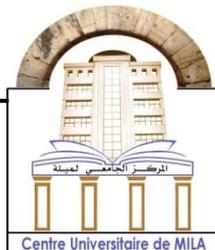


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de L'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



N°Ref :

Centre Universitaire Abdelhafid BOUSSOUF- Mila

Institut des Sciences et de la Technologie

Département des Sciences de la Nature et de la Vie

**Mémoire préparé en vue de l'obtention du diplôme de
Master**

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

Thème :

Etude comparative de la composition biochimique de deux légumineuses

Présenté par :

- Achouri Amel
- Seraoui Ouahiba
- Boumana Hamida Sabrina

Devant le jury :

Président

Z. Benmekhlouf

M.C.B. Centre Universitaire de Mila.

Examineur

S. Amari

M.A.A. Centre Universitaire de Mila.

Promoteur

R. Kellab

M.A.A. Centre Universitaire de Mila.

Année Universitaire : 2021/2022



REMERCIEMENT

Nous exprimons d'abord nos profonds remerciements et nos vives reconnaissances à **Monsieur Kellab Rabeh**. Maître de conférences à l'Université Abdelhafid Boussouf de Mila pour avoir accepté de diriger et de réaliser ce travail. Nous vous remercions pour votre confiance, votre soutien et votre disponibilité. Vos qualités morales, intellectuelles et surtout votre intérêt pour la science forcent le respect et l'admiration.

Nous exprimons également nos vifs remerciements à **Madame Benmakhlouf Zoubida**. Professeur à l'Université Abdelhafid Boussouf de Mila d'avoir accepté d'assurer la présidence du jury de notre mémoire. Votre simplicité et votre modestie sont à la dimension de votre envergure scientifique.

Nous tenons à exprimer notre vive reconnaissance à **Madame Amari Salima**. Maître de conférences à l'Université Abdelhafid Boussouf de Mila pour avoir accepté de juger ce travail et nous honorer de sa présence.

Nous tenons également à exprimer notre reconnaissance à ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail.



Dédicace

*Avant toutes choses, je remercie ALLAH, le tout puissant, pour m'avoir donné
la force et la patience pour réaliser ce travail.*

*Je dédie ce mémoire à : A mes très chers parents, que j'admire, qui m'ont toujours
aidé dans ma vie et qui n'ont cessé de m'encourager et de me soutenir tout au long
de mes études.*

À mes chères sœurs DANIA, AMINA, NASSIMA et son mari MOKDAD

À mes chères frères FARES, FOUAD, MOUSTAFA

A mes chers Chères petits LODJIAN, ILINE, DJOUD

À toute la famille ACHOURI, MEDJDOUB

*À toutes mes amies qui m'ont toujours encouragée et à qui je souhaite plus de
succès :*

MENEL, RIMA, OUAHIBA

À tous ceux qui me sont chers

À tous ceux qui m'aiment

À tous ceux que j'aime.

A MAL

إهداء

قد تتلعثم ألسنتنا أمام أولئك الذين مدوا يد المساعدة من قريب أو من بعيد وبنسوا ذواتنا وجهودها أمام زخم الحياة و لعلمي ولأول مرة أريد أن أمنح هذا العمل لنفسي التي قاومت واجتهدت حتى أتمت الدراسة بكفاح أقل ما يقال عنه ماراطونيا .. شكرا لك وعلى كفاحك الذي طالما كنته خلال هذين السنتين خاصة بطريقة لم أعهد لك بها . أتعبتك كثيرا وأرهقتك أكثر فشكرا لأنك لازلت تقاوميني وتصارعين قراراتي ونزواتي . محبتي لك بدون حدود .

وهيئة



Dédicace

*Je dédie ce modeste travail en signe de respect, de reconnaissance et de gratitude :
À mes très chers parents, que j'admire, qui m'ont toujours aidé dans ma vie et qui
n'ont cessé de m'encourager et de me soutenir tout au long
de mes études.*

*Vous m'avez appris la rigueur, la ténacité et surtout l'humilité. Puisse ce travail
témoigner de ma reconnaissance à cette éducation. Papa Maman, que ce travail
témoigne ma fierté de reprendre le flambeau.*

*Que ALLAH vous garde et vous
Protège.*

À Mon cher mari

À mes chers enfants Ouasim, Amir

À tous ceux qui me sont chers

À tous ceux qui m'aiment

À tous ceux que j'aime.

SABRINA

Résumé :

Cette étude théorique est menée sur la valeur nutritionnelle de deux légumineuses à savoir l'haricot blanc et la féverole fortement consommées par l'homme et les animaux. A cet effet, il faut mentionner qu'en alimentation animale, en particulier, la féverole, s'avère un véritable concurrent, sur le plan richesse en protéines et en électrolytes, économique...., afin de la substituer aux soja, colza et maïs...importés, donc économie de devises.

Les graines des légumineuses se caractérisent par de fortes densités énergétique et nutritionnelle car ils sont riches en fibres, en protéines, en hydrates de carbone, en vitamines du groupe B, en fer, en cuivre, en magnésium, en manganèse, en zinc et en phosphore. Cependant, en plus de la couverture en besoins nutritionnels, les légumes secs, présentent de forts atouts pour la santé aussi humaine qu'animale. Ainsi, il faut surtout se baser sur leur faible index glycémique, raison pour laquelle ils sont conseillés dans la prévention et même à long terme en tant que curatifs du diabète de type 2. En effet, de nombreuses études ont montré que l'ingestion de légumes secs atténue la réponse glycémique postprandiale, et que leur consommation régulière permet d'améliorer le contrôle glycémique chez les diabétiques. Cependant, l'effet positif sur l'hypocholestérolémie des fibres solubles des graines de légumineuses est montré grâce à de multiples résultats de recherches, sans oublier que leur consommation régulière peut participer à la prévention des risques cardio-vasculaires. Enfin, leur consommation peut apporter un bien pour l'entretien du poids corporel et la prévention de l'obésité mais aussi, leur incorporation dans un régime alimentaire, sans restriction calorique, entraîne une légère perte de poids mais significative.

Mots-clés: Graines, légumineuses, alimentation, diabète, hypocholestérolémie.

Abstract:

This theoretical study is carried out on the nutritional value of two legumes, namely white beans and faba beans, which are heavily consumed by both humans and animals. For this reason, it should be mentioned that in animal feed, particularly, faba bean has proven to be a real competitor, in terms of richness in proteins and electrolytes, economic... so as to substitute it for soybeans, rapeseed but imported, so currency savings.

The seeds of legumes are rich in fiber, protein, carbohydrates, group B vitamins, iron, copper, magnesium, manganese, zinc, and phosphorus, that is why they are characterised by high energy and nutritional densities. However, in addition to covering nutritional needs, pulses have benefits for both human and animal health.

So, above all, it is important to rely on their low glycemic index, for that reason they are recommended in the prevention and even in the long term as cure for type 02 diabetes.

Indeed, many studies have shown that the ingestion of pulses reduces the postprandial glycemic response, and that their regular consumption helps improve glysemic control in diabetics. However, the positive effect on hypercholesterolemia of the soluble fibers of leguminous seeds has been shown thanks to various research results, without forgetting that their regular consumption can participate in the prevention of cardiovascular risks.

In conclusion, their consumption can give the best for the maintenance of body weight and the prevention of obesity but also, their incorporation into a diet, without caloric restriction leads to a slight but significant weight loss.

Keywords: Seeds, Legumes, Diet, Diabetes, Hypercholesterolemia.

ملخص:

لقد تم إجراء الدراسة النظرية على القيمة الغذائية لنوعين من البقوليات : الفاصولياء البيضاء والفاصولياء البنية لأن هذين المادتين يستهلكهما الإنسان والحيوان بكثرة.

وتجدر الإشارة على أن العلف الحيواني يعتمد على الفول كونه منافسا حقيقيا من حيث المحتوى البروتيني ولتميز بذور البقوليات بالطاقة العالية والكثافة الغذائية الكبيرة فغناها بالألياف والبروتينات وكذا الكربوهيدرات وفيتامينات كالمجموعة ب والنحاس والحديد و المغنيزيوم و المنغنيز والزنك وكذا الفسفور. جعلها تتمتع بفوائد كثيرة وجبارة تغطي معظم الإحتياجات الغذائية لصحة الإنسان والحيوان.

ولهذا فإن تغطية الإحتياجات الغذائية للبقول تعتمد بالضرورة على مؤشر نسبة السكر في الدم المنخفض الذي يسبب التوصية به لأجل الوقاية والعلاج على المدى الطويل لمرض السكري نوع 2، وقد أظهرت العديد من الدراسات أن تناول البقول يقلل من استجابة السكر في الدم بعد الأكل وأن الاستهلاك المنتظم يحسن من التحكم في نسبته عند هؤلاء المرضى فالنظام الغذائي هو المؤشر على رفع نسبته أو خفضها.

وتذكر بعض البحوث المتعددة لبذور البقوليات التأثير الإيجابي على نقص الكلسترول بالدم والألياف القابلة للذوبان ، دون أن ننسى أن الاستهلاك المنتظم لها يساهم في الوقاية من مخاطر القلب والأوعية الدموية. أخيرا، أن توفير استهلاك البقوليات بطريقة جيدة يحافظ على وزن الجسم ويقيه من السمنة والعكس صحيح .

الكلمات المفتاحية: البذور، البقوليات، النظام الغذائي، داء السكري، نقص الكلسترول في الدم.

Liste des Abréviations

ALC : Amérique latine Caraïbes

C° : degré Celsius

FAO : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

g : gramme

g/j : gramme par jour

g/kg : gramme par kilogramme

G6PD : glucose-6-phosphate déshydrogénase

H : heure

ha : hectare

HbA1c : hémoglobine glyquée

IG : Index glycémique

IMC : indice de masse corporelle.

INRA : Institut National des Recherches agronomiques

K joules : kilojoules

kcal : Kilocalories

LDL : lipoprotéine de basse densité

MAT : matière azoté totale

MCV : maladies cardiovasculaires

mg/l : Milligramme sur litre

mg: milligramme

mille ha : millions de quintaux

ml : milli litre

Mm : matière minérale

MS : matière sèche

OMS : organisation mondiale de la santé

ONU : organisation des nations unies

p100 : poids de 100graines

PMG : poids moyen des grains

qx/ha : quintaux métriques par hectare

RDC : République démocratique du Congo

UFV : unité fourragère viande

µg : microgramme

% : pourcentage

Liste des figures

N^o	Titre	page
1	Images représentatives des différentes formes et couleurs des graines	5
2	Fleurs et feuilles (a), gosses vertes (b) et graines (c) de la féverole	13
3	Cycle de développement de <i>Vicia faba</i>	17
4	plante et graine de l'haricot	19
5	Stades de développement du haricot (<i>Phaseolus vulgaris</i> L)	23

Liste des tableaux

N°	Titre	page
I	Composition des légumes secs (pour 100 g de légumes secs crus)	9
II	Teneur en matière azoté totale de la fève de d'hiver et celle du printemps	15
III	valeurs alimentaires de deux légumineuses pour 100 g	28
IV	valeurs minérales et vitamines pour 100g de deux légumineuses	29
V	Facteur antinutritionnel (mg/100g Ms) de grain de haricot commun	31

