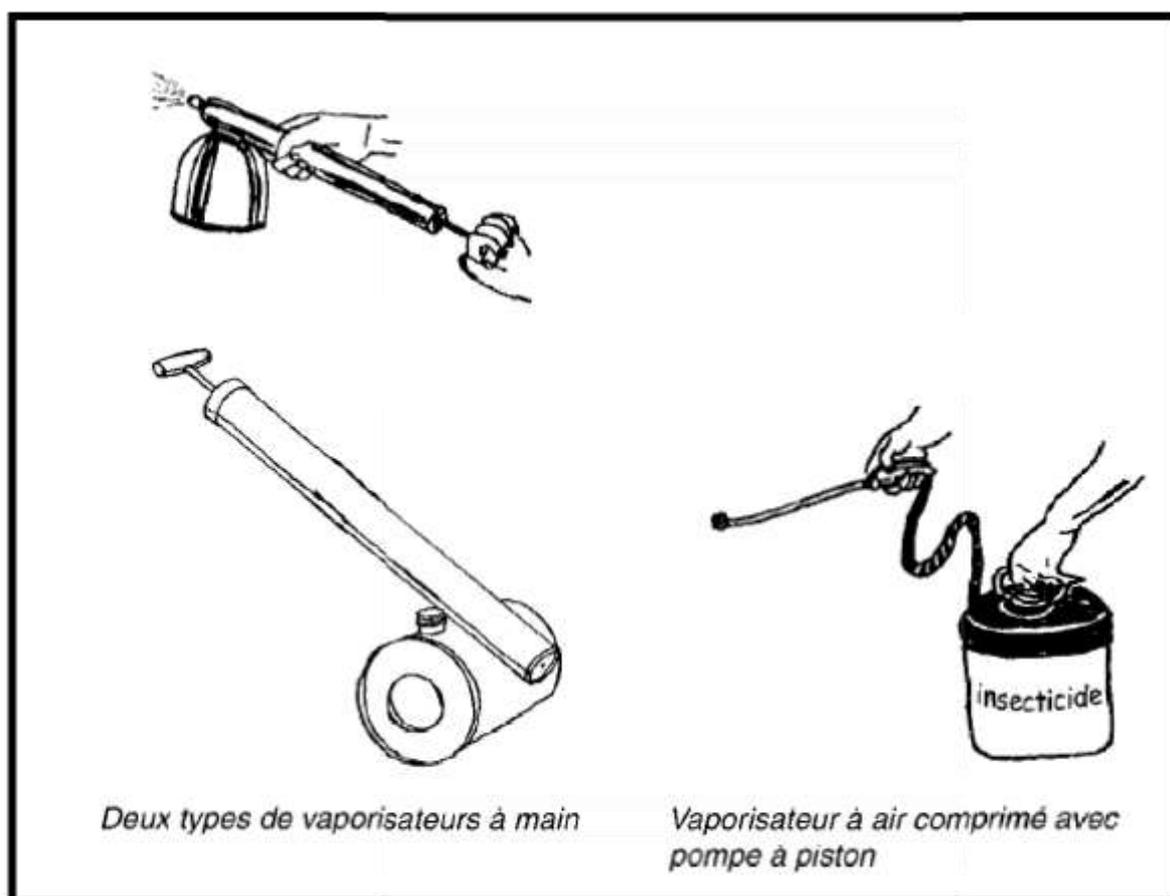
**Figure 25 :** Quelques exemples d'équipement pour l'application des poudres pour poudrage.



Figure 26: Méthode pour mélanger la poudre insecticide et le grain.

**-Poudres mouillables**

Ces poudres contiennent une haute concentration en insecticide. Elles doivent être mélangées à une certaine quantité d'eau avant d'être appliquées. Le mélange doit être fait avec beaucoup de soin. Les poudres mouillables sont utilisées pour vaporiser les surfaces extérieures des sacs de grain, des conteneurs et des locaux de stockage. Elles ne doivent jamais être appliquées directement sur le grain. Leur application se fait à l'aide de vaporisateurs simples (**figure 27**).



**Figure 27:** Quelques exemples d'équipement pour l'application des poudres mouillables

**-Emulsions concentrées**

Les émulsions concentrées sont des liquides concentrés contenant une grande quantité d'insecticide mélangé à d'autres substances. Un équipement spécial est nécessaire pour les appliquer. Les insecticides de ce type sont donc plus chers et plus difficiles à utiliser pour les petits paysans.

**• Produits fumigatoires**

Les produits fumigatoires sont des gaz ; ils sont donc auto-dispersants et non persistants. Ils présentent plusieurs avantages sur les insecticides de contact grâce à leur capacité de pénétrer dans la masse de grain et dans les fissures :

- Ils pénètrent dans les fissures des locaux de stockage et tuent les insectes qui s'y cachent.
- Ils pénètrent entre les grains étroitement emballés et tuent les insectes qui s'y trouvent.
- Dans la plupart des cas, ils tuent aussi les larves à l'intérieur de la graine.
- Contrairement à certains insecticides, ils ne laissent aucune trace sur les graines.

Ils peuvent cependant endommager la capacité de germination des semences.

Les produits fumigatoires tuent uniquement les insectes qui sont déjà dans le grain. Ils ne protègent pas le grain contre de nouvelles attaques. Ils doivent être appliqués dans des conteneurs étanches à l'air. Si le grain est stocké dans des sacs en jute, les sacs doivent être mis un à un dans un bidon à huile ou autre récipient étanche ou recouverts d'une épaisse feuille de plastique.

Le principal inconvénient est que les produits fumigatoires sont très dangereux pour l'homme. Ils doivent toujours être manipulés avec le plus grand soin par une personne expérimentée portant des vêtements de protection. Pour des raisons de sécurité, deux opérateurs au moins sont nécessaires pour l'enfumage des produits infestés. N'appliquez jamais de produits fumigatoires si vous n'avez jamais été spécialement entraîné pour cela (**INGE DE GROOT, 1996 – 2004**).

### Quelques insecticides appliqués sur dans les produits stockés

Avant de choisir un produit, il faut d'abord savoir quels insecticides sont disponibles dans notre pays. Les quantités et proportions de l'insecticide à appliquer dépendent de sa concentration. Les produits suivants sont des exemples d'insecticides pouvant être utilisés sur le grain stocké :

- **Organochlorines**

- **Lindane**

Bien que le lindane soit encore utilisé, son emploi est déconseillé à cause du danger d'empoisonnement chronique qu'il présente après une utilisation à long terme et à cause du développement de la résistance des insectes. De plus, il s'accumule dans l'environnement et représente un danger pour les animaux sauvages.

- **Organophosphorés**

- **Malathion**

Le malathion est mélangé au grain sous forme de poudre ou de vapeur.

En poudre, c'est l'un des insecticides le plus généralement appliqué dans les grains stockés. Le grain doit être bien sec car la poudre de malathion est moins active sur le grain humide ou moisi. Le malathion est instable sur les surfaces cimentées.

Le grain traité peut être consommé 12-13 semaines après l'application car le malathion se dégrade complètement et ne laisse pas de résidus dangereux. Quelques inconvénients du malathion :

- Certains insectes ont déjà développé une résistance contre le malathion, c'est-à-dire que l'insecticide ne tue plus ces insectes.
- Le malathion a une odeur désagréable.
- Le malathion n'est pas très efficace contre les chenilles, les teignes et les mites.

- **Pirimiphos de méthyle**

Le pirimiphos de méthyle a une basse toxicité pour l'homme et les animaux à sang chaud. Il reste stable même sur du grain relativement humide. Il est persistant pendant plusieurs mois, ce qui réduit le risque de réinfestation par des insectes d'une nouvelle génération ou de l'extérieur. Le pirimiphos de méthyle est actif contre les charançons, les teignes et les mites. Il donne de bons résultats contre les espèces résistantes au malathion. Le pirimiphos de méthyle a un effet remarquable ; les insectes semblent morts mais ne le sont pas nécessairement. Ils ne sont souvent qu'assommés et peuvent se remettre complètement plus tard.

### - Bromophos

Le bromophos a une toxicité pour les mammifères similaire à celle du malathion. Il est plus persistant sur le ciment et sur le grain chaud et humide. L'inconvénient du bromophos est qu'il agit lentement. L'insecte adulte a le temps de pondre avant de mourir.

### • Pyréthrinoïdes de synthèse

#### - Bioresméthrine

La bioresméthrine a une toxicité très basse pour l'homme et les autres animaux à sang chaud. Elle agit surtout comme insecticide de contact mais l'inhalation et l'ingestion sont mortelles pour les insectes. La bioresméthrine se dégrade rapidement si elle est exposée à la lumière.

#### - Deltaméthrine

La deltaméthrine doit être très soigneusement mélangée au grain car elle se condense difficilement. Elle est très efficace contre le capucin des grains qui est peu sensible au malathion et à d'autres insecticides organophosphatés. Elle n'est pas particulièrement efficace contre les charançons.

La bioresméthrine et la deltaméthrine sont des produits très toxiques pour les poissons et autres organismes aquatiques. (INGE DE GROOT, 1996 – 2004)

### I-5-4-2- Mesures préventives naturelles contre les rongeurs

La prévention des rats et des souris est préférable à leur destruction. Les mesures protectives ont pour principe d'empêcher les rongeurs d'accéder à la nourriture et à l'eau et de faire des nids. **Propreté** et **ordre** à l'intérieur et à l'extérieur du magasin sont les mots clés de la prévention des rongeurs.

### L'hygiène

Maintenez la ferme et la zone de stockage aussi propres que possible, c'est-à-dire :

- Ne laissez pas traîner de nourriture ni d'ordures aux alentours et à l'intérieur des bâtiments de ferme.
- Brûlez tous les détritiques alimentaires à bonne distance de la maison et du local de stockage.
- Placez toutes les denrées alimentaires dans des conteneurs fermés.
- Ne déposez pas les sacs de produit stocké directement sur le sol.
- Enlevez toutes les saletés, poussières, nourriture renversée, paille, vieux vêtements que les rongeurs pourraient utiliser pour faire leur nid ou se cacher et brûlez-les immédiatement.

- Recouvrez si possible les sols abîmés d'une fine couche de mortier : cela empêche les rats d'y faire des trous.
- Coupez l'herbe autour de tous les bâtiments de ferme car les rongeurs aiment se cacher dans les hautes herbes.
- Coupez les branches d'arbre qui touchent les fenêtres pour empêcher les rats d'y grimper et de sauter par les fenêtres.
- Aplanissez les sols environnants : cela gêne le creusage des trous et fournit moins de caches. (INGE DE GROOT, 1996 – 2004).

#### I-5-4-2-1- Protection contre les rongeurs

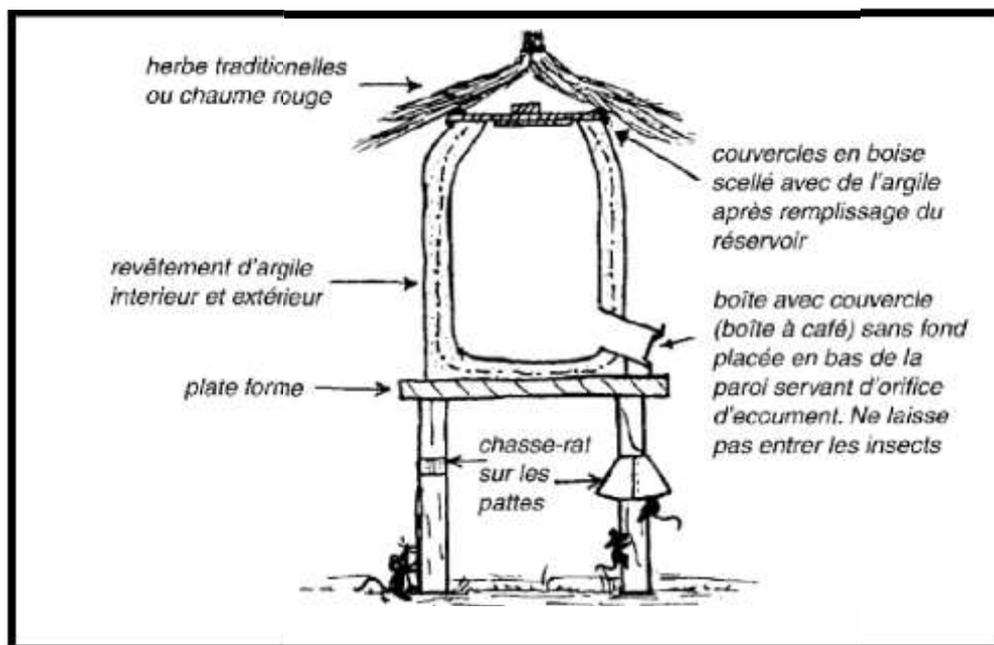
Le local de stockage doit être résistant contre les rongeurs, c'est-à-dire que le grenier ou magasin doit être construit de façon que les rats et les souris ne puissent pas, ou très difficilement, y entrer.

Pour protéger un local de stockage contre les rongeurs, il faut considérer tous les moyens par lesquels les animaux peuvent entrer dans le bâtiment. Les rongeurs creusent des trous, sautent et rongent.

Les mesures de protection ci-dessous ne représentent qu'un petit échantillon des nombreuses possibilités. Le choix des mesures à prendre dépend des circonstances particulières. Il est généralement plus économique de prendre des mesures protectrices contre les rongeurs dès la construction du magasin plutôt que d'attendre les premiers dégâts pour prendre des dispositions.

- Les greniers et les plates-formes séchantes doivent être placés sur poteaux d'au moins 80 cm de hauteur car les rats sont capables de sauter. Placez autour des poteaux des chapeaux métalliques pour empêcher les rongeurs de grimper le long des poteaux. Ces chapeaux sont appelés chasse-rats (**figure 28**).
- Les magasins doivent si possible être construits sur un sol cimenté, sur poteaux d'au moins 50 cm de hauteur. Des bandes métalliques autour des silos en boue ou en ciment empêchent les rongeurs de grimper et de ronger.
- Les portes et ouvertures des silos doivent fermer hermétiquement. Le bord inférieur des portes en bois doit être garni d'une épaisse feuille métallique pour empêcher les rongeurs de s'y frayer un passage. Les ouvertures des silos sont parfois recouvertes de boue.
- Toutes les fenêtres et grandes ouvertures doivent être recouvertes d'un grillage solide. Choisissez un grillage à mailles de 8 mm
- Les fissures remarquées dans le bâtiment doivent être réparées avec du ciment.

- L'espace entre le plafond et le toit doit être fermé mais restera accessible pour l'inspection.
- Les rongeurs ne doivent pas pouvoir grimper le long des poteaux, des tuyaux, des câbles et des rampes à l'intérieur et sur le bâtiment. Attachez des chasse-rats sur tous ces moyens d'accès.



**Figure 28:** Chasse-rats

Dès que la présence de rongeurs est absolument certaine, il faut :

- Identifier l'espèce. La lutte contre les rongeurs dépend de l'espèce en question, de ses habitudes et de son comportement.
- Localiser soigneusement tous les chemins pris habituellement par les rongeurs; Localisez également l'endroit où les animaux ont pénétré dans le magasin.
- Localiser les points de nidification dans le sol ou dans le bâtiment.

Les mesures de lutte seront peu efficaces si l'on ne connaît pas l'espèce, ses lieux de passage et ses cachettes (**INGE DE GROOT, 1996 – 2004**).

### I-5-4-2-1-1 Pose de pièges

La pose régulière de pièges est une méthode très efficace. Près des graines stockées, il est beaucoup plus prudent de poser des pièges que de mettre du poison; les rongeurs risquent de marcher sur le poison et de le transférer au grain et à la nourriture.

Les pièges sont très efficaces lorsqu'ils sont utilisés et posés correctement.

1- Il est important de poser des pièges à souris là où il y a des traces de souris et des pièges à rats là où il y a des traces de rats. Les souris sont capables de saisir la nourriture d'un piège à rat sans se laisser attraper.

2- L'utilisation d'un appât permet d'attirer les rats près du piège. L'appât peut être fait de toute nourriture appréciée par les rats et les souris. Il doit être solidement fixé, sinon le rat pourra le saisir et se sauver. Le beurre de cacahuète est un exemple d'appât très efficace.

L'appât doit être renouvelé tous les trois jours car les rats aiment seulement la nourriture fraîche. Les **tapettes (figure 29)** peuvent être utilisées sans appât. Si la plate-forme a été élargie, le rat fait fonctionner la détente rien qu'en sautillant sur la plate-forme. On élargit la plate-forme en fixant un carré de métal fin ou de carton sur la détente ou le porte-appât.

3- Les pièges doivent être placés aux endroits où les rats ou les souris passent normalement. Lorsqu'un rongeur quitte son nid à la recherche de grain stocké, il choisit ses passages le long des murs et des tas. Il reste le plus possible hors de vue. Les pièges doivent donc être placés contre les murs, perpendiculairement au mur, avec l'extrémité de la détente contre le mur de façon à attirer les rongeurs venant de toutes directions (**figure 30**). (INGE DE GROOT, 1996 – 2004).

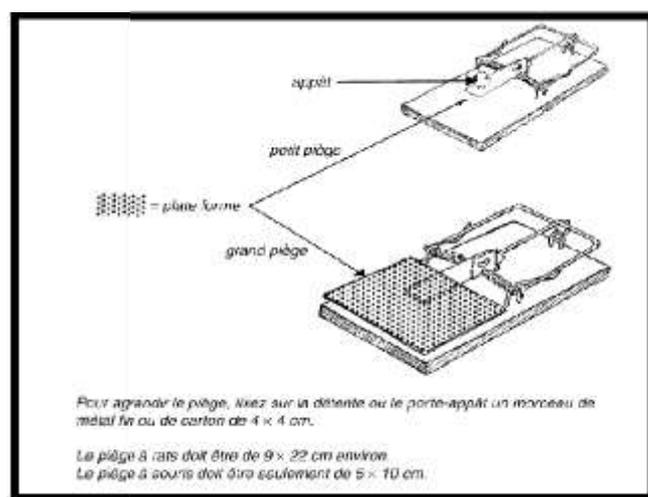


Figure 29 : Tapette

Le rat brun est particulièrement connu pour emprunter toujours le même chemin de son nid à la nourriture. Localisez les lieux de passage et posez-y des pièges.

Les pièges à rat noir et à souris doivent également être posés sur des étagères, des poutres, des tuyaux et autres endroits surélevés.