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction.....2

Chapitre I : Aperçu général sur les légumineuses

I.1. Généralité.....5

I.2. Historique.....5

I.3. Classifications des légumineuses.....6

I.4. Caractères des légumineuses.....7

I.5. Répartition géographique.....7

I.6. Composition des légumineuses.....7

I. 6.1. Plan nutritionnel.....8

I. 6.2.Côté des micronutriments.....8

I. 7. Intérêt agronomique et écologique.....9

I.7.1. Intérêts agronomiques et écologiques.....9

I.7.2. Intérêts nutritionnel et impact sur la santé humaine.....9

I.8. Facteurs antinutritionnels des légumineuses.....10

I.9. Modes de consommation des légumineuses.....10

Chapitre II : spéculations étudiées

II.1. La faverole13

II.1.1. Généralité13

II.1.2.Taxonomie13

II.1.3. Différentes variété de fèverole14

II.1.3.1. La fèverole d’hiver.....14

II.1.3.2. Féverole de printemps.....14

II.1.4. Répartition géographique15

II.1.5. Production de la fèverole15

II.1.5.1. Production mondiale.....	15
II.1.5.2. Production nationale.....	15
II.1.6. Cycle de développement de la féverole.....	16
II.1.7.Utilisation	18
II.1.7. 1. Intérêt alimentaire.....	18
II.1.7.2. Intérêts agronomique.....	18
II.1.7.3. Intérêts économiques.....	18
I.7.4. Intérêt éco-toxicologique.....	18
II.2 l'haricot blanc	19
II.2.1.Généralité	19
II.2.2.Taxonomie	20
II.2.3. Variétés de l'haricot sec.....	20
II.2.4. Répartition géographique	22
II.2.5. Production des haricots secs.....	22
II.2.5.1. Production mondiale.....	22
II.2.5. 2.Production nationale	22
II.2.6. Cycle de développement de l'haricot et féveroles.....	22
II.2.7. Utilisation	24
II.2.7.1 .Intérêt agronomique.....	24
II.2.7.2. Intérêt alimentaire.....	24
II.2.7.3. Intérêt industriel.....	24

Chapitre III : Etude comparative de deux légumineuses (féverole et l' haricote sec)

III.1. Composition biochimique	27
III.1.1.Glucides.....	27
III.1.1.1.Amidon.....	27
III.1.1.2.Cellulose.....	27
III.1.2.Fibres alimentaires	27
III.1.3. Protéines.....	28
II.1.4.Lipides.....	28
III.1.5.Sels minéraux et vitamines... ..	29

III.1.6.Polyphénols.....	30
III.1.7.Facteurs anti-nutritionnelles.....	30
III.2. Caractérisations pharmacologiques	31
III. 2.1. Haricot sec	31
III.2.2. Féverole	34
Conclusion.....	38

Introduction générale

Depuis des décennies, un nombre important de recherches n'ont cessé de mentionner la nécessité d'augmenter la production des légumineuses à graines dans le monde, vu leur richesse en substances nutritives. Ces plantes agricoles ne cessent de mettre en évidence leur importance sur le plan nutritionnel et socio-économique.

Les légumineuses, habituellement appelées «viande du pauvre», sont considérées comme l'une des plus indispensables cultures en raison non seulement de leur qualité nutritive mais aussi, pour leurs avantages agro-environnementaux. Elles constituent, également, une source importante de nutrition humaine vue leur richesse en hydrates de carbones, en vitamines, en éléments minéraux, en matières grasses, en fibres alimentaires et principalement en protéines végétales qui peuvent corriger le déficit en protéines animales.

En Algérie, les deux légumineuses (féverole et haricot blanc) sont parmi les légumes secs les plus cultivées, largement consommées et sont présentes dans tous les plats traditionnels.

La fève est parmi les légumineuses alimentaires les plus cultivées pour l'alimentation humaine, qui représentent une source de protéine importante à la fois, pour l'homme et l'animal, en particulier dans les pays pauvres, où les protéines animales sont chères. La fève (*Vicia faba*), présente, en général, des niveaux de production similaires, et parfois supérieurs, par rapport à ceux du pois protéagineux (*Pisum sativum*) en Europe. En outre la fève est riche en minéraux pour la construction des os et des vitamines essentielles pour être en bonne santé.

Les haricots blancs comme tous les légumes sont parmi les aliments d'origine végétale les plus riches en protéines. De plus, ils sont dépourvus de graisses. Ces deux caractéristiques en font un atout important pour la santé, contribuant à une alimentation équilibrée, et ainsi que des fibres alimentaires et des sels minéraux.

Afin de mettre une limite à la faim de ces légumineuses, nécessaire qu'indispensable. Il faut signaler, qu'il n'existe pas de synthèses quantitatives de données qui mettent en évidence les performances productives (et environnementales) de différentes légumineuses à graines.

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce travail théorique sur la composition biochimique de deux légumineuses exploitant leurs propriétés nutritionnelles et fonctionnelles. A cet effet, elle va porter sur l'haricot blanc et la fève en raison de leur large consommation et de leur présence dans tous les plats traditionnels.

L'objectif de cette étude est scindé en :

- Aperçu général sur les légumineuses
- Spécifications étudiées
- Etude comparative de deux légumineuses (féverole et l' haricote sec) et enfin Conclusion.



Chapitre I
Aperçu général sur les légumineuses

I. 1.Généralité

Depuis, l'antiquité les légumineuses constituent une ration de base de l'alimentation humaine. Elles sont des plantes dicotylédones appartenant à la famille botanique des Fabacées, qui représente la troisième famille de plantes par le nombre d'espèces, après les Astéracées et les Orchidées. (Schneider et al., 2015). En effet, elles constituent l'une des familles les plus abondantes et les plus diversifiées des plantes supérieures avec plus de 650 genres et 18000 espèces (Fig 1). Cette famille comprend des espèces des formes herbacées et arborescentes qui se rencontrent, respectivement, surtout dans les régions tempérées et les régions chaudes (Michel et al., 2005). Elles sont principalement cultivées comme source de protéines pour la consommation humaine ou l'alimentation animale et sont, aussi, une source importante d'huiles végétales et de petits bois de qualité.(Krimi et al., 2021). Les légumineuses alimentaires en Algérie ont toujours occupé, sur le plan de la superficie, le troisième rang après les céréales et les fourrages. Les espèces les plus cultivées sont dans l'ordre : la fève, la fêverole, le pois chiche, le pois sec, les lentilles et l'haricot sec (Madr, 2014).



Figure 1 : Images représentatives des différentes formes et couleurs des graines (Yagmur, 2014).

I.2.Historique

L'origine de l'agriculture date de plus de 10 000 ans; L'alimentation des populations néolithiques reposait principalement sur la culture des céréales et des légumineuses. En Amérique du sud et en Amérique centrale, l'alimentation des civilisations précolombiennes mayas, incas et aztèques était à base de maïs et de haricots secs. En Amérique du Nord, le maïs, les courges et les haricots secs constituaient l'alimentation de base des Amérindiens. Séchées et adéquatement entreposées,

les légumineuses devenaient une sécurité en période de pénurie alimentaire. Elles possédaient aussi l'avantage de se cultiver facilement.

Bien que les légumineuses soient appréciées par plusieurs peuples, elles demeurent historiquement associées à la pauvreté. Dans le passé, lorsque les protéines de source animale étaient disponibles aux mieux nantis, les légumineuses étaient reléguées aux paysans. Les légumineuses étaient considérées comme des aliments bon marché et une manière plutôt facile de satisfaire ses besoins nutritionnels. Encore maintenant, dans les pays dont la population est dense comme la Chine, l'Inde ou le Mexique, les légumineuses occupent une place de choix dans L'alimentation (Albala, 2007).

I. 3. Classifications des légumineuses

Les légumineuses appelés aussi Fabacées, représentent la troisième famille des Angiospermes, derrière les *Orchidaceae* et les *Asteraceae* avec plus de 700 genres et près de 20 000 espèces (Lewis et al., 2005), divisées en trois sous-familles : les *Caesalpinoideae*, les *Mimosoideae* et les *Papilionoideae*, divisées elles-mêmes en groupes de genres communément appelés tribus. Chez les deux sous-familles de *Mimosoideae* et *Papilionaceae* (Doyle et Luckow, 2003).

Les *Papilionoideae* : Cette sous famille est très cosmopolite et compte environ 14000 espèces divisées en 476 genres de légumineuses tropicales et tempérées. Les *Papilionoideae* sont réparties en deux grands groupes de plantes cultivées : les légumineuses tempérées (ou Galegoïdes) comme les genres *Pisum* (pois), *Cicer* (pois chiche), *Melilotus* (mélilots), *Lens* (lentilles), *Medicago* (luzerne), *Lotus* (lotier), *Trifolium* (trèfle) et *Vicia* (vesce). Les légumineuses tropicales (ou Phaseoloïdes) comme notamment les genres *Cajanus*, *Phaseolus* (haricot) et *Glycine* (soja) (Doyle et Luckow, 2003).

Les *Caesalpinoideae* : des arbres ou des arbustes tropicaux ou subtropicaux, comptent 162 genres et près de 3000 espèces.

Les *Mimosoideae* : sont composés surtout des arbres ou des arbustes tropicaux ou subtropicaux, cette sous-famille renferme 77 genres et 3000 espèces (Doyle et Luckow, 2003).

I. 4. Caractères des légumineuses

Les légumineuses se caractérisent par la présence permanente de feuilles assure une bonne digestibilité de la plante par le cheval quelle que soit la saison contrairement aux graminées qui se lignifient (taux de cellulose qui augmente) en fin de cycle avec la montaison. L'appareil végétatif herbacé est constitué de feuilles composées de plusieurs folioles avec un système racinaire profond. (Schneider et Huyghe, 2015 ; Hubert et Pierre, 2003)

.Pour les légumineuses protéagineuses cultivées (pois, féverole, lupin), le fruit est constitué d'une gousse comportant des grains riches en protéines. De façon caractéristique, toutes légumineuses possèdent un carpelle unique, un ovaire unique est surmonté d'un style et d'un stigmate. Il y a deux ou plusieurs ovules sur un placenta unique. Il y a une ou plusieurs graines à une enveloppe souvent coriace, les légumineuses contiennent un gros embryon avec peu ou pas d'albumen et chez certains genres elles possèdent un appendice coloré appelé caroncule (Remond et Stéphane, 2017).

I. 5. Répartition géographique

Les légumineuses font partie intégrante de l'alimentation humaine depuis des siècles. La production agricole de légumineuses remonte à 10 000 ans avant Jésus-Christ. Comprenant un large éventail d'espèces, de variétés et de cultivars, les légumineuses sont produites dans des conditions écologiques très diverses aux quatre coins de la planète. (FAO, 2016).

Les superficies consacrées à la culture des légumineuses varient d'une année à l'autre, en fonction de la disponibilité des semences, des politiques en matière de prix, de subventions et de primes à la production, ou encore des conditions météorologiques, des prix des engrais, des pathologies végétales, de la concurrence avec d'autres cultures dans les régions concernées, la production mondiale de légumineuses est en progression régulière depuis les années 1960. En 2014, le premier pays producteur de légumineuses au monde était l'Inde. Venaient ensuite le Canada, le Myanmar, la Chine, le Brésil et l'Australie. Les trois plus gros producteurs de la région Europe et Asie centrale sont la Fédération de Russie, suivie de la Turquie et de la France (FAO, 2016).

I. 6. Composition des légumineuses

Les légumineuses (légumes en anglais) constituent un trésor pour notre alimentation. Ce sont des graines ayant perdu leur excès d'humidité grâce à un séchage naturel. Ainsi, se trouve concentré le réservoir énergétique de la plante. Le fruit de la légumineuse comporte une cosse qui la protège. (Lecerf, 1995)

I. 6.1. Plan nutritionnel

Les légumes secs sont caractérisés par une très forte teneur en protéines, exprimée en grammes pour 100 g de légumes secs crus, c'est-à-dire non cuits (tableau 1): elle est de 20 à 25 g/100 g. Sur le poids sec, elles sont environ deux fois plus riches en protéines que les céréales.

Les graines renferment une quantité importante de matières azotées (20-40%), sur le plan nutritif, leurs protéines présentent une teneur élevée en lysine (5 à 8 g pour 16 g d'azote), et à ce point de vue elles constituent un bon complément aux céréales (**Ladividich, 1973**). En effet, Les graines de légumineuses sont caractérisées à la fois par une forte densité énergétique et une forte densité nutritionnelle (**Remond et Stéphane, 2017**).

Le principal nutriment pondéralement parlant est représenté par des glucides, avec une teneur d'environ 60 g/100 g de poids sec au lieu de 70 à 80 % pour les céréales. Les légumes secs sont très pauvres en lipides (1 à 2 %), sauf les pois chiches qui en contiennent 6 %. Les fibres sont abondantes dans les légumes secs, avec une teneur considérable de 11 à 26 g/100 g de poids sec, soit 4 à 11 g/100 g sur le poids cuit, comparativement au pain (2 à 8 g/100 g) et à la pomme de terre (environ 1,5 g/100 g) (tableau 1) (**Lecerf, 1995**).