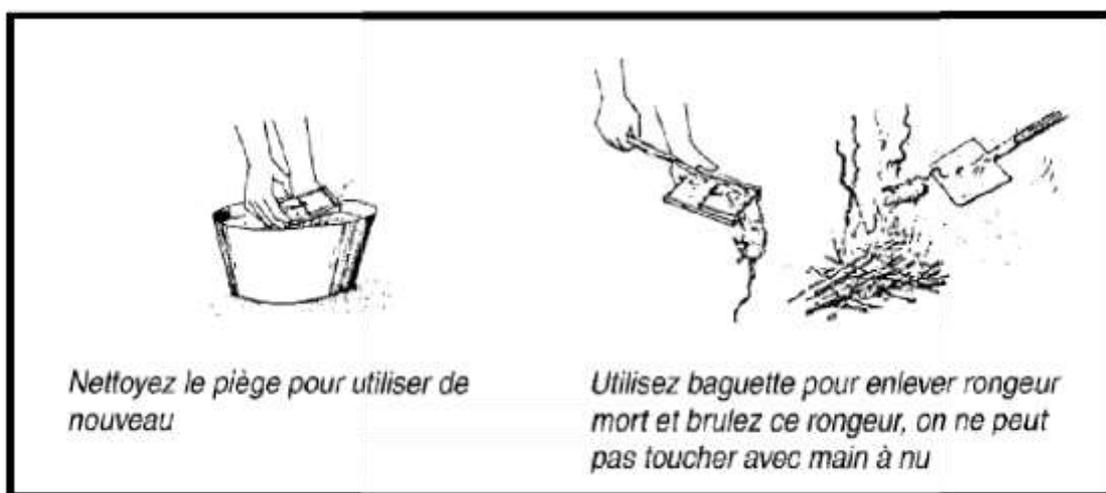
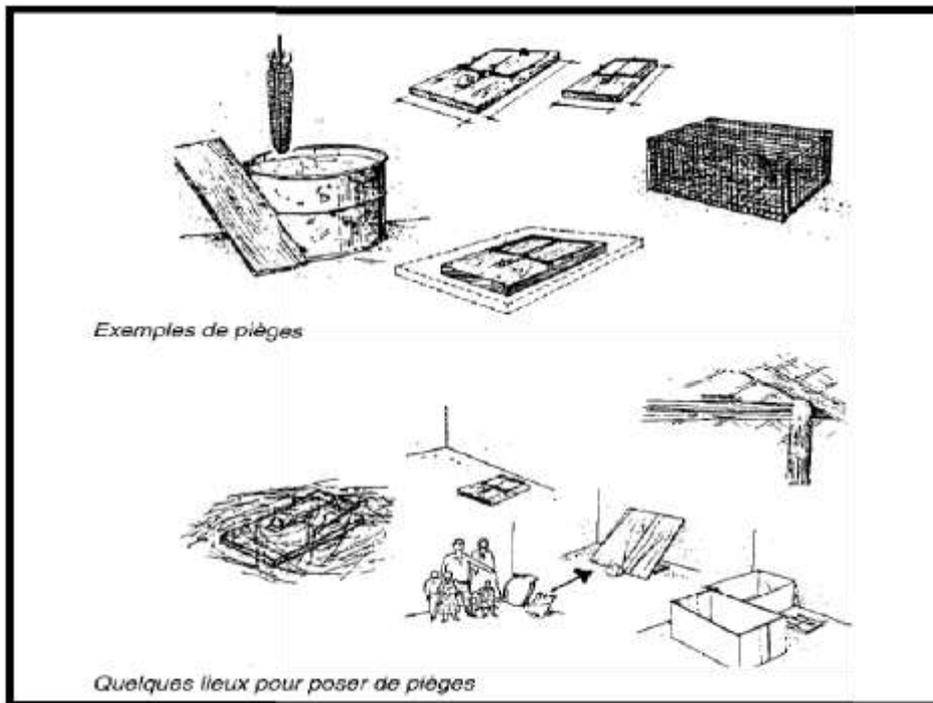


Figure 30: Pose de pièges

Si l'appât est mangé sans que les rats et les souris ne soient attrapés, le piège a probablement besoin d'être réparé. Contrôlez si les détentes ne sont pas tordues ou rouillées, si les ressorts ne sont pas trop faibles et si les fils ne sont pas détachés.

### **I-5-4-2-1-2- Lutte chimique contre les rats et les souris**

Comme il a été vu au paragraphe sur la pose de pièges, il est très dangereux d'appliquer des poisons à proximité du grain stocké. En marchant sur le poison et en le répandant, les rongeurs risquent d'empoisonner la nourriture. L'utilisation des poisons présente d'autres inconvénients; les rodenticides ne sont pas toujours disponibles, sont coûteux et surtout sont dangereux pour l'utilisateur et pour l'environnement (danger d'absorption pour les enfants et les animaux). Il est donc fortement conseillé de les utiliser avec un maximum de précautions.

Utilisez ces poisons seulement lorsque les autres méthodes ont échoué et suivez scrupuleusement les instructions d'une personne expérimentée. N'utilisez jamais de poison dont vous ignorez le mode d'emploi (**INGE DE GROOT, 1996 –2004**).

## ***Chapitre II : matérielle et méthodes***

**Remarque**

En raison des circonstances que nous traversons du fait de la propagation du virus covid 19 et du manque de temps, nous n'avons pas pu faire la partie pratique de ce sujet.

Les analyses prévues pour ce chapitre (partie pratique) consistent à l'étude de la composition physico chimique des variétés de légumineuses étudiées ; fève (Aguadulce) et pois chiche (Flip 90) avant et après stockage et leur comparaison afin de déterminer l'impact de stockage sur la dégradation de la composition biochimique ainsi que sur la valeur nutritionnelle des produits finis de ces farines. Les variétés de légumes secs destinées à l'étude sont issues de la récolte de mois de juin de l'année 2019.

**II- Matériel et méthodes****II- 1- Caractéristiques des légumes secs utilisés :**

Les légumes secs utilisés (fève, pois chiche) sont mis à notre disposition par la CCLS de Bouira, Ils sont récoltés en juin 2019.

□ **Pois chiche** : variété flip-90, présente une forme anguleuse et une couleur beige

(Figure 31).

□ **Fève** : variété aguadulce, de couleur marron foncée et de forme aplatie

(Figure 32).



**Figure 31:** Pois chiche (flip 90).



**Figure 32 :** Fève (aguadulce).

- **Préparation de farine :**

Le tableau 09 résume les différentes opérations de préparation des farines de pois chiche et de fève.

**Tableau 09** : Différentes opérations de préparation des farines de pois chiche et de fève.

Etape de transformation	Principe
<b>Triage manuel</b>	- Effectué manuellement pour éliminer les matières étrangères, grains endommagés.
<b>Décorticage</b>	Notamment les graines de fève ont subi un décorticage manuel à l'aide d'un pilon.
<b>Broyage</b>	Cette opération a pour but de réduire les grains en particules de plus en plus fines. - Le broyage est réalisé à l'aide d'un broyeur traditionnel.
<b>Tamisage et Conditionnement</b>	Cette opération a pour but la séparation de la fraction utilisable (farine) de celle non utilisable (enveloppes). - Le tamisage est réalisé à l'aide d'un tamis traditionnel. - Les farines obtenues sont conditionnées dans des bocaux en verre et stockées à 4°C.

Les figures 33 et 34 montrent l'aspect des farines de fève et de pois chiche obtenues :

**Figure 33** : Farine de pois chiche.**Figure 34** : farine de fève.

## II-2- Analyses physico-chimiques

### II-2-1- Taux d'impuretés

#### • Principe

Le principe de la méthode consiste à séparer les impuretés d'un échantillon broyé des légumineuses ou de protéagineux par tamisage ou triage et à les classer en catégories.

#### ➤ Expression des résultats

Le pourcentage des impuretés est déterminé par l'expression suivante :

$$M(\%) = \frac{m_1 + m_2}{m} \times 100$$

où:

m : la masse de l'échantillon (g).

m<sub>1</sub> : impuretés de classe A (g).

m<sub>2</sub> : impuretés de classe B (g).

## II-3- Caractéristiques physiques

Les caractéristiques physiques des échantillons concernent la longueur, la largeur et l'épaisseur des grains au moyen d'un pied à coulisse. Ces mesures sont réalisées sur 1/3 des grains d'une façon aléatoire.

### II-3-1- Détermination de la teneur en eau des grains

#### • Principe

La teneur en eau est définie comme étant la perte de poids provoquée par dessiccation à pression atmosphérique dans une étuve à la température de 130 + 2°C jusqu'à poids constant. (Norme ISO 721-1979).

#### • Expression des résultats

$$H\% = \frac{m_s - m_0}{m_1 - m_0} \times 100$$

H%: la teneur en eau en pourcentage.

m<sub>0</sub>: La masse en gramme de la nacelle vide.

m<sub>1</sub>: La masse en gramme de la nacelle plus la prise d'essai.

m<sub>s</sub> : La masse en gramme de nacelle plus la prise d'essai après séchage.

### II-3-2- détermination de la masse à l'hectolitre

La masse volumique dite masse à l'hectolitre, communément appelée poids spécifique (PS) ou poids à l'hectolitre (PHL) a pour objet la mesure de la masse d'un certain volume de grains, impuretés et masse de l'air présent dans les espaces intergranulaires.

Cette mesure ancienne qui date de l'époque où l'on mesurait le grain en volume est toujours utilisée dans les transactions sur les grains ; à ce titre , elle est un élément important dans la fixation du prix marchand .

Le PS est supposé permettre la reconnaissance des blés anormaux ( PS faible), et renseigner sur le rendement en farine d'un blé.

#### ➤ Emplissage de la trémie

Poser la mesure sur un plan horizontal stable préservé de toute vibration et la surmonter de la trémie. La trappe étant fermée et le rouleau araseur poussé à fond de course contre le support de la trémie, emplir cette trémie avec le grain dont on veut connaître le poids.

Abatte le trop-plein avec une règle et ouvrir la trappe entièrement et d'un coup sec, le grain tombe dans le demi-hectolitre.

#### ➤ Arasement et pesée de la mesure

- Aussitôt après la fin du jet et sans fermer la trappe, araser la mesure.
- Une fois la mesure arasée, on retire la trémie et on pèse le grain immédiatement avec le demi-hectolitre dont la tare est réduite.

#### ➤ Condition générales

Les chocs doivent être évités avec un soin extrême. Seul l'opérateur devra être à côté de la trémie ; toutes les opérations seront faites par lui.

#### • Expression des résultats

La masse à l'hectolitre, exprimée en kilogrammes par hectolitre, est égale à :

$$2 \times m$$

m : la masse, en kilogramme, du blé contenu dans le récipient mesureur de 50 litres.

Prendre comme résultat la moyenne arithmétique des deux décimales si les conditions de répétabilité sont remplies. Arrondir le résultat à 0.05 unités près.

### II-3-3- Taux d'extraction

C'est la proportion de farine produite à partir d'un poids initial de pois chiche.

Si on a 100 kg de pois chiche et qu'on obtient 60 kg de farine, le taux d'extraction est de 60%. Plus l'extraction est faible, plus la farine est blanche. Inversement, avec un fort taux d'extraction, le son est conservé.

### II-3-4- Détermination du taux de cendre

#### • Principe

L'incinération d'une prise d'essai dans l'atmosphère oxydante d'un four à moufle à une température de  $550 \pm 10^\circ\text{C}$  jusqu'à la combustion complète de la matière organique et obtention d'une masse constante (AMANI *et al.*, 1993).

#### • Expression des résultats

$$C\% = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100$$

D'où

C% : Cendre en (%)

$m_0$ : La masse en gramme de la nacelle vide.

$m_1$  : La masse en gramme de la nacelle plus la prise d'essai.

$m_2$ : La masse en gramme de la nacelle plus la prise d'essai après incinération.

## II-4- Analyses biochimiques

### II-4-1- Dosage des protéines totales

Le dosage des protéines totales est réalisé par la détermination de l'azote total selon la méthode de **KJELDAHL** (AFNOR, 1991). Le coefficient de conversion de l'azote total en protéines est de 6,25 pour les légumes sec. Le principe de la méthode consiste à une minéralisation à chaud de la matière organique par l'acide sulfurique concentré en présence d'un catalyseur, une alcalinisation des produits de la réaction (sulfate d'ammonium) par la lessive de soude concentrée, une fixation de l'ammoniac entraîné par la vapeur par l'acide borique et une titration par l'acide sulfurique.