I. 6.2. Côté des micronutriments

Les légumes secs représentent surtout une source majeure de magnésium : 72 à 333 mg/100 g pour des apports conseillés de 360 à 420 mg/j. Mais, là aussi, il faut atténuer ce chiffre en prenant en compte la valeur sur le poids cuit. Ils apportent aussi largement du potassium mais très peu de sodium, du calcium (41 à 144 mg/100 g), du zinc et du fer. Ils constituent, par ailleurs, la source végétale la plus élevée en fer, avec 4 à 10 mg/100 g. Il s'agit cependant de fer non héminique, de moindre absorption que le fer héminique carné (**Lynch, et al., 1984**) ; toutefois, la notion de moindre disponibilité du fer non héminique pourrait être remise en question (**Demeyer et al., 2014**). Les légumes secs sont une source importante de vitamine B1 (thiamine), vitamine B5 (acide panthoténique) et, dans une moindre mesure, de vitamine B3 (niacine). Ils apportent, en revanche, peu de vitamines B9, C et E (tableau 1). (**Lecerf, 1995**)

Tableau I : Composition des légumes secs (pour 100 g de légumes secs crus)(Lecerf, 1995).

Composition	Fèves	Haricots	Lentilles	Pois Cassés	Pois chiches
Énergie (kcal)	343	337	346	341	364
Eau %	11	11	12	11	12
Protéines%	24	22	25	25	19
Graisses %	2	1	2	1	6
Glucides %	60	61	59	60	61
Fibres %	11	21	11	26	-
Calcium (mg)	85	144	41	55	105
Phosphore (mg)	438	399	294	366	366
Fer (mg)	10	7	8	4	6
Potassium (mg)	1375	1352	578	981	875
Magnésium (mg)	333	170	72	115	115

I.7. Intérêts des légumineuses

I.7.1. Intérêts agronomiques et écologiques

L'intérêt agronomique et des légumineuses réside dans leur exploitation dans le cadre d'une agriculture durable, préservation et enrichissement des sols en azote (Journet et al., 2001). Les légumineuses représentent les composants majeurs du système agricole par leurs particularités de s'associer aux rhizobia qui fixent l'azote atmosphérique (Morgante et al., 2007) et qui contribuent à l'amélioration de la productivité de la plante. Ils présentent d'autres spécificités écologiques telles que leurs interactions avec des pathogènes et des ravageurs (insectes, nématodes) (Journet et al., 2001).

I.7.2. Intérêts nutritionnel et impact sur la santé humaine

Les légumineuses 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 (Rémond et Walrand, 2017). Beaucoup d'études scientifiques rapportent les avantages pour la santé de consommer un régime végétal et d'augmenter l'apport alimentaire de légumineuses (Jacques et al., 2008). Les individus consommant des quantités élevées 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 (Jacques et al., 2008).

Les effets hypocholestérolémiants et les composés cardio-protecteurs des légumes secs tel que les fibres, les protéines et les acides gras insaturés sont également des facteurs d'intérêt dans la prévention des maladies cardiovasculaires (Jacques et al., 2008 ; Cayot et osson, 1997). Les légumes secs présentent un index glycémique très bas et sont donc particulièrement recommandés aux individus diabétiques, mais aussi aux sujets sains dont ils améliorent certains

paramètres métaboliques (**Jacques et al., 2008**). En addition, les protéines des légumes secs sont des sucres protéiques sans gluten, donc intéressantes dans les maladies coeliaques. En effet, La production de métabolites spécifiques tel que les isoflavonoïdes du soja sont bénéfiques pour réduire les risques du cancer (Journet et al., 2001).

L'utilisation des légumineuses en alimentation humaine a cependant été freinée par la présence de facteurs glucidiques ou anti nutritionnels identifiés en quantité variable selon la partie anatomiques et l'état de maturation de la graine (**Combe et al., 1991**).

I.8. Facteurs antinutritionnels des légumineuses

Les facteurs antinutritionnels sont des substances présentes en quantités plus ou moins grandes qui gênant l'utilisation digestive ou métabolique des autres nutriments ou confèrent à l'aliment une certaine nocivité, entraînent par exemple des phénomènes de toxicité métabolique (Besancon, 1978). L'utilisation des légumineuses en alimentation humaine a cependant été freinée par la présence de facteurs glucidiques ou anti nutritionnels identifiés en quantité variable selon la partie anatomiques et l'état de maturation de la graine (**Combe et al., 1991**). Certaines légumineuses secs contiennent des tannins, qui sont des facteurs antinutritionnels présents dans le tégument de la graine. Elles ont toutes une teneur élevée en vicine-convicine, autre facteur antinutritionnel, responsable du favisme chez l'homme, et d'une réduction du poids de l'oeuf chez la poule pondeuse (**Latraye et al., 2020**). Aussi, divers chercheurs se sont intéressés à la caractérisation et aux moyens d'élimination de ces facteurs antinutritionnels et d'une façon générale à la digestibilité des graines de légumineuses (Mitjavila, 1977).

I.9. Modes de consommation des légumineuses

La consommation de légumineuses varie d'un pays à l'autre. Dans les pays de population dense comme la Chine, l'Inde ou le Mexique, les légumineuses occupent, jusqu'à aujourd'hui, une place de choix dans l'alimentation. À l'inverse, dans les pays industrialisés, le nom dépréciatif de « viande des pauvres » a été attribué aux légumineuses, et leur consommation est nettement inférieure à celle des pays de population dense. Malgré cela, les légumineuses tendent à augmenter leur popularité depuis la mise en évidence de leurs bénéfices santé (**Flight et Clifton, 2006 ; Maclennan et al., 2004**). Il y a deux types de consommation des graines de légumineuses qui sont légumes sec et légumes en vert, le premier groupe correspond à des graines riches en glucides et le second groupe correspond à des graines plus riches en matières grasses (**Rémond et Walrand, 2017**).

Les légumineuses consommées en vert est un groupe de légumineuses dites potagères qui sont destinées uniquement à l'alimentation humaine et qui se sont développées plus récemment dans l'histoire de l'agriculture. Il s'agit des pois potagers, haricots verts et fèves fraîches qui appartiennent exactement aux mêmes espèces que le pois sec, le haricot sec ou la féverole, mais qui sont consommés en frais sous forme des graines ou des gousses immatures et issus de cultivars de plus en plus différenciés de leurs homologues secs (**Schneider et Huyghe, 2015**). Les fèves sèches apportent des glucides lents, et sont cinq fois plus énergétiques que les fraîches (**Dianes, 2018**).



Chapitre II
spéculations étudiées

II.1. Féverole

II.1.1. Généralité

La féverole (*Vicia faba L*), est une plante annuelle portant une forte touffe de hautes tiges. Ses feuilles composées sont grise-verte, ses fleurs blanches sont suivies de grosses vertes noircissant à maturité. Ces gousses contiennent 4 à 8 graines (selon la variété).

La féverole est une plante diploïde ($2n = 12$) (Wang et al., 2012), la féverole c'est un plant cultivée par l'homme et partiellement allogame elle est formée d'un appareil végétatif et d'un appareil reproducteur (Fig 2). Les fèves et féveroles que nous connaissons appartiennent à l'espèce *Vicia faba*. Les variétés se différencient sur la taille des graines : de petites (féveroles) à grosses (fèves) (Boyeldieu, 1991).



Figure 2 : Fleurs et feuilles (a), gosses vertes (b) et graines (c) de la féverole (Ouslim, 2016)

II.1.2. Taxonomie

D'après Linne (1773) in Dajoz (2000), la fèveverole est classée comme suit :

- **Embranchement** : *Spermaphytes*
- **Sous-embranchement** : *Angiospermes*
- **Classe** : *Dicotylédones*
- **Sous-classe** : *Dialypétales*
- **Série** : *Caliciflores*
- **Ordre** : *Rosales*

- **Famille** : *Fabacées*
- **Sous-famille** : *Papilionacées*
- **Genre** : *Vicia*
- **Espèce** : *Vicia faba* L

II.1.3. Différentes variété de fève :

Le système de classification repose généralement sur une différenciation à partir du poids des graines (p100 : poids de 100 graines): *Vicia faba* major; p100>90gr, *Vicia faba* équina ; 65g <p100<90gr et *Vicia faba* minor 28gr <p100 <65.

Et il existe les fèves d'hiver et celle de printemps, chez nous la variété Sidi aiche c'est la plus cultivée (fève d'hiver 28g<p100<65g) (**Cheheb, 1980**).

II.1.3.1. La fève d'hiver

Les variétés de fève d'hiver récemment inscrites sont à fleurs colorées. La fève d'hiver a un cycle décalé et se récolte plus précocement que la fève de printemps, ce qui lui permet d'éviter en partie les stress hydriques, et les fortes chaleurs de l'été. Le premier critère à prendre en compte dans le choix variétal, en plus du rendement, est la résistance au froid (**Latraye et al., 2020**).

II.1.3.2. Fève de printemps

La plupart des variétés de fève de printemps cultivées en France présentent des fleurs colorées. Elles conviennent pour l'alimentation humaine, mais peuvent également être utilisées en alimentation animale. Pour ces deux débouchés, une teneur en protéines élevée est recherchée. Il existe des variétés à faible teneur en vicine-convicine mieux adaptées pour l'alimentation humaine et celle des poules pondeuses (**Latraye et al., 2020**). Les variétés de printemps sont plus riches en protéines que celle d'hiver (Tableau II) (**Cheheb, 1980**).

Tableau II: Teneur en matière azoté totale de la fève de l'hiver et celle du printemps (Cheheb, 1980).

Fève	MAT	
	Extrêmes	Moyenne
Fève d'hiver	22,7 - 31,5	26,7
Fève de printemps	24,2 - 34,1	27,3

II.1.4. Répartition géographique :

Les fèves et fèves sont des cultivars d'une même espèce, *Vicia faba* L. Les fèves à petits et moyens grains sont originaires du sud-ouest de l'Asie (sud de la mer Caspienne) (Boyeldieu, 1991), et la fève provient vraisemblablement d'Afrique (Leclech, 1999). Elle est essentiellement cultivée dans le bassin méditerranéen, en Amérique du sud et en Asie du sud-est, cultivée aussi en Europe occidentale et du nord (Gallais et Bannerol, 1992). En Algérie, la fève a été l'une des espèces les plus utilisées dans les régions montagneuses, particulièrement en Kabylie, pour l'alimentation humaine et animale (Madr, 2014).

II.1.5. Production de la fève

II.1.5.1. Production mondiale

La production mondiale de graines est de l'ordre de 50 millions de quintaux, dont le principal pays producteur la Chine avec 14 millions de quintaux. Les autres pays producteurs sont l'Éthiopie (7,15 millions de quintaux), l'Australie (4 millions de quintaux), le Royaume-Uni (3,77 millions de quintaux) et la France (3,06 millions de quintaux) (Unip et Eurostat, 2014).

II.1.5.2. Production nationale

La nouvelle politique du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural vise à un développement économique du pays et se fixe comme objectif, la sécurité alimentaire. Dans le cadre de cette politique, dix programmes spécifiques et prioritaires ont été établis; ils concernent les productions végétales et le développement des légumes secs. La fève est cultivée dans différentes régions du pays, les superficies se sont accrues de 23180 ha en 2008/2009 et ont atteint les 2483465 ha en 2010/2011. On distingue deux périodes de semis, celle d'hiver vers la fin d'été pour les zones du sud, dont le début de la récolte s'effectue au mois de novembre puis, la

deuxième période de semis au printemps pour les zones du nord. La zone de production de la fève en Algérie, en plus des plaines côtières, est représentée par : Les plaines d'intérieur (Tlemcen, Guelma, Mascara, Boumerdès, Constantine), Les hauts plateaux (Médéa, Relizane, Ain Defla, M'sila , Bouira) et les zones du sud du pays (Biskra, Adrar, Ghardaïa) (Ouslim, 2016).