La méthode comporte les étapes suivantes :

**La minéralisation**

Sous l'effet de la chaleur, l'acide sulfurique concentré (95 %,  $d = 1.83$ ) en présence de catalyseur oxyde et détruit la matière organique, l'azote organique est transformé en sulfate d'ammonium.

**➤ La distillation**

Le minéralisât est alcalinisé par la soude NaOH (10N) et l'ammoniac est libéré de son sel.

Au cours de la distillation, les molécules d'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) libérés sont entraînés par la vapeur et fixées dans une solution de volume connu d'acide borique (4 %).

**➤ La titration**

Le distillat récupéré est titré par l'acide sulfurique (0,01 N) en présence d'un indicateur coloré (rouge de méthyle). Le titrage soit complet au virage de la couleur du jaune au rose.

**• Expression des résultats**

La teneur en azote total (N) est exprimée en g pour 100g de produit humide :

$$N = (A \times V / pe) \times 100$$

Où :

**A** : quantité d'azote en gramme neutralisée par 1 ml de solution de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  à 0.01 et est égale à 0,0014g.

**V** : volume en ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  versé à la titration.

**pe**: prise d'essai en gramme.

La teneur en protéines (P) est exprimée en pourcentage par rapport à la matière sèche :

$$P = (N \times K / 100 - H) \times 100$$

Où :

**N** : teneur en azote en % du produit.

**K** : coefficient de conversion de l'azote en protéines.

**H** : teneur en eau de l'échantillon en % de la masse humide.

### II-4-2- Dosage des lipides

#### • Principe

L'extraction de la matière grasse contenue dans les farines est réalisée par la méthode de Soxhlet, cette technique assure une extraction à chaud des matières grasses contenues dans un échantillon végétal solide placé dans une cartouche de cellulose est imbibé continuellement par les vapeurs d'un solvant choisi en fonction de la polarité des principes actifs lipidiques à extraire (HUBERT, 2006)

#### • Expression des résultats

La teneur en matière grasse libre en pourcentage de masse de l'échantillon est déterminée par la formule suivante ;

$$\% \text{ de lipide libre} = \frac{M1 - M0}{E} \times 100$$

D'où

M<sub>0</sub> : masse en g du ballon vide

M<sub>1</sub> : masse en g du ballon et de la matière grasse après séchage

E: masse en g de la prise d'essai (masse de l'échantillon)

### II-4-3- Dosage des glucides

le dosage des glucides a été réalisé selon la méthode de Duchâteau et Florkins (1959), cette méthode utilise l'antrone (9,10-dihydro 9-oxoanthracène) comme réactif (450mg d'antrone, 250 ml d'acide sulfurique et 75 ml d'eau distillée), et une solution mère de glucose( 0,1 g/l) comme standard.

Le principe est la déshydratation des groupements hydroxyles à chaud dans un milieu acide conduisant à la formation intermédiaire de furfural pour les pentoses et 5-hydroxyméthylfurfural pour les hexoses. Ces composés peuvent être dosés par colorimétrie au moyen d'un dérivé phénolique : l'antrone.

Un aliquote de 100 µl est prélevé de la gamme ou l'extrait glucidique (surnageant), additionné de 4 ml d'antrone, puis chauffé au bain- marié à 80°C pendant 10 min. Les dérivés furfuraliques condensés à l'antrone donnent des composés bleu-Ven dont l'absorbance est mesurée à longueur d'onde de 620 nm (DAUVILLIER, 1998).

#### II-4-4-Dosage de l'amidon

La teneur des différents échantillons est déterminée selon la méthode polarimétrique d'EWERS dans les conditions décrites par le (BIPEA., 1978). L'amidon est dispersé par l'acide chlorhydrique dilué. Après défécation et filtration, le pouvoir rotatoire de la solution est mesuré par polarimétrie.

Le même traitement est effectué sur l'extrait sec éthanolique à 40% de l'échantillon, extraction qui a pour but d'éliminer les glucides solubles susceptibles d'interférer en polarimétrie. La différence obtenue entre les deux mesures polarimétriques, multipliée par un facteur spécifique lié à l'origine botanique de l'amidon nous donne la teneur en amidon de l'échantillon.

La teneur en amidon pour 100g d'échantillon est calculée comme suit :

$$\% \text{ Amidon} = [(200(P-P')) / [\alpha]D_{20}^{\circ}]$$

P= pouvoir rotatoire total en degrés d'arc.

P'= pouvoir rotatoire en degrés d'arc donné par les substances solubles dans l'éthanol à 40%.

$[\alpha]D_{20}^{\circ}$ =pouvoir rotatoire spécifique de l'amidon pur.

#### II-4-5-Dosage de l'acide phytique

Le dosage de l'acide phytique a été réalisé selon la méthode préconisée par (ELLIS *et al.*, 1977) . Elle repose sur la précipitation des phytates par une solution de chlorure ferrique en présence de Salicylate de sodium comme indicateur coloré. Cette technique dose le phosphore phytique. Le résultat est converti en pourcentage d'acide phytique. Les 10 g de l'échantillon sont mélangé avec 100ml d'HCL à 0,5N, le mélange subit une agitation pendant 1h30mn suivie d'une centrifugation pendant 20mn à 500Tr /mn, 20 ml du surnageant sont récupérés et additionnés à 30 ml d'eau distillée avant d'être portés à 80°C au bain-marie pendant 5 mn. Le titrage est réalisé avec une solution de FeCL<sub>3</sub> à 0,05% dans 0,6% d'HCL en présence de salicylate de sodium comme indicateur coloré.

La quantité de phosphore phytique est calculée d'après l'expression suivante :

$$X = (V \times 3,4443 \times 1,11 \times 50) \times 100 / (100 \times W)$$

D'où:

X : quantité du phosphore phytique exprimée en mg/100g de M.S

V: volume de la solution FeCh en ml (dans 1 mg de cette solution, il y a 1 mg de

FeCh, ce qui correspond à 0,34443 mg de fer).

W : teneur en eau du produit en pourcentage.

50 : coefficient de conversion pour exprimer la quantité de phosphore phytique par rapport à 100 g de produit. En effet, dans nos conditions expérimentales, le titrage est effectué sur 2 g de produit. Cette méthode admet pour les produits céréaliers que 1 mg de fer correspond à 1,11 mg de phosphore phytique.

Pour trouver la teneur en phytates exprimée en % d'acide phytique, on multiplie par 3,5515. Ce coefficient représente la masse moléculaire de l'acide phytique par rapport à la masse de phosphore dans l'acide phytique.

# **Conclusion**

# Conclusion

---

## Conclusion

L'objectif de ce travail est l'étude de l'effet de stockage sur la dégradation de la composition biochimique de certaines légumineuses (Pois chiche de variété Flip 90, Fève de variété Aguadulce) ainsi que la dégradation de leur valeur notionnelle et de leur valeur marchande.

Les légumineuses contiennent naturellement beaucoup de fibres et de protéines et pauvres en matières grasses. Elles sont riches en nutriments, vitamines et sels minéraux. Ce sont d'excellents antioxydants qui ralentissent le vieillissement naturel. Les légumineuses contiennent deux fois plus de protéines que les céréales complètes (blé, avoine, orge) et trois fois plus que le riz. La qualité des protéines est importante, notamment pour la croissance et le développement. Parmi les sels minéraux importants trouvés dans les légumineuses, nous pouvons citer le fer, le potassium, le magnésium et le zinc. Les légumineuses ont par ailleurs une très forte teneur en vitamines B, notamment en folate, en thiamine et en niacine.

Les graines des légumineuses sont caractérisées par une forte densité nutritionnelle. Le pois chiche présente une valeur de 11 -25 g en protéines, 3.5 – 5 g en lipides, 43 – 48 g en glucides, 9.5 – 1.5 g en fibres, 2.74 g en matière minéral. La fève quand à elle donne une valeur de 30 à 40 g en protéines, 1.4 g en lipides, 66 g en glucides et 5.9 g en fibres . Les teneurs faibles en eau permettent une bonne conservation de légumineuses à température ambiante pour une utilisation ménagère, agricole, industrielle et animale.

Les légumineuses contiennent également beaucoup d'hydrates de carbone et de fibres, ce qui signifie que leur digestion est lente. Non seulement cela donne une sensation de satiété, mais en écrétant les pics après les repas nous stabilisons les taux de sucre et d'insuline dans le sang, ce qui en fait un aliment idéal pour les diabétiques. En renforçant la résistance à l'insuline, les légumineuses jouent également un rôle clé dans la gestion du poids corporel.

A la fin de ce travail, plusieurs résultats sont ressortis, essentiellement les relations entre l'insecte, la plante, les moyens de lutte utilisés et l'influence de ceux-ci sur la quantité et la qualité des stocks et la contribution à l'amélioration des systèmes de lutte et de stockage contre ces insectes ravageurs.

Il existe de nombreuses méthodes de protection des produits locaux stockés. Les méthodes traditionnelles, telles que l'utilisation de certain matériaux naturels comme la poudre minéral et les huiles végétales qui sont toujours très efficaces et les méthodes de lutte contre les insectes en utilisant des produits chimiques ( par contact, par fumigation ), et par

## Conclusion

---

méthodes physiques ( l'irradiation, insolation ), utilisation des insecticides ( organochlorines, organophosphorés ), et la protection contre les rongeurs ( pose de pièges, tapette ).

En perspectives, et contre toutes les contraintes de stockage, nous cherchons une méthode physique afin de durcir les enveloppes des graines stockées dans le but d'éviter les attaques des insectes ravageurs.

### Références bibliographies

#### A

**ABETE I., PARRA D., MARTINEZ J.A. (2008).** Energy-restricted diets based on a distinct food selection affecting the glycemic index induce different weight loss and oxidative response. *Clin Nutr* 27, 545–551.

**AFNOR. (1991).** Recueil de normes- contrôle de la qualité des produits alimentaires céréales et produits céréaliers. AFNOR/DGCCRF. 3ème édition. Paris, 360 p.

**AMANI N. G., ABORA F., GNAKRI D ET KAMENAN A. (1993).** Etude des propriétés physicochimique de l'amidon detaro (*Xanthosoma sagittifolium*). IAA. Volume 110, Mars.Pp: 136-142.

**AMARI N. (2014).** Etude du choix de ponte de la bruche du niébé *Callosobruchus maculatus* en présence de différentes variétés d'haricot et de pois chiche, et influence de quelques huiles essentielles (Cèdre, Ciste, Eucalyptus) sur activité biologique de l'insecte .mémoire de magistère pp23,23,25

**AMIR, Y., HAENNI, A.L., YOUYOU, A. (2006).** Differences in the biochemical composition of dry legumes cultivated in north Algeria. *Electron .J.environ. Agric. Food Chen*, 5(3), 1411-1418.

**ANDERSON JW, DEAKINS DA, FLOORE TL, SMITH BM, WHITIS SE. (1990).** Dietary fiber and coronary heart disease. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 29: 95-147.

**ANDERSON JW, SMITH BM, GUSTAFSON NJ. (1994).** Health benefits and practical aspects of high-fiber diets. *Am J Clin Nutr.* 59: 1242S-47S.

**ANDERSON JW, HANNA TJ. (1999).** Impact of non digestible carbohydrates on serum lipoproteins and risk for cardiovascular disease. *J Nutr.* 129: 1457S-66S.

**ANDERSON JW, SMITH BM, WASHNOCK CS. (1999).** Cardiovascular and renal benefits of dry beans and soybean intake. *Am J Clin Nutr.* 70: 464S-74S.

**ANDERSON JW, HANNA TJ, PENG X, KRYSICIO RJ. (2000).** Whole grain foods and heart disease risk. *J Am Coll Nutr;* 19: 291S-99S.

**ANDERSON, J. W., MAJOR, A. W. (2002).** Pulses and lipaemia, short- and long-term effect: potential in the prevention of cardiovascular disease. *Br J Nutr.* 88 Suppl .

## Références bibliographies

---

**ANDERSON J.W., MAJOR A.W. (2002).** Pulses and lipaemia, short- and long-term effect: Potential in the prevention of cardiovascular disease. *British Journal of Nutrition* 88, 263–271.

**ANONYME, (1994) A.** Analyse statistique de l'évolution de la culture des principaux produits agricoles durant la période 1964 – 1994. DSAEE ministère de l'agriculture, Alger.

**ANONYME., (2006)** [http://fr.wikipedia.org/wiki/Ph%C3%oA9nol\\_\(groupe\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Ph%C3%oA9nol_(groupe)).

**ANONYME, (2010).** [www.aqmrc.org](http://www.aqmrc.org) consulté le 01-11-2010.

**ANONYME, (2016).** La production de pois chiche en Algérie.

**AOUES., K, BOUTOUMI., H. ET BENRIAM., A. ( 2017).** Etat Phytosanitaire du Blé Dur Locale Stocké en Algérie. *Revue Agrobiologia*, 7(1) : 286-296.

**ARRAB, R. (2016).** Effet insecticide des plantes *Melia azedarach* L. et *Peganum harmala* L. sur l'insecte des céréales stockées *Tribolium castanum* herbest (Coleoptera , Tenebrionidae). Magister, univ. Farhat Abbas Sétif.

**ASCHERIO A., RIMM E.B., GIOVANNUCCI E.L., COLDITZ G.A., ROSNER B., WILLETT W.C., SACKS F., STAMPFER M.J.(1992).** A prospective study of nutritional factors and hypertension among U.S. men. *Circulation* 86, 1475–1484.

**AUBERT. C, (1992).** Fabuleuses légumineuses avec 140 recettes traditionnelles. Edition Terre vivante. Paris. N p 251. P 104-105.

**AYADI, A.L. (1986).** Analyse agronomique des différents types de pois chiche ; influence de la date de semis (*cicer arietinum* l.). DAA. ENSA, INRA, LECSA, montpellier, france. 72 p.

**ARKOYLD W. R., ET DOUGHTY Y.,( 1982).** Les graines de légumineuses dans l'alimentation humaine. 2<sup>ème</sup> édition N° 20 FAO Rome.

**AZIEZ, M., HAMMDOUCHE, O., MALLEM, S., TACHERIFET, S. (2003).** Le guide pratique de l'agréur, céréales et légumineuses alimentaires. OAIC. 26 – 34p.

### B

**BALACHOWSKY A. (1962).** Les insectes nuisibles aux plantes cultivées leur moeurs, leur destructions, Ed, Paris. Pp 1245-1268.

**BALACHOWSKY.A.S.( 1962).** Entomologie appliquée à l'agriculture .Ed. Masson et cie, TomI. Vol I, 564p.

## Références bibliographies

---

**BALJEET, S.Y., RITIKA, B.Y ET REENA, K. (2014).** “Effect of incorporation of carrot pomace powder and germinated chickpea flour on the quality characteristics of biscuits. *International food research journal*, (21), 217-222.

**BANIEL, A. (1993).** Etude de la variabilité génotypique et phénotypique de la composition protéique du pois (*Pisum sativum L.*) Thèse de doctorat, Université de Nantes.

**BAZZANO L.A., HE J., OGDEN L.G., LORIA C., VUPPUTURI S., MYERS L., WHELTON P.K. (2001).** Legume Consumption and Risk of Coronary Heart Disease in US Men and Women: NHANES I Epidemiologic Follow-up Study. *Arch Intern Med* 161, 2573–2578.

**BAZZANO LA, HE J, OGDEN LG, ET AL. (2001).** Legume consumption and risk of coronary heart disease in US men and women: NHANES I Epidemiologic Follow-up Study. *Arch Intern Med.* 161:2573-8.

**BAZZANO L.A., HE J., OGDEN L.G., LORIA C.M., WHELTON P.K. (2003).** Dietary Fiber Intake and Reduced Risk of Coronary Heart Disease in US Men and Women: The National Health and Nutrition Examination Survey I Epidemiologic Follow-up Study. *Arch Intern Med.* 163, 1897–1904.

**BAZZANO L.A., THOMPSON A.M., TEES M.T., NGUYEN C.H., WINHAM D.M. (2011).** Non-soy legume consumption lowers cholesterol levels: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 21, 94–103.

**BEDARD A. (2006).** Pois chiche. Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF). Université Laval.

**BELL A.(2000).** Lutte contre les insectes des denrées stockées au Sénégal. Ed .Biotech. Agron., Soc. p 60-61.

**BENCHEIKH. (1982).** Les Bruchidae, les ravageurs des denrées stockées. Mémoire de fin d'étude ITA. Mostaganem .P35.

**BERHAUT ET AL. (2003).** stockage et conservation des grains à la ferme (qualité- stockage), stockage à la ferme, (arvalis – institut du végétal) et jean-pierre criaud (grceta de l'everecin), ARVALIS - institut du végétal.

**BESANÇON, P. (1978).** La valeur nutritionnelle des légumes secs et des protéines de légumineuse. *Revue française de diététique (Marseille-France)*, 22(8), 05-17.

## Références bibliographies

---

**BIOZET F. (2015).** Nouvelle piste pour la fevrole. 24p.

**BIPEA. (1978).** Cités sur apria. Recueil des méthodes d'analyses des communautés Européennes. Bureau inter-professionnelle d'étude analytique.

**BOUGHDAD A. (1994).** Statut de nuisibilité et écologie des populations de *Bruchus rufimanus* (BOH). Sur *Vicia faba* L au Maroc : Thèse d'Etat en science N°3628 Université de paris-sude-orsay, 182p.

**BOUGHDAD A. (1996).** *Brichus rufimanus*, un insecte ravageur des graines de *V. faba* .

**BOURDON I, OLSON B, BACKUS R, RICHTER BD, DAVIS PA, SCHNEEMAN BO.(2001).** Beans, as a source of dietary fiber, increase cholecystokinin and apolipoprotein b48 response to test meals in men. *J Nutr.* 131: 1485-90.

**BRINK M., BELAY G. (2006).** Céréales et légumes secs. Ressources végétales de l'Afrique tropicale1. Fondation PROTA/ Backhuys Publishers/CTA. Pays-Bas ; 327P.

### C

**CALET, C. (1992).** Les légumes secs, Apport protidique. *Cah. Nut. Diét,* 2, 99-108.

**CAMPOS-VEGA, R., LOARCA-PINA, G., DAVE OOMAB, B. (2010).** Minor components of pulses and their potential impact on human health. *Food Res Inter,* 43, 461-82. Canada. Pp. 1-7.

**CARLU J.( 1952).** Fèves et féveroles. Larousse agricole, 204p.

**CARROUEE, B., CREPON, K., PEYRONNET, C. (2003).** Les protéagineux : intérêt dans les systèmes de production fourragers français et européens. *Fourrages,* 174, 163-182. Cereals and legumes : biochemistry of foods. Elsevier, 46p.

**CHAMP M., FAIZANT N. (1990).** Technologie et qualité nutritionnelles des amidons . les cahiers de lens-Bana, 8, 1 – 23.

**CHANDALIA M, GARG A, LUTJOHANN D, VON BERGMANN K, GRUNDY SM, BRINKLEY LJ.(2000).** Beneficial effects of high dietary fiber intake in patients with type 2 diabetes mellitus. *N Engl J Med.* 342: 1392-8.

**CHAUX, C., FOURY, C.L. (1994).** Production légumière: Légumineuses potagères, Légumes fruits. Tome III, Ed: TEC. et DOC, Lavoisier, 563p.

## Références bibliographies

---

**COBIAC L, MCARTHUR R, NESTEL PJ. (1990).** Can eating baked beans lower plasma cholesterol? *Eur J Clin Nutr*; 44: 819-22.

**COLONNA P, GUEGUEN J, MERCIER C. (1981).** Pilot Scale preparation of starch and cell-wall material from *pisum sativum* and *vicia faba*. *Sci Alim* 1, 415-426.

**COMBE E, NAUDIN-LEBECQUE A, PION R. (1988).** Influence de la variété et de la cuisson du pois (*pisum sativum*) sur la nature des composés azotés des fèces de rats. *Ann Zootech* 37,233-254.

**CRUZ, J.F ; TROUDE, F. (1988).** Conservation des Grains en Régions Chaudes « Techniques Rurales en Afrique ».2 éd. France, CEEMAT, P 548.