II.1.6. Cycle de développement de la féverole

II.1.6.1. Germination

La germination commence par l'imbibition partielle de la graine sèche puis passe à l'imbibition complète. D'autres étapes se poursuivent ; la sortie du radicule de la graine et la croissance de la jeune pousse qui se dirige vers la surface du sol (Weber et al., 1990).

II.1.6.2. Développement des feuilles

Le développement des feuilles au niveau des graines prend les étapes suivantes : Tout d'abord, 2 feuilles écailleuses visibles, puis première feuille étalée, 2 feuilles étalées, 3 feuilles étalées et enfin 9 ou davantage de feuilles étalées (Weber et al., 1990).

II.1.6.3. Formation de pousses latérales

Le formation de pousses latérales au niveau des graines prend les étapes suivantes ; Absence des pousses latérales au début, développement de pousses latérales primaires, première pousse latérale discernable, 2 pousses latérales discernables, 3 pousses latérales discernables et enfin l'arrêt du développement de pousses latérales, 9 ou davantage de pousses latérales (Weber et al., 1990).

II.1.6.4. Elongation de la tige principale

Elongation de la tige principale prend les étapes suivantes : Début de l'élongation de la tige principale, l'élongation du premier entre-nœud est visible, 2 entre-nœuds visibles et enfin 3 entre-nœuds visibles, 9 ou davantage d'entrenœuds visibles (Weber et al., 1990).

II.1.6.5. Apparition de l'inflorescence

L'apparition de l'inflorescence passe par les étapes suivantes : les boutons floraux sont formés mais toujours enveloppés par des feuilles, les premiers boutons floraux sont visibles et ne sont

plus enveloppés par des feuilles, les premiers boutons floraux sont individuellement visibles, toujours fermés mais dégagés des feuilles et enfin les premiers pétales et de nombreux boutons floraux individuels toujours fermés sont visibles (Weber et al., 1990).

II.1.6.6. La floraison

La floraison passe les étapes suivantes : les premières fleurs sont ouvertes, les fleurs de la première grappe sont ouvertes, les fleurs sont ouvertes sur 3 grappes par plante, pleine floraison: les fleurs sont ouvertes sur 5 grappes par plante et enfin la floraison s'achève (Weber et al., 1990).

II.1.6.7. Développement du fruit

Le fruit développé par des gousses atteignent leur taille finale, des fruits mûrés, des graines avec sénescence, la tige colorée plus foncée ou 50% de la tige colorée brune ou noire et la plante desséchée et morte (Fig 3) (Weber et al., 1990).

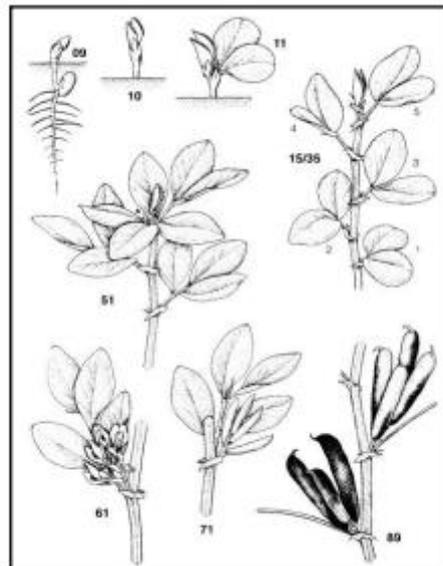


Figure 3: Cycle de développement de *Vicia faba* (Weber et al., 1990)

II.1.7. Utilisation

II.1.7. 1. Intérêt alimentaire

La Fèverole est l'une des légumineuses à graines utilisée pour la consommation humaine et animale (**Goyoaga *al.*, 2011**). Elle constitue un aliment nutritif très important surtout pour les populations à faible revenus, qui ne peuvent pas toujours s'approvisionner en protéine d'origine animale (**Daoui, 2007**).

II.1.7.2. Intérêts agronomique

L'espèce *Vicia faba* comme toutes les légumineuses alimentaires, contribue à l'enrichissement du sol en éléments fertilisants, dont l'incidence est positive sur les performances des cultures qui les suivent, notamment le blé (**Khaldi *et al.*, 2002**). En plus elle joue un rôle non négligeable dans l'enrichissement du sol en azote (**Rachef *et al.*, 2005**). Selon **Hamadache (2003)**, la fève améliore la teneur du sol en azote, avec un apport annuel de 20 à 40 kg/ha ; elle améliore aussi sa structure par son système racinaire puissant et dense. Les résidus des récoltes enrichissent le sol en matière organique (**Hamadache, 2003**).

II.1.7.3. Intérêts économiques

La Fèverole (*Vicia faba L.*) est la principale légumineuse alimentaire cultivée en Algérie. Elle constitue une importante ressource socio-économique. La culture de la fève et la fèverole en Algérie (**INRA, 2007**) n'a pas encore bénéficiées de toute l'attention nécessaire devant assurer leur développement et continuent d'être marginalisées à tel point que des régressions importantes en superficies ont été enregistrées depuis 1987. D'autre part, la productivité et la production n'ont pas connu d'amélioration ce qui a engendré le recours aux importations pour satisfaire la consommation qui elle a nettement augmentée (**Maatougui, 1996**). En Algérie, la Fèverole est retenue surtout pour la consommation humaine sous forme de gousses fraîches, ou en grains secs. En cas de fortes productions, l'excédent en grains secs peut être incorporé dans l'alimentation du bétail (**Maatougui, 1996**).

I.7.4. Intérêt éco-toxicologique

La Fèverole est très sensible à la pollution du sol, ce qui en fait un modèle végétal très utilisé en écotoxicologie dans un grand nombre d'études. La grande quantité d'ADN contenue dans son noyau, la rend très sensible aux molécules génotoxiques (**Ferrare *et al.*, 2004**). Ainsi, elle est

l'un des modèles les plus utilisés dans le test des micronoyaux, pratiqué sur les cellules-filles de ses méristèmes racinaires (Cotelle, 1999 ; Degrassi et Rizzoni, 1982 ; Duan et al., 1999 ; Marcato-Romanai et al., 2009). Un autre test de génotoxicité, le test des comètes, est également pratiqué sur différents tissus de la plante (Cotelle, 1999 ; Koppen et Verschaeve, 1996). *Vicia faba* est en outre aussi employée pour étudier les réponses des marqueurs du stress oxydant (Radetski et al., 2004) et d'autres défenses antitoxiques de la plante comme les phytochélatines (Beraud, 2007).

II.2. Haricot blanc

II.2.1. Généralité

Le haricot (*Phaseolus vulgaris L.*) de formule chromosomique $2n=22$ (Gepts, 1990), est une plante annuelle, originaire de l'Amérique du Sud (Pérou, Colombie), de la famille des Fabacées. Le haricot est une légumineuse dont on consomme soit la gousse (haricot filet et mangetout), soit la graine (haricot sec ou flageolet) (FNAMS, 2021).

Le haricot est une plante herbacée qui présente plusieurs types de port selon les variétés, soit grimpant ou haricot à rames, soit nain à port érigé et plus ramifié (la quasi-totalité des cultures). Il y a deux types de haricots, les nains (50 cm de hauteur) et à rames ou grimpantes (2 à 3 m de hauteur). Le haricot est une plante autogame, car les ovaires d'une fleur sont fécondés par le pollen provenant de la même fleur. Le fruit du haricot est une gousse qui contient les graines. Généralement, les gousses mesurent entre 8 et 20 cm de long. (fig 4) (FAO Stat, 2016).



Figure 4 : plante et graine de l'haricot (Bonduelle, 2018).

II.2.2. Taxonomie

Le Haricot, ou Haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.), est une espèce de plantes annuelles de la famille des Fabaceae (Papilionacées), du genre *Phaseolus*, et selon la classification décrite par Chauv et Foury (1994) et Charles (1998), la position taxonomique du haricot est la suivante :

Règne : *Plantae*

Super division : *Spermatophyta*

Division : *Magnoliophyta*

Classe : *Magnoliopsida*

Sous classe : *Rosidae*

Ordre : *Fabales*

Famille : *Fabaceae*

Genre : *Phaseolus*

Espèce : *Phaseolus vulgaris* L.

Le genre *Phaseolus* est subdivisé en trois sections (*Alepidocalix*, *Minkelersia* et *Phaseolus*) dont *Phaseolus* qui regroupe les cinq espèces cultivées : *P. vulgaris* (haricot commun), *P. coccineus* (haricot d'Espagne), *P. lunatus* L. (haricot de Lima), *P. acutifolius* A. Gray (haricot Tépari), et *P. polyanthus* (Fríjol de la vida). Chacune des cinq espèces cultivées possède des « parents » sauvages (Fofana *et al.*, 1997 ; Maquet *et al.*, 1997 ; Singh, 2001).

II.2.3. Variétés de l'haricot sec

Les haricots blancs comprennent de nombreuses variétés parmi lesquelles on trouve : (anonyme, 2022).

❖ **Haricot blanc** : En forme de rognon, assez gros et carré aux extrémités et le haricot blanc fin plus petit.

❖ **Haricot Great Northern** : De dimension moyenne, moins réniforme que le haricot blanc, plus rond et aux bouts arrondis.

❖ **Haricot cannellini** : Variété fort prisée en Italie, est légèrement réniforme et carré aux extrémités.

❖ **Petit haricot blanc** : De la taille d'un pois et de forme ovale.

❖ **Haricot canneberge** : Gros, rond et peu farineux, blanc crème, tacheté de rose ou de brun, est très populaire en Europe où on le nomme haricot coco (il est surtout utilisé dans les ragoûts et le cassoulet).

❖ **Haricot pinto** : Il est de taille moyenne, plutôt plat et réniforme, de couleur beige tacheté de brun clair; il doit son nom au fait qu'il est délicatement teinté (le terme pinto signifie «peint» en espagnol).

❖ **Haricot romain** : Il est réniforme, de couleur brunâtre (certaines variétés sont beiges), plus ou moins moucheté, et ressemble au haricot pinto tout en étant souvent plus gros et plus foncé. Il est très estimé en Italie où on le nomme fagiolo romano.

❖ **Haricot cornille** : Haricots blancs avec un œil noir, produits aux USA, Pérou, Turquie et Madagascar. Ils sont très prisés par les africains.

❖ **Haricot lingot** : Haricots longs blancs, produits en France, Argentine, Chine et Madagascar.

❖ **Haricot borlotti** : Également appelé haricot rose et marbré c'est un haricot veiné de rouge foncé. Il est produit en Amérique du Nord et en Afrique du Sud.

❖ **Haricot cocos** : Petits haricots blancs et ronds, produits au Canada, USA, Chili, Chine et France.

❖ **Haricot tarbais** : Haricot contrôlé par un label rouge et une Indication Géographique Protégée. Sa chair est fondante, moelleuse, sa peau fine et son goût équilibré et peu acide. Ce haricot est parfait pour un cassoulet .

❖ **Haricot coco de Paimpol** : C'est le premier haricot à avoir obtenu son AOC en 1998. Il est produit en Bretagne et dans le Trégor. Sa texture est croquante, puis lisse et fondante. Sa saveur est proche de la noisette ou de la châtaigne.

❖ **Haricot de Lima** : Aussi appelé pois du Cap, le haricot de Lima est originaire d'Amérique du Sud et cultivé dans les pays chauds. Ils sont savoureux avec une texture farineuse.

❖ **Haricot-maï du Béarn** : Haricot blanc, plat, possédant de grandes qualités gustatives. Si son utilisation en cuisine s'est fait rare pendant le XXème siècle, il commence, depuis quelques années, à faire son retour dans nos plats.

II.2.4. Répartition géographique

Selon la répartition géographique, la plupart des espèces appartenant au genre *Phaseolus* sont originaire d'Amérique centrale et d'Amérique du Sud (Andes) (**Freytag et Debouck, 2002; Delgado-Salinas et al., 2006**). Il fut par la suite introduit en Europe et en Afrique par les espagnols et les portugais au 16^{ème} siècle (**Wortmann et al., 1998; Nyabyenda, 2005**). Le genre *Phaseolus* est grand, comprenant environ 80 espèces cultivées et sauvages, mais *P. vulgaris* est l'espèce la plus cultivé (**Purseglove, 1968; Bailey, 1975; Freytag et Debouck, 2002; Porch et al., 2013**).

II.2.5. Production des haricots secs

II.2.5.1. Production mondiale

Le rapport annuel de la production d'haricots secs est d'environ 12 millions de tonnes, avec 5,5 et 2,5 millions de tonnes en Amérique latine Caraïbes (ALC) et en Afrique, respectivement. Les pays africains et de l'Amérique latine Caraïbes qui ont la plus forte production sont : Brésil, Mexique, la République démocratique du Congo (RDC), Kenya, Tanzanie et Ouganda. La plus haute fréquence de consommation apparente par habitant se trouve au Burundi, au Kenya et au Rwanda (**Nicolai et al., 2015**).

II.2.5.2. Production nationale

En Algérie, l'haricot occupe une part importante parmi les aliments les plus consommables la surface totale réservée à sa culture uniquement pour l'année 2016 est de l'ordre de 4061 ha avec une production totale de 139587,13 de tonnes calculée sur la base d'un rendement moyen de 343,73 qx/ha (**FAO Stat, 2016**).

II.2.6. Cycle de développement de l'haricot

II.2.6.1. Phase de germination

Les graines lèvent en 4 à 8 jours suivant la température. Elles doivent toutes être sorties de terre au bout de 8 jours, les cotylédons sortis du sol, se sont ouverts et la première paire de feuilles apparaît (**Hubert, 1978**).

II.2.6.2. Phase de croissance

Trois à quatre jours après la levée, les cotylédons commencent à se faner (**Pitrat et Foury, 2003**), cinq à six jours après la levée apparaît la première feuille trifoliolée, cinq à six jours après

l'apparition de la première feuille trifoliolée apparaît la deuxième. Au bout d'un mois, le pied de haricot possède une dizaine de feuilles trifoliolées et il a atteint sa hauteur définitive de 30 à 40 cm pour les variétés naines (**Dupont, 1989**)

II.2.6. 3. Phase de floraison

Elle débute 3 semaines à 1 mois environ après le semis. Elle dure 1 mois à 1 mois et demi suivant les conditions climatiques. La jeune gousse met une douzaine de jours environ pour atteindre sa taille définitive (**Lecomte, 1997**).

II.2.6.4. Phase de maturation

Une fois la taille définitive atteinte, les graines se forment en 15-20 jours. Il faut attendre encore 20 à 30 jours pour que les gousses s'ouvrent d'elles-mêmes, les graines étant mûres. Le cycle végétatif complet du haricot varie entre 75 et 130 jours (**fig 5**) (**Lecoùte, 1997**).

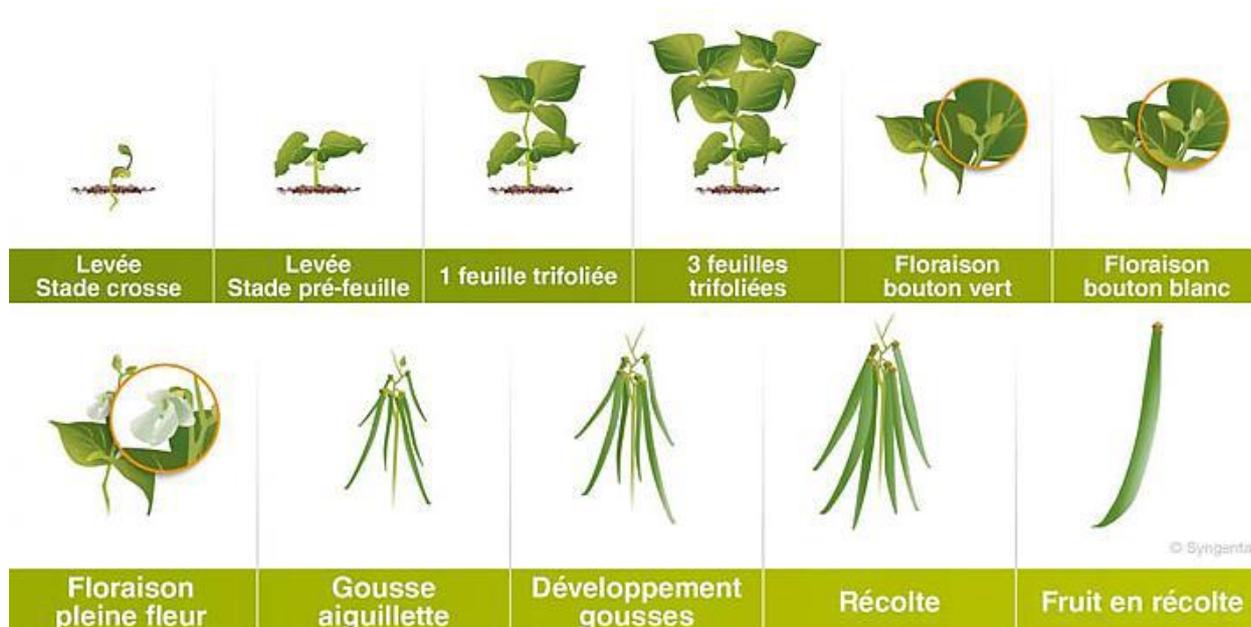


Figure 5 : Stades de développement du haricot (*Phaseolus vulgaris* L) (**Mansouri, 2020**)

II.2.7. Utilisation

II.2.7.1 .Intérêt agronomique

Sur le plan agronomique et en tant que légumineuse, le haricot peut s'intégrer dans les systèmes de production biologique qui utilisent la bio-fertilisation. En effet, sa culture laisse des reliquats azotés. A cet effet, il est utilisé avec d'autres légumineuses dans les systèmes des rotations et d'associations culturales avec d'autres cultures notamment les céréales dans le but d'assurer la meilleure efficacité d'utilisation des ressources en azote (**Canado et al., 2003**). Ainsi le maïs .est principalement cultivé en culture intercalaire avec les haricots à rame comme plante tuteur (**Singh, 1992; Nyabyenda, 2005**). L'effet ne se limite pas au support mais pour une amélioration réciproque des deux cultures (**Nassary, 2020 ; Fischer et al., 2020**). Ont démontré que la culture intercalaire du maïs-haricot améliore l'approvisionnement en énergie et en protéines du fourrage cultivé à la ferme. D'autre part, le système de culture du tournesol avec le haricot commun a produit des valeurs de rendement net plus élevées que la monoculture du tournesol ou la monoculture de haricot commun unique (**Hamd-Alla et al., 2020**). Ernest (2019) a également démontré que le système de co-culture riz pluvial-haricot permettait un meilleur développement des plantes et une acquisition de ainsi qu'un meilleur partage des éléments nutritifs des plants de riz (**Mansouri, 2020**)

II.2.7.2. Intérêt alimentaire

La culture du haricot est destinée à la consommation humaine (les gousses ou graines sont consommées à l'état frais ou les graines à l'état sec) et à l'alimentation des animaux (les résidus de cultures tels que les gousses et tiges séchées (paille) (**Wortmann, 2006; Kakon et al., 2016**). En effet, le haricot constitue un aliment de base pour près de 500 millions d'êtres humains par sa richesse en protéines (25% environ) (**Pujola et al., 2007**).

Sur le plan nutritionnel et comme beaucoup de légumineuses à graines, ils apportent un sentiment de satiété chez les patients atteints de syndromes métaboliques (**Reverri et al., 2017**). Ils sont une source riche et peu coûteuse de protéines, d'acides aminés, de glucides, de fibres alimentaires, de vitamines (**Kan et al., 2018**), d'acides phénoliques et de flavonoïdes. (**Giusti et al., 2017**). Via les protéines, leur consommation contribue à la diminution du taux de cholestérol et à la régulation du diabète (**Toews et Wang, 2013**), tandis que la composition phénolique réduit l'incidence du cancer (**Cominelli et al., 2018; Yang et al., 2020**). La consommation de haricot réduit le risque d'accident cardio-vasculaire (**Gomes et al., 2020**) et d'autres effets ont

été rapporté comme anti-obésité (**Shi et al., 2020**), antioxydants et anti-inflammatoires. (**Chen et al., 2019; Carbas et al., 2020; Yang et al., 2020**). Les acides phénoliques réduisent le risque de maladies dans le tube digestif (**Moreno-Jiménez et al., 2015**) et la quantité élevée d'amidon résistant réduit l'indice glycémique et le risque de maladies chroniques (**Mojica et al., 2017**).

II.2.7.3. Intérêt industriel

Sur le plan industriel, les haricots sont utilisés dans le développement de nombreux produits alimentaires en tant que stabilisateurs de produits surgelés et en tant que conservateurs alimentaires en raison de leur stabilité thermique plus élevée (**Carbas et al., 2018**), et leurs propriétés essentielles dans la fabrication de gel et de film. (**Yang et al., 2018**).

Chapitre III

**Etude comparative de deux légumineuses
féverole et de l'haricot blanc sec**

III.1. Composition biochimique

III.1.1. Glucides

Généralement, les légumineuses renferment des teneurs en glucides (60 à 65%), légèrement inférieure par rapport aux céréales (70-80%). Les glucides des légumineuses, sont principalement composés de monosaccharides, disaccharides, oligosaccharides et polysaccharides (**Oomah et al., 2011**). L'haricot blanc contient des proportions importantes de glucides. Ces derniers sont essentiellement composés de glucides complexes, à l'inverse des légumes frais, qui renferment une majorité de sucres simples) (**Carnovale et al., 1989**). La féverole est une source de glucides, c'est composé des polysaccharides qu'est riche en amidon (48.4%/MS) (**kaysi, 1991**).

III.1.1.1. Amidon

L'amidon (forme de réserve des glucides dans les végétaux) constitue la fraction majeure des glucides dans presque toutes les légumineuses : allant de 75 à 80% (**Uebersax et Occeña, 2003**). La molécule d'amidon est composée de deux polymères : l'amylose (structure linéaire) et l'amylopectine (structure ramifiée). La fève est une source alimentaire relativement riche en énergie. Sa valeur énergétique dépasse souvent le niveau d'une unité fourragère: en moyenne 1,17 UFV par kg de matière sèche (**Demarquilly et al., 1988**). La valeur énergétique de la féverole est élevée, grâce à un bon taux d'amidon. Ainsi, l'analyse chimique de cette légumineuse révèle une teneur en glucides de 50-60%, ce qui est principalement de l'amidon (**Arese et De Flora, 1990**). La féverole riche en amidon (**kaysi, 1991**). Dans les haricots blancs, il constituerait environ 17 % de l'amidon total (**Carnovale et al., 1989**).

III.1.1.2. Cellulose

Le taux de cellulose brute de la féverole (8,07%) qui varient de 6 à 11% (**Newton et Hill, 1983**) Quant à l'orge Saida, elle renferme la même teneur en cellulose brute (4,576) que la variété française Aramir (**Blum, Piton et Gauthier, 1980**).

III.1.2. Fibres alimentaires

Les fibres, partie indigestible des végétaux dans l'intestin grêle humain, sont classées en fibres solubles et insolubles. Les fibres solubles (FS) sont digérées lentement dans le côlon ; par contre, les fibres insolubles (FI), métaboliquement inertes, sont soumises à une fermentation dans le côlon induisant une croissance des bactéries intestinales (**Tosh et Yada, 2010**). L'haricot sec est particulièrement riche en fibres, d'où son action facilitatrice, mais non agressive sur le transit.

Chapitre III ——— Etude comparative de deux légumineuses (féverole et l' haricote sec)

Certaines de ces fibres peuvent toutefois occasionner des désagréments (ballonnement abdominal). (Carnovale et al., 1989). La teneur en fibres chez la féverole est relativement élevée (6.50g/100g) (Fachmann et Kraut, 2006) par rapporte l'haricot (0.8g/100g) (Carnovale et al., 1989).