### D

**DABRIE, C; NIANGO, BA, M ; SANON,A.( 2008) .** Effects of crushed fresh *Cleome viscosa* L. (Capparaceae) plants on the cowpea storage pest, *Callosobruchus maculatus* Fab. (Coleoptera: Bruchidae). *International Journal of Pest Management*, 54 (4), 319-326.

**DAUVILLER P. (1998).** Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires. Lavoisier. Pp: 91.

**DERAKAOUI, M., KOUCEM, E., BENOUADDANE, A. (2018).** Effet combiné de stress salin-métallique (cuivre, zinc) sur les paramètres morpho-physiologiques et biochimiques chez la fève (*Vicia faba* L.), Université Abdelhamid Ibn Badis Mostaganem. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Mémoire de Master en biologie.

**DIRECTION DES SERVICES AGRICOLE (D.S.A). (2021).** Bouira.

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

**DREVON, J.J. (2009).** Coopération sur le thème: Efficacité d'utilisation du phosphore et fixation symbiorhizobienne d'azote dans la culture du haricot (dans le cadre du programme Tassili N°08MDU721). *Compte rendu de missions, INRA: 6.*

**DUKE, J.A. (1981).** Handbook legumes of world economic importance Ed .Plenum press, New-York and London, 25p.

**DUPIN H., CUQ J. L., MALEWIAK M. 1., LEYNAUD-ROUAUD C ET BERTHIER A. M. (1992).** Alimentation et nutrition humaines : Pp : 941-956.

**DURANTI M. (2006).** Grain legume proteins and nutraceutical properties. *Fitoterapia* 77, 67–82. Edition Qua.France.147p. Maroc. Réhabilitation of *fababean* Ed actes.pp.179-184.

## Références bibliographies

---

### E

**ELLIS R., MARRIS E. R ET PHILPOT C. (1977).** Quantitative determination of phytate in the presence of high inorganic phosphate. *Anal. Biochemistry*. N°. 77. Pp: 537-539.

### F

**FAO. (1982).** Les grains de légumineuses dans l'alimentation humaine par W. R. Aykroyd et européennes. Bureau inter-professionnelle d'études analytique.

**FAO. (2006).** L'état de la sécurité alimentaire dans le monde, bilan de 10 ans après le sommet mondial de l'alimentation.

**FAO. (2013).** Mission FAO/PAM d'évaluation de la sécurité alimentaire à Madagascar.

**FAO. (2016).** "Légumineuses Des graines nutritives pour un avenir durable".13-22,36-37,51-52,196.

**FAOSTAT. (2015).** *Faostat Database*. Rome: Economic and Social Development Department.

**FASANO A., CATASSI C. (2001).** Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum. *Gastroenterology*, **120**: 636-651.

**FIANKO, J.R; DONKOR, A; LOWOR, S.T; YEBOAH, P.O; GLOVER, E.T; ADOM T., FAANU, A. (2011).** Health risk associated with pesticide contamination of fish from the densu river basin in Ghana. *Journal of Environmental Protection*, 2(2), P115-123.

**FLIGHT I., CLIFTON P. (2006).** Cereal grains and legumes in the prevention of coronary heart disease and stroke: a review of the literature. *Eur J Clin Nutr* 60, 1145–1159.

**FOLTETE A.S.( 2010).** Effet génotoxiques et systèmes de détoxification chez *Vicia faba* L (fabaceae) dans le carde des sols pollués. These d'octorat. Université de paul Verlaines- Meets. 245p.

**FONTVIEILLE A.M., RIZKALLA S.W., PENFORNIS A., ACOSTA M., BORNET F.R., SLAMA G. (1992).** The use of low glycaemic index foods improves metabolic control of diabetic patients over five weeks. *Diabet Med* 9, 444–450.

**FREDOT, E. (2006).** Connaissance des aliments : Bases alimentaires et nutritionnels de la diététique. Techniques et documentation. *Lavoisier* .Paris.

## Références bibliographies

---

### G

**GALLOIS P, VALLEE J-P, LE NOC Y. (2006).** L'observance des prescriptions médicales: quels sont les facteurs en cause? Comment l'améliorer? *Médecine*; 2(9):402-6.

**GEIL, P.B., ANDERSON, J.W. (1994).** Nutrition and health implications of dry beans: a review. *J Am Coll Nutr*, 13, 549-58.

**GERSTEIN H.C., MILLER M.E., BYINGTON R.P., GOFF D.C. JR, BIGGER J.T., BUSE J.B., CUSHMAN W.C., GENUTHS., ISMAIL-BEIGI F., GRIMM R.H.JR, PROBSTFIELD J.L., SIMONS-MORTON D.G., FRIEDEWALD W.T. (2008).** Effets of intensive glucose lowering in type 2 diabetes. *N Engl J Med* 358, 2545–2559.

**GODON . (1996).** Protéines végétales ,2ème édition .Technique et documentation. Lavoisier. Paris. Pp : 81,84, 367,408.

**GORDON, B. (2002).** “Proteines végétales“.Ed.Tech et Doc.,Lavoisier, Paris, 150-200.

**GORDON M.M., (2004).** Haricots secs: Situation, prospective et agroalimentaire.

**GOYOAGA C, BURBANO C, CUADRADO C, ROMERO R., GUILLAMO'N E, VARELA A, GROFF JL, GROPPER SS. (1999).** Dietary fiber. Advanced nutrition and human metabolism: Wadsworth Publishing; 3rd ed., 106-18.

**GROFF JL, GROPPER SS. (1999).** Dietary fiber. Advanced nutrition and human metabolism: Wadsworth Publishing; 3rd ed., 106-18.

**GROSJEAN F., (1985).** Combining pea for animal feed. In the pea crop. Hebblethwaite P.D., Heath M.C., Dawkins T.C.K., Eds., Butterworths. 453-462.

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

**GUENTHER P.M., DODD K.W., REEDY J., KREBS-SMITH S.M. (2006).** Most Americans Eat Much Less than Recommended Amounts of Fruits and Vegetables. *J Am Diet Assoc* 106, 1371–1379.

**GUÈYE M.T., SECK D., WATHELET J-P., LOGNAY G. ( 2011).** Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 15(1), 183-194.

## Références bibliographies

---

### H

**HA V., SIEVENPIPER J.L., DE SOUZA R.J., JAYALATH V.H., MIRRAHIMI A., AGARWAL A., CHIAVAROLI L., MEJIA S.B., SACKS F.M., DI BUONO M., BERNSTEIN A.M., LEITER L.A., KRIS-ETHERTON P.M., VUKSAN V., BAZINET R.P., JOSSE R.G., BEYENE J., KENDALL C.W., JENKINS D.J. (2014).** Effect of dietary pulse intake on established therapeutic lipid targets for cardiovascular risk reduction: a systematic review and metaanalysis of randomized controlled trials. *CMAJ* 186, E252-62.

**HAMADACHE A., (2003).** La féverole. Institut. Technique. Gr. Cult (T.T.G.C), 13p.

**HAMADACHE, A., BOULAFI, H., AKNINE, M. (1997).** Mise en évidence de la période de sensibilité maximale du pois chiche d'hiver envers les mauvaises herbes annuelles dans la zone littorale. *Céraliculture*. 31, 25 – 28.

**HAMDI, L., SADOUK, G. (2018).** Effet insecticide de l'huile essentielle du pistachier lentisque *Pistacia lentiscus* sur la longévité des adultes mâles et femelles diapausants de la bruche de la fève *Bruchus rufimanus* BOH (Coléoptera, Bruchidae). mémoire de fin d'étude master II, Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. Faculté Des Sciences Biologiques et Des Sciences Agronomiques. Département Des Sciences Biologiques.

**HERZOG H. (1984).** Relation of source and sink during grain filling period in wheat and some aspects of its regulation. *Physiol. Plant.*, 56, p. 155-160.

**HUBERT J. (2006).** Caractérisation biochimique et propriétés biologiques des micronutriments du germe de soja - Etude des voies de sa valorisation en nutrition et santé humaines. THESE présentée pour obtenir le titre de docteur de l'institut national polytechnique de Toulouse. P: 43.

**HUIGNARD J., GLITHO I. MONGE J. ET REGNAULT-ROGER. (2011).** Insectes Ravageurs des graines de légumineuses. Biologie des Bruchidea et lutte raisonnée en Afrique. Edition Qua.France.147p. Maroc. Réhabilitation of *fababean* Ed actes.pp.179-184.

### I

**ILBOUDO Z. (2009).** Activité Biologique de quatre huiles essentielles contre *Callosobruchus maculatus* Fab. (Coleoptera : Bruchidae), insecte ravageur des stocks de niébé

## Références bibliographies

---

au Burkina Faso. Thèse de doctorat En Science Biologie appliquée. Université d'Ouagadougou. 150p.

**INGE DE GROOT. (1996-2004).** Protection des céréales et des légumineuses stockent, c'est unAgrodok (livre) première édition : 1996 deuxièmes éditions : 2004 conception : janneke reijnders traduction : Evelyne Codazzi ISBN, p 13, (32- 49).

**ISO 721-(1979).** Provides representation of 7-bit coded character set on punched tape 25,4 mm (1 in) in width. Applicable in conjunction with ISO 646, 1154, 17.

### J

**JANATUINEN E.K., KEMPPAINEN T.A., JULKUNEN R.J.K., KOSMA V.M. (2002).**

No harm from five year ingestion of oats in coeliac disease. *Gut*, **50**: 332-335.

**JANG Y, LEE JH, KIM OY, PARK HY, LEE SY. (2001).** Consumption of whole grain and légume powder reduces insulin demand, lipid peroxidation, and plasma homocysteine concentrations in patients with coronary artery disease: randomized controlled clinical trial. *Arterioscler Thromb Vase Biol.* 21: 2065-71.

**JAYALATH V.H., DE SOUZA R.J., SIEVENPIPER J.L., HA V., CHIAVAROLI L., MIRRAHIMI A., DI BUONO M.,BERNSTEIN A.M., LEITER L.A., KRIS- ETHEERTON P.M., VUKSAN V., BEYENE J., KENDALL C.W., JENKINS D.J.(2014).**

Effect of dietary pulses on blood pressure: a systematic review and meta-analysis of controlled feeding trials. *Am J Hypertens* 27, 56–64.