III.1.3. Protéines

La valeur nutritionnelle de la féverole a été traditionnellement attribuée à sa teneur élevée en protéines, qui varie de 20% à 37% (Crepon et al., 2010). La plupart de ces protéines sont des globulines (60%), les albumines (20%), glutélines (15%) et de prolamines (Sobrini et al., 1982). La qualité de la protéine et la valeur énergétique de la fraction glucidique pourraient être liées à la structure intrinsèque des protéines d'une part, à celle des glucides d'autre part, voire à l'association des deux (Kaysi et Melcion, 1992). L'haricot blanc contient des proportions importantes de protéines, La teneur en protéine des haricots blancs est relativement élevée. 125g de haricots secs contiennent autant de protéine qu'un steak de viande ou de poisson (Tableau III) (Carnovale et al., 1989).

II.1.4.Lipides

La teneur en lipides des graines de l'haricot blanc est de 0.81g/100 g d'échantillon (Carnovale et al., 1989). Cette teneur est élevée comparée a féverole (0.30g/100g) (Fachmann et Kraut, 2006). Les matières grasses (MG) des graines de l'haricot sec sont caractérisées par leur teneur élevée en acides gras insaturés : Acide gras polyinsaturés (0.498g/MG), Dont oméga 3 (0.299g/MG), Dont oméga 6 (0.196g/MG), ainsi que les acides gras saturés : (0.098g/ MG) (tableau III) (Carnovale et al., 1989). A partir de tableau III les deux légumineuses montre une déférence des valeurs nutritionnelles en protéines, protéines, lipides et fibres alimentaires entre l'haricot sec et la féverole.

Tableau III: valeurs alimentaires de deux légumineuses pour 100 g (Carnovale et al., 1989, Fachmann et Kraut, 2006).

Valeurs alimentaires	Haricot sec	Féverole
Energie	78 kcal	64 kcal
Protéines	7.07 g	5.20 g
Glucides	15.01 g	10 g
Lipides	0.81 g	0.30 g
Fibres	0.8 g	6.50 g
Eau	76.2 g	80 g

Chapitre III ——— Etude comparative de deux légumineuses (féverole et l' haricote sec)

L'haricot sec et les féveroles sont une importante source d'énergie, protéines, glucides, fibres, minéraux, vitamines, l'eau, acides aminés ; l'étude comparative de 100 g:

- L'haricot sec est plus riche en protéines (7.07g) que la féverole (5.20 g).
- Les glucides et les lipides montrent une valeur élevée par rapport à la féverole (tableau VI).
- Le rapport énergétique de la féverole montre 64 kcal alors que 78 kcal pour l'haricot sec
- la féverole est plus riche en fibres alimentaires (Cellulose brute : 2.1 % ; amidon : 48.8)
- la quantité d'eau pour la féverole est de 80 g alors que ; il est de 76.2 g pour l'haricot sec.

III.1.5.Sels minéraux et vitamines

La féverole est également une bonne source de sucres, minéraux (Ca, K,P, Na, Mg, Fe et Zn), des vitamines (complexe B, la vitamine C et la vitamine A) (**Sobrini et al., 1982**). La richesse minérale de l'haricote sec se porte essentiellement sur le Phosphore, le Fer, le Magnésium, zinc, cuivre, et potassium. Il est également riche en vitamine B1 B6, et B9. Ces vitamines B interviennent en synergie avec les glucides et les acides aminés, pour participer aux apports énergétiques, et au renouvellement cellulaire (**Carnovale et al., 1989**). La richesse minérale de l'haricot sec se porte essentiellement sur le Phosphore, le Fer, le Magnésium, zinc, cuivre, et potassium. Il est également riche en vitamine B1, B6, et B9. Ces vitamines B interviennent en synergie avec les glucides et les acides aminés, pour participer aux apports énergétiques, et au renouvellement cellulaire (Tableau IV) (**Carnovale et al., 1989**).

Tableau IV : valeurs minérales et vitamines pour 100g de deux légumineuses (**Carnovale et al., 1989, Fachmann et Kraut,2006**)

Minéraux (mg) et vitamines (mg)	Haricot sec	Féverole
Fer	2.11	130,68
Zinc	0.97	317
Potassium	210	103
Phosphore	105	16
Calcium	24	111
Magnésium	18	14
Sodium	4	0.300
Vit B1	0.257	0.200
Vit B2	0.063	/
Vit B6	0.175	/
Vit E	0.98	82
Vit C	/	0.300

III.1.6.Polyphénols

Les polyphénols sont une classe de composés chimiques qui se caractérisent par la présence de groupement hydroxyle (OH) lié directement à un groupement aromatique (**Wangetal., 2011**). Ils sont majoritairement localisés dans l'enveloppe externe de la graine de légumineuses (**Uebersax et Occeña, 2003**). Les composés phénoliques dominants chez les légumineuses sont les acides phénoliques, les tanins et les flavonoïdes (**Compos-Vega et al.,2010**).Les légumes secs, sont riches en composés phénoliques totaux avec une teneur variable entre 300 mg à 17 g.kg-1 (**Fleuriet et Macheit, 2003**). Pour les haricots secs, la couleur du grain est déterminée par la présence des composés phénoliques, localisés principalement dans l'enveloppe (11% du poids du grain) avec une baisse voire négligeables quantités dans les cotylédons (**Gonzalez et al., 1999**). Les principaux composés phénoliques d'haricot sec sont : les acides phénoliques et les flavonoïdes. La plus haute teneur en composés phénolique se trouve dans les variétés fortement pigmentées, en particulier dans leurs semences ou coques qui sont riches en flavonoïdes, anthocyanes et tanins. Cette teneur est variable selon la génétique et les facteurs environnementaux.

III.1.7.Facteurs anti-nutritionnelles

Les teneurs de quelques composés antinutritionnels des grains de l'haricot, reportés dans le **tableau V**, sont des éléments qui réduisent la valeur nutritionnelle des aliments. Ainsi, Ils peuvent, par exemple, réduire la biodisponibilité de certains composés ou inhiber des enzymes nécessaires à la digestion (**Abusin et al., 2009**). Dans les légumineuses, il existe plusieurs facteurs antinutritionnels comme les facteurs anti-trypsiques, les alpha-galactosides et les phytates. Ces derniers sont des agents chélateurs de cations bivalents tels que le Fe, le Zn et le Mg, cependant, leur mode d'action consiste à former avec ces composés des complexes insolubles et non digestibles. C'est ainsi, qu'ils réduisent la biodisponibilité des différents minéraux, donc, influencent l'activité de certaines enzymes telles que la pepsine, la trypsine et certaines amylases. Ils peuvent, aussi, former des complexes avec les protéines, ce qui réduit leur solubilité et leur digestibilité. De ce fait, en plus de cet effet antinutritionnel, les phytates de teneurs variables (0,3 à 5 % en g/100g) s'avèrent une bonne source de phosphore dans les légumineuses. (**Diaz et al., 2010 ; El-Tinay et al., 1989**).

Tableau V : Facteur antinutritionnel (mg/100g Ms) de grain de haricot commun (**Abusin et al., 2009**).

Facteurs antinutritionnel	Teneur
Phytates	151,83 #177; 0,2
Tanins	20 #177; 0,00
Polyphénols	646,78 #177; 1,08

Par contre la féverole est riche en tanins, qui présents surtout dans les légumes, à la différence des autres facteurs antinutritionnels (**Lacassagne, 1988**), leurs teneurs oscillent entre 7,1 et 149 mg/g de tégument, selon les variétés, soit de 0,8 à 24 mg/g de graine (**Wang et Uberschär, 1990**), sont des composés poly-phénoliques, relativement thermostables caractérisés par leur grande aptitude de se combiner aux protéines pour former des complexes insolubles (**Martin-Tanguy et al 1977 ; Marquardt et al 1977**). Ils réduisent, à cet effet, la rétention de la fraction azotée de la ration chez les monogastriques, dont la conséquence est la réduction de la vitesse de leur croissance et de l'efficacité alimentaire (**Carré et Brillouet, 1986 ; Garrido et al., 1988**) ainsi que le poids de l'œuf (**Martin-Tanguy et al., 1977**). Il faut noter, ainsi, que, leur effet dépressif semble dépendre de leur degré de polymérisation.

III.2. Caractérisation pharmacologique

III.2.1. Haricot sec

➤ Diabète

Le diabète, première maladie endocrinienne, est caractérisé par un stade hyper glycémique conduisant à un état inflammatoire chronique. Cependant, malgré que le haricot soit constitué de près de 50 % de glucides, reste comme la plupart des légumineuses, sans aucun danger pour les personnes souffrant de diabète, mais au contraire, il leur convient fortement bien. En effet, ce légume sec est d'un faible indice glycémique (IG), facteur essentiel pour les diabétiques du fait, qu'il provoque une augmentation progressive de la glycémie lors de sa consommation (**Bulletin, 2006**)

Comme toutes les légumineuses, le haricot est très riche en amidon et en amylose, deux substances résistantes à la digestion dans l'intestin grêle, ce qui entraîne une plus faible disponibilité de glucose dans la lumière intestinale. Ainsi, ce phénomène conduit, à une absorption limitée dans le sang et ralentie, ce qui conduit, à cet effet, une réduction de la demande

d'insuline. Il faut signaler, en effet, que l'abaissement de l'IG dans la réponse insulinaire postprandiale est un aspect important pour réduire à la fois l'incidence et la gravité du diabète de type 2. De plus, une consommation accrue d'amidon résistant est liée à une amélioration de la tolérance au glucose et de la sensibilité à l'insuline, du fait qu'ils sont des facteurs importants dans le contrôle de la maladie (**Bulletin, 2006**).

➤ **Action protectrice sur les cellules pancréatiques**

Une étude a montré que les haricots communs cuits ont une action protectrice des cellules β pancréatiques ayant subi des dommages, suite principalement aux méfaits du diabète. En effet, après cuisson, une réduction significative de glucose, des triglycérides, du cholestérol total et du LDL peut être observée, corrélée à une protection des cellules β des îlots de Langerhans du pancréas. Par conséquent, une supplémentation en haricots est recommandée pour contrôler le diabète (**Bulletin, 2006**).

➤ **Un atout non négligeable pour lutter contre l'obésité**

Les facteurs qui déterminent l'obésité sont nombreux, parmi lesquels citons le type et la quantité d'aliments ingérés qui restent les facteurs directs et les plus évidents. Les haricots sont considérés comme des nutriments sains, telles que presque toutes les légumineuses, jouent un rôle bénéfique dans la gestion du poids. En effet, leur teneur élevée en fibres, leur confère un rôle protecteur dans le développement et la gestion de l'obésité, favorise le transit intestinal, améliore les conditions de constipation prolongée et régule les rythmes de vidange intestinale (**Bulletin, 2006**).

L'apport élevé en fibres alimentaires des haricots a plusieurs répercussions sur l'organisme car il permet de manger plus, du fait que ces légumes secs ont une densité énergétique plus faible, mais sont la cause d'une sensation de satiété anticipée, retardant la vidange gastrique. Ce phénomène de sensation de satiété dure plus longtemps, puisque ces aliments riches en fibres mettent plus de temps à être digérés dans le système intestinal et provoquent la réduction de l'absorption des nutriments tels que les graisses et les sucres (**Bulletin, 2006**).

➤ **Une aide précieuse contre les maladies cardiaques et cardiovasculaires**

Proprement dit, les haricots représentent une aide valable contre le diabète et l'obésité, mais aussi, une excellente prémisses pour que ces légumineuses soient considérées comme des amis du cœur. Mais il y a plus: les polyphénols contenus dans les haricots secs ont démontré une capacité à réduire la tension artérielle avec une action anti-oxydante et cardio-protectrice (**Bulletin, 2006**).

➤ **Une contribution importante sur notre besoin en fer**

L'anémie ferriprive est l'un des troubles les plus courants dans le monde. En fait, le fer fait partie intégrante de nombreuses protéines impliquées dans le transport d'oxygène (hémoglobine, myoglobine), le métabolisme énergétique (cytochromes) et le métabolisme des stéroïdes et des Xénobiotiques, ainsi, les haricots communs forment avec quelques céréales un aliment de base et une principale source de fer pour les populations d'Afrique de l'Est et d'Amérique latine(**Bulletin, 2006**).

➤ **Source de vitamines B, d'antioxydants et d'anti-inflammatoires**

La richesse en vitamines B fait des haricots un booster d'énergie qui aide à transformer les aliments en énergie et sont importantes dans de nombreuses fonctions corporelles pour assurer une croissance et un développement appropriés. En fait, elles sont essentielles pour les cellules sanguines, les hormones et le système nerveux (**Bulletin, 2006**).