**JENKINS D.J., WONG G.S., PATTEN R., BIRD J., HALL M., BUCKLEY G.C., MCGUIRE V., REICHERT R., LITTLE J.A. (1983).** Légumineuse seeds in the dietary management of hyperlipidemia. *Am J Clin Nutr* 38, 567–573.

**JOHNSON SK, THOMAS SJ, HALL RS. (2005).** Palatability and glucose, insulin and satiety responses of chickpea flour and extruded chickpea flour bread eaten as part of a breakfast. *Eur J Clin Nutr.* 59: 169-76.

## Références bibliographies

---

**JULIANO, B. O. (1994).** Le riz dans la nutrition humaine. Collection FAO : Alimentation et nutrition N° 26, IRRI (Institut International de Recherche sur le Riz), FAO, Rome : 180 p.

### K

**KABAGAMBE EK, BAYLIN A SILES X, CAMPOS H, RUIZ-NARVAREZ E. (2005).** Decreased consumption of dried mature beans is positively associated with urbanization and nonfatal acute myocardial infarction. *J Nutr.* 135: 1770-5.

**KALOGEROPOULOS, N., CHIOU, A., IOANNOU, M., KARATHANOS, V.T., HASSAPIDOU, M., NIKOLAOS,K., ET AL. (2010).** Nutritional evaluation and bioactive microconstituents (phytosterols, tocopherols, polyphenols, triterpenic acids) in cooked dry legumes usually consumed in the Mediterranean countries. *Food Chem, 121,* 682-90.

**KARAHACANE T.( 2015).** Activité insecticide des extraits de quelques plantes cultivées et spontanées sur les insectes du blé en post récolte. Thèse. Doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, El Harrach, 136.

**KARLSTROM B, VESSBY B, ASP NG, BOBERG M, LITHELL H, BERNE C. (1987).** Effects of leguminous seeds in a mixed diet in non-insuline diabetic patients. *Diabetes Res.* 5: 199-205.

**KAUR N, GUPTA AK. (2002).** Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. *J Biosci.* 27: 703-14.

**KOLEV N.( 1976).** Cultures maraichères en Algérie.(I) FAO, p. 178-186.

**KUMAR R.(1991).**La lutte contre les insectes ravageurs. 305p.

**KUSHI L.H., MEYER K.A., JACOBS D.R. (1999).** Cereals, legumes, and chronic disease risk reduction: evidence from epidemiologic studies. *Am J Clin Nutr* 70, 451S–458.

### L

**LALE N.E.S. ET VIDAL S.( 2003) .** Simulation studies on the effects of solar heat on egg-laying, development and survival of *Callosobruchus maculatus* (F.) and *Callosobruchus subinnotatus* (Pic) in stored bambara groundnut *Vigna subterranea* (L.) Verdcourt. *J. Stored Prod. Res.* 39, 447-458.

## Références bibliographies

---

**LAMBONI, Y; HELL, K. (2009).** Propagation of mycotoxigenic fungi in maize stores by post-harvest insects. *International Journal of Tropical Insect Science*, 29 (1), 31-39.

**LEEDS AR. (2002).** Glycémie index and heart disease. *Am J Clin Nutr.* 76: 286S-9S.

**LEPESME. (1944).** Sur l'éclosion et le comportement de la larve néonate chez *Acanthoscelidaeobtectus*. Say. *BULL. SOC. ENT. France* 47, 339 p.

**LEY S.H., HAMDY O., MOHAN V., HU F.B. (2014).** Prevention and management of type 2 diabetes: dietary components and nutritional strategies. *Lancet* 383, 1999–2007.

**LI S.S., KENDALL C.W., DE SOUZA R.J., JAYALATH V.H., COZMA A.I., HA V., MIRRAHIMI A., CHIAVAROLI L., AUGUSTIN L.S., BLANCO MEJIA S., LEITER L.A., BEYENE J., JENKINS D.J., SIEVENPIPER J.L. (2014).** Dietary pulses, satiety, and food intake: a systematic review and meta-analysis of acute feeding trials. *Obesity* 22, 1773–1780.

**LOUISOT, P. (1997).** Les protéines, Tome 2 : Caractéristiques des différentes sources de protéines alimentaires. Dossier scientifique de l'IFN. N° 9 bis. lutte chimique .Thèse de Magister .Ins.Agr.EL-Harrache.96p.

## M

**M.A. (1998).** (Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement).

**M.A.D.R. (2015).** Ministère de l'agriculture et du développement rural. Direction des zones arides et semi-aride ; Services statistiques agricoles.

**MAATOUGUI, M. E. H. (1996).** Situation de la culture des fèves en Algérie et principales contraintes. *Céréaliculture, numéro spécial Fève* : 6-15.

**MAATOUGUI, M. E. H. (1997).** Situation de la culture des fèves en Algérie et principales contraintes. *Céréaliculture, numéro spécial Fève* : 6-15.

**MARLETT JA, MCBURNEY MI, SLAVIN JL. (2002).** Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. *J Am Diet Assoc.* 2002; 102: 993-1000.

**MARQUARD RR, MCKIRDY JA, WARD T, CAMPBELL LD. (1975).** Amino acid, hémagglutinine and trypsin inhibitor levels, and proximate analyses of Faba bean fractions. *Can J Anim Sci* 55, 421-429.

## Références bibliographies

---

**MATUCHANSKY C., ROUSSEAU S., MORIN M.C. (2004).** Maladie coeliaque de l'adulte : actualités du régime sans gluten. *Cahiers de Nutrition et de Diététique*, 39: 311-317.

**MCCRORY M.A., HAMAKER B.R., LOVEJOY J.C., EICHELSDOERFER P.E. (2010).** Pulse consumption, satiety, and weight management. *Adv Nutr* 1:17–30.

**MEDJDOUB-BENSAAD F. (2007).** Etude bioécologique du bruche de la fève *Bruchus rufimanus* (BOH) (1833) (Coleoptera : Bruchidae). Cycle biologique et diapause reproductrice.

**MEDJDOUB-BENSAAD F., KHELIL M.A. ET HUIGNARD J. (2007).** Bioecology of broad bean Bruchid *Bruchus rufimanus* Boh. (Coleoptera: Bruchidae) in a region of Kabylia. Algeria. *A.J.A.R.* 2 (9): 412-417.

**MELAKHESSOU Z. (2007).** Étude de la nuisibilité directe des adventices sur la culture de pois-chiche d'hiver (*cicer arietinum L.*) variété ILC 3279, cas Sinapis arvensis. Université El Hadj Lakhdar- Batna. Faculté des sciences ; Département d'Agronomie. Mémoire de Magister en sciences agronomiques.

**MESSINA MJ. (1999).** Legumes and soybeans: overview of their nutritional profiles and health effects. *Am J Clin Nutr.* 70: 439S-50S.

**MOHTADJ., LAMBALLAIS, C. (1989).** Valeur nutritionnelle des plantes potagères. In *Les aliments*. Ed: Maloine. pp 154-181.

**MOMAR ET AL. (2011).** Lutte contre les ravageurs des stocks de céréales et de légumineuses au Sénégal et en Afrique occidentale : synthèse bibliographique, *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.*

**MORALE, S. (2011).** étude phytochimique et évaluation biologique de derris ferruginea benth, (*Fabaceae*) université d'Angers. Pp 25-27.

**MUEHLBAUER, F.J., AND TULLU, A., (1998).** *Cicer arietinum L.* In: J. Janick and J.E. Simon (eds.), *New crops*. Wiley, New York.

## N

**NAFTI, Y. (2001).** Cours de 3<sup>ème</sup> année biologie , option .C.Q.A. Université de Djelfa. Edition Biohay.

**NDIFE J., ABDULRAHEEM L., ZAKARI U.(2011).** Evaluation of the nutritional and sensory quality of functional breads produced from whole wheat and soya bean flour blends. *African journal of food science*, 5(8), 466-472p.

## Références bibliographies

---

**NESPOLO, M. (2014).** Les légumineuses, nos vrais amies pour la vie. Florian Kaplar. Pp20.

**NESTEL P, CEHUN M, CHRONOPOULOS A. (2004).** Effects of long-term consumption and single meals of chickpeas on plasma glucose, insulin, and triacylglycérol concentrations. *Am J Clin Nutr.* 79:390-5.

**NILSEN SE, WOLSKI K. (2007).** Effect of rosiglitazone on the risk of myocardial infraction and death from cardiovascular causes. *N Engl J Med* 356, 2457–2471.

nutrition N° 26, IRRI (Institut International de Recherche sur le Riz), FAO, Rome :180 p.

### O

**OOSTHUIZEN W., SCHOLTZ C.S., VORSTER H.H., JERLING J.C., VERMAAK W.J.H. (2005).** Extruded dry beans and serum lipoprotéines and plasma haemostatic factors in hyperlipidaemic men. *Eur J Clin Nutr* 54, 373–379.

**OTTEN JJ, HELLWIG JP, MEYERS LD. (2006).** Les apports nutritionnels de référence: Le guide essentiel des besoins en nutriments.

### P

**PAPANIKOLAOU Y., FULGONI V.L. (2008).** Bean consumption is associated with greater nutrient intake, reduced systolic blood pressure, lower body weight, and a smaller waist circumference in adults:results from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999–2002. *J Am Coll. Nutr* 27,569–576.

**PEYRAUD ,J.L., LE-GALL, A., LUSCHER, A. (2009).** Potential food production from forage legume based-systems in Europe: an overviews. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 48, 115-135.

**POLHILL, R. M., AND P. H. RAVEN (EDS.). (1981).** Advances in legume systematics, parts 1 and 2. Royal Botanic Gardens, Kew, UK.  
pomace powder and germinated chickpea flour on the quality characteristics of biscuits. ” *International Food Research Journal*, (21), 217–222.

**PRETTY J, HINE R. (2005).** Pesticide use and the environment in *the pesticide detox - Towards a More Sustainable Agriculture*. EARTHSCAN: London, Sterling, VA; 293 p.