En effet, leur manque peut mener à des conséquences décisives sur l'état de santé (**Bulletin, 2006**).

Les haricots communs secs ont d'excellentes activités anti-oxydantes grâce aux acides phénoliques, aux flavonoïdes, aux stilbènes, aux tanins et aux catéchines. Par conséquent, ils interviennent de diverses manières pour améliorer la santé du système cardiovasculaire, réduisant, ainsi, le risque de maladies. Ces légumineuses présentent, également, une teneur plus ou moins variable en polyphénols qui, grâce à leurs propriétés anti-oxydantes, exercent des effets de protection de la santé. Ils vont de la prévention des maladies cardiovasculaires à la réduction de l'incidence de l'obésité, du diabète sucré et du cancer (**Bulletin, 2006**).

➤ **Malformations fœtales pendant la grossesse**

Les haricots contribuent également à réduire le risque de développer des anomalies fœtales (de tératologie) pendant la grossesse grâce à la présence abondante d'acide folique dans ces légumes (**Bulletin, 2006**).

➤ **Prévention du cancer**

Une recherche a permis d'étudier la composition phénolique et les activités anti-oxydantes et antiprolifératives des extraits de quelques écotypes de haricot commun qui sont analysés afin de déterminer leurs profils phénoliques (**Bulletin, 2006**).

➤ **Améliore le sommeil et combattent la dépression**

Répondre aux besoins quotidiens en acide folique peut également aider à éviter mais aussi à sortir de la dépression. Les consommer correctement peut empêcher un excès d'homocystéine dans le corps. En fait, trop d'homocystéine peuvent empêcher le sang et d'autres nutriments d'atteindre le cerveau et interférer avec la production des « hormones du bien-être », notamment la sérotonine, la dopamine et la noradrénaline. Cependant, ces derniers régulent l'humeur, le sommeil et surtout l'appétit. Par conséquent, les haricots pourraient être utiles pour maintenir une humeur au beau fixe et un sommeil régulier, essentiel pour la concentration à l'état de veille. Ils peuvent également réduire les niveaux de stress et de fatigue diurne, et enfin contrôler la sensation de faim en favorisant la satiété. Tout cela favorise le maintien d'un état psychophysique sain (**Bulletin, 2006**).

➤ **Maladies de la peau**

Ils ont une capacité incroyable à guérir les petites plaies, à améliorer l'état de la peau et à soulager les symptômes désagréables des maladies de la peau (**Bulletin, 2006**).

III.2.2. Féverole

➤ **Peut aider à prévenir les malformations congénitales**

Les fèves sont chargées de folate, un nutriment qui favorise le développement sain du fœtus. Le folate est essentiel à la biogénèse des cellules et d'organes. Une future mère a besoin de plus de folate dans les aliments et les suppléments pour réduire le risque d'anomalies du tube neural ou de problèmes de développement du cerveau et de la moelle épinière de son bébé (**Yves, 2011**).

➤ **Peut aider avec les symptômes de la maladie de Parkinson**

Elles sont riches en lévodopa (L-dopa), un composé que l'organisme convertit en neurotransmetteur dopamine. La maladie de Parkinson provoque la mort des cellules cérébrales productrices de dopamine, entraînant des tremblements, des problèmes de motricité et des difficultés à marcher. Ces symptômes sont généralement traités avec des médicaments contenant de la L-dopa (**Yves, 2011**).

➤ **Contient des nutriments stimulant le système immunitaire**

Manger régulièrement des fèves peut renforcer le système immunitaire puisqu'elles sont riches, en particulier, en composés qui peuvent améliorer l'activité anti-oxydante. Ces derniers sont

essentiels à la défense immunitaire du corps, car ils combattent les radicaux libres qui peuvent entraîner des dommages cellulaires et des maladies. Une étude en éprouvette a révélé que le traitement de cellules pulmonaires humaines avec des extraits de fèves augmentait leur activité anti-oxydante jusqu'à 62,5 % (Yves, 2011). De plus, elles contiennent des composés dont il est démontré qu'ils améliorent la capacité du puissant antioxydant glutathion dans les cellules humaines et retardent le vieillissement cellulaire (Yves, 2011).

➤ **Bénéfique pour la santé d'os**

Les fêveroles sont riches en manganèse et en cuivre, deux nutriments qui peuvent prévenir la perte osseuse. Leur rôle exact dans la santé des os n'est pas clair, mais des études sur des rats suggèrent que les carences en manganèse et en cuivre peuvent entraîner une diminution de la formation osseuse et une augmentation de l'excrétion de calcium (Yves, 2011).

➤ **Peut améliorer les symptômes de l'anémie**

Manger des fêveroles riches en fer peut aider à soulager les symptômes de l'anémie. Le fer est nécessaire à la production d'hémoglobine, la protéine qui permet à vos globules rouges de transporter l'oxygène dans votre corps. Une carence en fer peut entraîner une anémie, caractérisée par de la fatigue, de la faiblesse, des étourdissements et un essoufflement.

Une étude portant sur 200 jeunes femmes a révélé que celles qui signalaient un apport alimentaire insuffisant en fer étaient six fois plus susceptibles de souffrir d'anémie que celles dont l'apport était suffisant. Manger régulièrement des fêveroles et d'autres aliments végétaux riches en fer peut augmenter les niveaux de fer dans le sang et améliorer les symptômes de l'anémie. Cependant, les fèves contiennent une forme de fer qui est mieux absorbée par la vitamine C contenue dans les aliments, tels que les agrumes ou les poivrons (Yves, 2011).

De plus, les fêveroles ne sont pas recommandées pour les personnes atteintes d'un déficit génétique en glucose-6-phosphate déshydrogénase, car la consommation de ces haricots peut entraîner un autre type de problème sanguin appelé anémie hémolytique (Yves, 2011).

➤ **Peut améliorer l'hypertension artérielle**

Les fêveroles sont riches en nutriments qui peuvent améliorer la santé cardiaque. En particulier, ils contiennent du magnésium et du potassium qui peuvent détendre les vaisseaux sanguins et prévenir l'hypertension artérielle. Plusieurs études ont montré que le régime DASH (Dietary Approaches to Stop Hypertension), un régime alimentaire qui recommande des aliments riches en potassium et en magnésium, aide à réduire l'hypertension artérielle (Yves, 2011).

➤ **Peut aider à perdre du poids**

Les fèves peuvent être bonnes pour votre tour de taille. Une portion d'une tasse (170 grammes) de fèves fournit 13 grammes de protéines et 9 grammes de fibres - à seulement 187 calories (Yves, 2011). Une alimentation riche en protéines et en fibres peut améliorer la sensation de satiété, ce qui peut entraîner une diminution de l'apport calorique et une perte de poids. Une petite étude portant sur 19 adultes a révélé qu'un régime contenant 30 % de calories provenant de protéines augmentait la sensation de satiété et diminuait l'apport calorique quotidien de 441 calories en moyenne, par rapport à un régime contenant le même nombre de calories mais seulement 15 % de protéines (Yves, 2011). Une autre étude de quatre ans portant sur 522 personnes a observé que ceux qui suivaient un régime riche en fibres avec plus de 15 grammes de fibres pour 1 000 calories perdaient plus de cinq livres (2,4 kg) de plus que ceux qui suivaient un régime avec moins de fibres (Yves, 2011).

➤ **Peut aider à réduire le cholestérol**

La plupart des fibres contenues dans les fèves sont solubles et peuvent aider à réduire le taux de cholestérol. Les fibres solubles peuvent favoriser des selles saines en absorbant l'eau dans votre intestin, en formant une substance semblable à un gel et en ramollissant vos selles (Yves, 2011).

Il peut également se lier et éliminer le cholestérol de votre corps. En fait, plusieurs études ont montré que les fibres solubles peuvent aider à réduire le taux de cholestérol sanguin chez les adultes en bonne santé et chez ceux ayant des taux élevés.

Une étude de trois mois menée auprès de 53 adultes en bonne santé a révélé que ceux qui mangeaient deux grammes supplémentaires de fibres solubles par jour présentaient une diminution de 12,8 % du « mauvais » cholestérol LDL, tandis que le groupe qui mangeait moins de fibres n'avait pas de changements significatifs dans leur LDL (Yves, 2011).

Conclusion générale

Conclusion

Cette recherche bibliographique est menée sur l'étude comparative de la composition biochimique de deux légumineuses à savoir l'haricot blanc sec et la féverole. Ainsi, il s'est avéré que les graines des légumineuses, après une étude, sont caractérisées d'une part par une forte densité énergétique (333kcal-341kcal/100g à l'état sec) et d'autre part par une densité nutritionnelle importante. Les graines de ces aliments sont riches en fibres alimentaires (de 15.2g-25g/100g à l'état sec) en différents types de protéines (23.4-26.1/100g) en particulier en lysine, méthionine, en cystéine et tryptophane par rapport à des aliments de référence (féculent, viande, lait), en hydrates de carbone (60-66g /100g), en vitamines du groupe B (notamment de folates), en fer (6.7- 10.4mg/100g), en cuivre, en magnésium, en manganèse, en zinc (3.14-3.67mg/100g) et en phosphore. Les légumineuses ont des teneurs naturellement faibles en acides gras saturés, du fait qu'elles sont des végétaux, comme elles sont exemptes de cholestérol. Ces aliments ont un faible indice glycémique, entre 10 et 40.

En plus des inhibiteurs de protéases, plusieurs graines de légumineuses contiennent des composés toxiques comme les lectines et l'acide phytique, qui ont montré lors d'une étude menée in vivo sur des modèles animaux que certaines lectines (hémagglutinine) dont les taux sont élevés peuvent provoquer des diarrhées et vomissements, ainsi qu'une irritation de la muqueuse intestinale. Cependant, elles sont en grande partie désactivées par la cuisson ce qui réduit considérablement le risque de toxicité pour l'homme. Alors que l'acide phytique présent essentiellement dans l'enveloppe des graines bloque la libération des minéraux et constitue ainsi un obstacle important à leur absorption. Tandis que le trempage et la fermentation réduisent sensiblement la teneur en acide phytique, mais le traitement le plus efficace reste la germination. Pour chacun de ces facteurs antinutritionnels l'effet est proportionnel à la dose et il est important de noter que leur teneur varie non seulement en fonction de la légumineuse considérée mais aussi du cultivar. Comme leurs effets négatifs sont en plus modulés par les procédés de préparation des graines, les effets négatifs des facteurs antinutritionnels seront surtout observables lors de la consommation monotone d'une graine non cuite particulièrement riche en ces composés. A cet effet, il faut utiliser la préparation culinaire adaptée et varier les plaisirs donc, essentiellement retenir que les légumineuses permettent d'apporter une quantité significative de fibres tout en limitant la consommation de protéines animales.

Il faut signaler, cependant, que de nombreuses études montrent, en effet que, l'ingestion de légumineuses atténue la réponse glycémique postprandiale, et que leur consommation régulière permet d'améliorer le control glycémique chez les patients diabétiques. L'effet hypocholestérolémiant des fibres solubles des graines de légumineuses est également clairement

démonstré, et leur consommation régulière peut ainsi participer à la prévention des risques cardiovasculaires. Enfin, la consommation de légumineuses peut être bénéfique pour la gestion du poids corporel et la prévention de l'obésité. Leur inclusion dans un régime sans restriction calorique entraîne en effet une légère mais significative perte de poids.