## Références bibliographies

---

### R

- RACHWA-ROSIK, D., NEBESNY, E ET BUDRYN, G. (2015).** "Chickpeas-composition, nutritional value, health benefits, application to bread and snacks: a review." *Critical Review in Food Science and Nutrition*, 55(8), 1137-45.
- RAJENDRAN, S. (2002).** Postharvest pest losses. *Encyclopedia of Pest Management* (Print), 654–656.
- RAJESH, P. N. (2001).** Chickpea genomics: BAC library construction, Resistance gene analog (RGA) mapping and tagging double-podded trait. A thesis submitted to the University of Pune for the Degree of doctor of philosophy. Plant Molecular Biology Division of Biochemical Sciences National Chemical Laboratory Pune 411 008 (India). 144p.
- RAMDATH D., RENWICK S., DUNCAN A.M. (2016).** The Role of Pulses in the Dietary Management of Diabetes. *Can J Diabetes* 40, 355-63.
- REYNOLDS K., CHIN A., LEES K.A., NGUYEN A., BUJNOWSKI D., HE J. (2006).** A Meta-Analysis of the Effect of Soy Protein Supplementation on Serum Lipids 98, 633–640.
- RIBA G. SILVY C. (1992).** Combattre les ravageurs des cultures. Ed INRA. Paris.230p
- RIZKALLA SW, BELLISLE F. (2002).** Slama G Health benefits of low glycaemic index foods, such as pulses, in diabetic patients and healthy individuals. *Br J Nutr.* 88 Suppl 3: S255-62.
- RODGER. (1975).** The évolution of oviposition tacte in the bean weevil *Callosobruchus maculatus*. Pp 696-702
- ROUDAUT, H ET LEFRANCQ, E. (2005).** “Les légumes et fruits ”.In: Alimentation theorique. Ed:Amazon, 149-151.

### S

- SADOU MK. (1998).** Mesure de l'intensité d'infestation de la fève par *Bruchus rufimanus* BOH (coleopterae : bruchidae) dans la station expérimentation (oued smar) une stratégie de lutte chimique .Thèse de Magister .Ins.Agr.EL-Harrache.96p.
- SANJEEWA W. T., WANASUNDARA J. P., PIETRASIK Z., SHAND P. J. (2010).** Characterization of chickpea ( *cicer arietinum* L.) flours and application in low-fat pork bologna as a model system.” *Food research international*, 43(2), 617-626p.

## Références bibliographies

---

**SCHMITZ J. (2007).** Le régime sans gluten chez l'enfant. *Journal de pédiatrie et de puériculture*, **20**: 337-344

**SCHUSTER, CL ET SMEDA, R.J. ( 2007).** Management of *Amaranthus rudis* S. in glyphosate resistant corn (*Zea mays* L) and soybean (*Glycine max* L. Merr.). *Crop Prot*, **26**, 1436-1443.

**SEEWI G, GNAUCK G, STUTE R, CHANTELAU E.(1999).** Effects on parameters of glucose homeostasis in healthy humans from ingestion of leguminous versus maize starches. *Eur J Nutr*. **38**: 183-9.

**SERPEILLE A.( 1991).** La Bruche du haricot .un combat facile, buletin. F.N.M.S. N°116,pp 32-54.

**SIEVENPIPER J.L., KENDALL C.W., ESFAHANI A., WONG J.M., CARLETON A.J., JIANG H.Y., BAZINET R.P., VIDGEN E., JENKINS D.J. (2009).** Effect of non-oil-seed pulses on glycaemic control: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled experimental trials in people with and without diabetes . *Diabetologia*. **52**, 1479-1495.

**SOUCI S. W ET AL. (1986).** La comparaison des aliments tableaux des valeurs nutritive. 5 ème édition. Germany. Medpharm.

**SOUCI S. W ET AL., (1994).** La comparaison des aliments tableaux des valeurs nutritive. 5 éme édition. Germany. Medpharm. 1994.

**SOUCI, A., FACHMANN, T., KRAUT, P. (2008).** La composition des aliments. Tableaux des valeurs nutritives. 7ème édition. MedPharm, Taylor and Francis.

### T

**TANUSI S, KAWAMURA S, KASAIT T. (1972).** Methods of determining carbohydrates in mature legume seeds. *J Soc Food Nutr* **25**, 38-41.

**TAUPIN 1985, BERN .ET DARDY. (1987).** Les ravageurs de la féverole phytoma Def. cult. pp 43-45.

**THIBAUT J.F., CREPEAU M.J., QUEMENER B. (1989).** Composition glucidique des graines de colza et de tournesol. *Sci. Alim.*, **9**, (2): 402 – 412.

### V

## Références bibliographies

---

**VAN DER MAESEN L.J.G. (1987).** Origin, history and taxonomy of chickpea. *In: The chickpea* (Eds.: M.C. Saxena and K.B. Singh). CAB International, London, UK. **VENN BJ, MANN JI. (2004).** Cereal grains, legumes and diabetes. *Eur J Clin Nutr.* 58: 1443-61.

**VENN B.J., PERRY T., GREEN T.J., SKEAFF C.M., AITKEN W., MOORE N.J., MANN J.I., WALLACE A.J., MONRO J., BRADSHAW A., BROWN R.C., SKIDMORE P.M., DOEL K., O'BRIEN K., FRAMPTON C., WILLIAMS S. (2010).**

The effect of increasing consumption of pulses and wholegrains in obese people: a randomized controlled trial. *Am Coll. Nutr* 29, 365–372.

**VIERLING E. (2008).** Aliments et boissons : filières et produits. 3ème édition. Centre régional de documentation pédagogique d'Aquitaine. France. Pp: 149-158.

### W

**WAINGO, A ; YAMKOULGA, M ; DABIR-BINSO C.L., BA M.N., SANON A., 2013 :** Conservation post-récolte des céréales en zone sud-saoudienne du Burkina Faso : Perception paysanne et évaluation des stocks, P1157-1167.

**WAJCIECHOWSKI, M, LAVIN M., AND SANDERSON, M. (2004).** Aphytogeny of legumes Leguminosa based on analysis of the plastid mat k gene resolves many well supported subclades with MLXMM§§C§MC gn, the family .Am I . pp.1846 1862.

**WALRAND, S., REMOND, D. (2017).** Les graines de légumineuses: caractéristiques nutritionnelles et effets sur la santé. *Innovations Agronomiques, INRAE, 60,* 10.15454/1.5138524482202214E12. hal-01685940.

### Y

**YADAV S. S., REDDEN R. , CHEN W. AND SHARMA B. (2007).** Chickpea breeding and management. Cambridge library of Congress. (Livre).

**YOUNG VR, PELLETT PL. (1994).** Plant proteins in relation to human protein and amino acid nutrition. *Am J Clin Nutr.* 59(suppl): 1203S.

**YUSUF S., HAWKEN S., OUNPUU S., DANS T., AVEZUM A., LANAS F., MCQUEEN M., BUDAJ A., PAIS P., VARIGOS J., LISHENG L. (2004).** Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study. *The Lancet* 364, 937–952.

### Z

**ZAHOU K., SLAVIN M., LUTTERODT H., WHENT M., YU L. (2013).** Cereals and legumes: biochemistry of foods. Elsevier, 46p.

## الملخص

يمكن أن تؤدي إجراءات الآفات الحشرية للبقوليات إلى القضاء تمامًا على مخزون الغذاء والبذور في غضون بضعة أشهر فقط إذا لم يتم تطبيق الحماية. كما أثرت هذه الحشرة أثناء التخزين على نقص القيمة الغذائية لهذه البذور ، وحدث بعض التغيير على البذور متمثلة في اللون والشكل مع ظهور الثقوب وهناك تلف المحصول.

لتوفير الحلول ، يلجأ المنتجون في أغلب الأحيان إلى مبيدات الآفات الاصطناعية. تشكل مقاومة الحشرات والتسمم والتلوث المرتبط باستخدام المبيدات مشاكل بيئية وصحية عامة خطيرة. وهكذا ، في السنوات الأخيرة ، تم القيام بالكثير من العمل لاقتراح طرق بديلة للحماية غير مكلفة وتحترم البيئة.

يجب تطوير مبيدات حشرية طبيعية لتقليل استخدام المبيدات الحشرية الكيميائية وحماية البيئة. أصبح البحث عن طرق بديلة لحماية المواد الغذائية الآن بديلاً واعدًا يتمثل في المواد الفعالة بيولوجيًا المكونة من الزيوت الأساسية.

الكلمات المفتاحية: البقوليات ، التخزين ، القيمة الغذائية ، الآفات الحشرية ، المبيدات الكيماوية.

## Résumé

L'action des insectes nuisibles déprédateurs de légumineuses peut anéantir complètement, en quelques mois seulement, des stocks destinés aux vivres et aux semences si aucune protection n'est appliquée. Ces insectes nuisibles des stocks affectent également la qualité de la valeur nutritionnelle de ces graines et donc de la valeur marchande.

Pour y apporter des solutions, les producteurs ont recours le plus souvent aux pesticides de synthèse. La résistance des insectes, les intoxications et les pollutions liées à l'utilisation des pesticides constituent de sérieux problèmes environnementaux et de santé publique. C'est ainsi que ces dernières années, de nombreux travaux ont été menés pour proposer des méthodes alternatives de protection, peu coûteuses et qui respectent l'environnement.

Les insecticides naturels méritent d'être valorisés afin de réduire l'utilisation des insecticides chimiques et protéger l'environnement. La recherche des méthodes alternatives de protection des denrées alimentaires est aujourd'hui une alternative prometteuse représentée par les substances biologiquement actives composées d'huiles essentielles.

**Mots clés:** légumineuses, stockage, valeur nutritionnelles, insectes nuisibles, insecticides chimiques.

## Abstract

The actions of insect pests of legumes can completely wipe out food and seed stocks in just a few months if no protection is applied. And these insect during storage also affected the lack of nutritional value of these seeds, and there for some change occurred on the seeds, represented in color and shape with the appearance of holes and there for damage to the crop.

To provide solutions, producers most often resort to synthetic pesticides. Insect resistance, poisoning and pollution linked to the use of pesticides constitute serious environmental and public health problems. Thus, in recent years, much work has been carried out to propose alternative methods of protection that are inexpensive and respect the environment.

Natural insecticide eserve to be developed in order to reduce the use of chemical insecticides and protect the environment. The search for alternative methods of protecting foodstuffs is now a promising alternative represented by biologically active substances composed of essential oils.

**Key words:** legumes, Storage, nutritional value, insect pests, chemical insecticides.