Références

Références

- **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.
- **Alain Rey.,** (2011). Dictionnaire historique de langue française, Nathan, p 2000.
- **Alba la, K.** (2007). a history. New York: Berg.
- **Amin, M. S., Metwally, H. G., Elshinawy, M. Z., & Abdallah, M. F.,** (2020). Effect of seaweed extract and biofertilizer on organic production of common bean seeds (*Phaseolus vulgaris* L.). *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, (Articles in Press).
- **Anonyme 02 :** <https://www.qooq.com/ingredients/haricots-blancs>. Consulté le 03/04/2022
- **Arese P., De Flora A.,** (27, 1, 1990) Pathophysiology of hemolysis in glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency, In *Seminars in hematology*, Elsevier, 1-40.
- **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.
- **B. Juven, Y. Henis, B. Jacoby.,** (1972). Studies on the Mechanism of the Antimicrobial Action of Oleuropein. *Journal of Applied Bacteriology*. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1972.tb03737.x>
- **Bailey.,** (1975). The mathematical theory of infections diseases and its application, Landon: Griffin. 2nd Edition.
- **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 LA, Thompson AM, Tees MT et al.,** (2011). Non-soy legume consumption lowers cholesterol levels: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*;21(2):94-103.
- **Beraud.,** (2007). Etude des effets écotoxiques et de l'induction des phytochélatines chez *Vicia faba* L. (fabaceae) exposée au cadmium. Application de test *Vicia* –micronoyaux à des matrices. Metz .Université de Mets 107p. Thèse de doctorat.
- **Bernal G. et Graham P. H.** (2001). Diversity in the rhizobia associated with *Phaseolus vulgaris* L. in Ecuador, and comparisons with Mexican bean rhizobia. *Canadian J. of Microbiol.* 47(6): 526-534.

- **Bonduelle, (2018)**. Quand semer des haricots verts en fonction de la variété et de la région ?. mention légales protection des données.
- **Boyardieu, (1991)**. Encyclopédie des technique agricoles: production végétale-Blé Tendre- Ed : paris. 20-21.
- **Bulletin Bimensuel, (2006)**. Haricot sec : situation perspectives. Agriculture et agroalimentaire. Canda. 19(19). pp8.
- **C. A. SIEVWRIGHT, W. F. SHIPE., (1986)** ffect of Storage Conditions and Chemical Treatments on Firmness, in Vitro Protein Digestibility, Condensed Tannins, Phytic Acid and Divalent Cations of Cooked Black Beans (*Phaseolus vulgaris*). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1986.tb11214.x>
- **Câmara.CRS., Urrea.C A. and Schlegel., (2013)**. Pinto Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as afunctional Food:Implications on Human Health. Agriculture.3. 90-1 11.
- **Canado, I. C., Doussinague, C., & Villena, E., (2003)**. Technicien en agriculture. Ed. Cultural S. A. Madrid.
- **Carbas, B., Machado, N., Oppolzer, D., Ferreira, L., Queiroz, M., Brites, C., ... & Barros, A. I., (2020)**. Nutrients, Antinutrients, Phenolic Composition, and Antioxidant Activity of Common Bean Cultivars and their Potential for Food Applications. *Antioxidants*, 9(2), 186.
- **Carbas, B., Pathania, S., Castanho, A., Lourenço, D., Veiga, I. M., Patto, M. C. V., & Brites, C., (2018)**. Elucidating potential utilization of Portuguese common bean varieties in rice based processed foods. *Journal of Food Science and Technology*, 55(3), 1056-1064.
- **Carre B., Brillouet JM., (1986)**. Yield and composition of cell wall residues isolated from various feedstuffs used for non-ruminant farm animal. *J. Sci. Food Agric.*, 37, 341 – 351.
- **Cerning J., SAPOSNIK A., Guilbota A., (1975)**. Carbohydrate composition of horse beans (*Vicia faba*) of different origins. *Cereal Chem.*, 52, 125-138.
- **Chacón M. I., Pickersgill S. B. et Debouck D. G., (2005)**. Domestication patterns in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and the origin of the Mesoamerican and Andean cultivated races. *Theor. Appl. Genet.* 110: 432-444.
- **Cheheb N., (1980)**. Essai de substitution du tourteau de soja par la fêverole autoclavée et le tourteau colza dans l'alimentation du poulet de chair, mémoire d'ingénieur, INA, Zootechnie.
- **Chen, Y., Zhang, H., Liu, R., Mats, L., Zhu, H., Pauls, K. P., ... & Tsao, R., (2019)**. Antioxidant and anti-inflammatory polyphenols and peptides of common bean (*Phaseolus vulga* L.) milk and yogurt in Caco-2 and HT-29 cell models. *Journal of Functional Foods*, 53, 125-135.
- **Chouaki S., Bessedik F., Chebouti A., Maamri F., Oumata S., Khaldoun S., Hamana M. F., Douzane M., Bellah F., Khaldoun A., (2006)**. INRAA-FAO. Deuxième rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques.
- **CIAT., (1989)**. CIAT informe anual. Cali, colombia : Centro Internacional de Agriculture Tropical (CIAT).

Références

- **Cobiac L., McArthur R., Nestel P.J.,** (1990). Can eating baked beans lower plasma cholesterol? *Eur J Clin Nutr* 44, 819–822.
- **Cobiac L., McArthur R., Nestel P.J.,** (1990). Can eating baked beans lower plasma cholesterol? *Eur J Clin Nutr* 44, 819–822.
- **Cominelli, E., Confalonieri, M., Carlessi, M., Cortinovia, G., Daminati, M. G., Porch, T. G., ... & Sparvoli, F.,** (2018). Phytic acid transport in *Phaseolus vulgaris*: A new low phytic acid mutant in the PvMRP1 gene and study of the PvMRPs promoters in two different plant systems. *Plant Science*, 270, 1-12.
- **Cordeiro, A. B., Ribeiro, R. A., Helene, L. C. F., & Hungria, M.,** (2017). *Rhizobium esperanzae* sp. nov., a N₂-fixing root symbiont of *Phaseolus vulgaris* from Mexican soils. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*, 67(10), 3937-3945.
- **Cotelle.,** (1999). Etude de la génotoxicité de matrices complexes à l'aide de plantes supérieures. Metz: Université de Metz. 179 p
- **Crepon K., Marget P., Peyronnet C., Carrouee B., Arese P., Duc G.,** (115, 3, 2010). Nutritional value of faba bean (*Vicia faba* L.) seeds for feed and food, *Field Crops Research*, 329-339.
- **da Silva, L. L., Veloso, T. G., Manhães, J. H., da Silva, C. C., & de Queiroz, M. V.,** (2020). The plant organs and rhizosphere determine the common bean mycobiome. *Brazilian Journal of Microbiology*, 1-8.
- **Dajoz R.,** (2003). Précis d'écologie 7^{ème} édition, Ed. Dunod, paris, p 615
- **Daoui K.,** (2007). Recherche de stratégies d'amélioration de l'efficacité d'utilisation du phosphore chez la fève (*Vicia faba* L.) dans les conditions d'agriculture pluviale au Maroc, Université Catholique de Louvain. 2007.27.
- **Degrassi, F. and Rizzoni, M.,** (1982). Micronucleus test in *Vicia faba* root tips to detect mutagen damage in fresh water pollutions. *Mut. Res.* 97: 19–22.
- **Delgado-Salinas, A., Bibler, R., & Lavin, M.,** (2006). Phylogeny of the genus *Phaseolus* (Leguminosae): a recent diversification in an ancient landscape. *Systematic Botany*, 31(4), 779-791.
- **Demarquilly C.; Andrieu J.,** (1988). Les fourrages. In *Alimentation des bovins, ovins et caprins*. INRA Publ., p: 315-335.
- **Demeyer D, De Smet S, Ulens M.,** (2014). The near equivalence of haem and non-haem iron bioavailability and the need for reconsidering dietary iron recommendations. *Eur J Clin Nutr.*; 68(6):750-1.
- **Dianes Mohamed el Amine.,** (2018). Effet de l'uranium sur le comportement physiologique et chimique de la féverole (*Vicia faba* L. minor), Master en sciences, Spécialité: Biodiversité et environnement, Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, p38.
- **Díaz A.M., Caldas G.V & Blair M.W.,** (2010). Concentrations of condensed tannins and anthocyanins in common bean seed coats. *Food Research International*, 43: 595-601.

Références

Effect of the cooking on physicochemical and starch digestibility properties of two varieties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown under different water regimes. *Food Chemistry*, 129: 358-365.

- **Didier Remond, Stéphane Walrand.**, (2017). Les graines de légumineuses: caractéristiques nutritionnelles et effets sur la santé, *Innovations Agronomiques*, Université Clermont Auvergne, INRAE, 60, 10.15454/1.5138524482202214E12, p 135.
- **Doyle et Luckow.**, (2003). Legume diversity and evolution in a phylogenetic context. *Plant physiology* ; 131, 900-910.
- **Duan et al.**,(1999). Genotoxicity of water samples from Dianchi lake detected by the *Vicia faba* micronucleus test. *Mutat. Res.- Fundam. Mol. Mech. Mutag.* 426(2):121-125.
- **Dupont F., Guignard J.L.**, (1989). Haricot nain (Bulletin des variétés). Edit. Masson. Collection: Abrégés pharma. Paris, 510P.
- **Eardly, B. D., Wang, F. S., Whittam, T. S., & Selander, R. K.**, (1995). Species limits in *Rhizobium* populations that nodulate the common bean (*Phaseolus vulgaris*). *Applied and Environmental Microbiology*, 61(2), 507-512.
- **El Tinay A.H., Mahgoub S.O., Mohamed B.E & Hamad M.A.** (1989). Proximate Composition and Mineral and Phytate Contents of Legumes Grown in Sudan. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2: 69-7.
- **Fachmann, Kraut .**, (2006). L'intérêt de la fève. Eds. Bourde. Paris. pp : 74.
- **FAO.** (2013). Mission FAO/PAM d'évaluation de la sécurité alimentaire à Madagascar.
- **FAO.** (2016). Légumineuses : Des graines nutritives pour un avenir durable.
- **Ferrara et al.**, (2004): Anticlastogenic, antitoxic and sorption effects of humic substances on the mutagen maleic hydrazide tested in leguminous plants. *Eur. J. Soil Sci.* 55(3):449-458.
- **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, 1145-59.
- **FNA MS : Fédération Nationale des Agriculteurs Multiplicateurs de Semences.**, (2021). Le haricot porte-graine, Commission Technique Interprofessionnelle « semences potagères ».
- **Fofana B., Vekemans X., Du Jardin P. et Baudoin J.P.** (1997). Genetic diversity in Lima bean (*Phaseolus Lunatus* L.) as revealed by RAPD markers. *Euphytica*. 95(2): 157-165.
- **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.

Références

- **Franco, A.A., Preira J.C., Neyra, C.A.,** (1979). Seasonal patterns of nitrate reductase and nitrogenase activities in *Phaseolus vulgaris* L. *Plant Physiol.* 63:421-424
- **Freytag G. F. et Debouck D. G.** (2002). Taxonomy, distribution, and ecology of the genus *Phaseolus* (Leguminosae–Papilionoideae) in North America, Mexico and Central America. *SIDA, Botanical Miscellany, Bot. Research Inst.* 23. Texas.
- **Freytag, G. F., & Debouck, D. G.** (2002). Taxonomy, Distribution, and Ecology of the Genus *Phaseolus* (Leguminosae-Papilionodeae) in North America, Mexico and Central America. *Taxonomía, distribución y ecología del género Phaseolus (Leguminosae-Papilionodeae) en Norteamérica, México y Centroamérica.* SIDA, Botanical Miscellany.
- **Gallais et Bannerot.,** (1992). Amélioration des espèces végétales cultivées. ISBM : 2-7380-0383. Paris ; p 768.
- **Garrido A., Cabrera A., Gomez A., Guerrero JE.,** (1988). Relationship between tannins content and "in vitro" nutritive value in seeds of 24 strains in *Vicia faba* L. In: Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds, p. 297-300.
- **Gepts P.,** (1990). Biochemical evidence bearing on the domestication of phaseolus (Fabaceae) beans.
- **Gerstein H.C., Miller M.E., Byington R.P., Goff D.C. Jr, Bigger J.T., Buse J.B., Cushman W.C., Genuth S., Ismail-Beigi F., Grimm R.H.Jr, Probstfield J.L., Simons-Morton D.G., Friedewald W.T.,** (2008). Effects of intensive glucose lowering in type 2 diabetes. *N Engl J Med* 358, 2545–2559.
- **Giampaoli S, Palmieri L., Panico S., Vanuzzo D., Ferrario M., Chiodini P., Pilotto L., Donfrancesco C., Cesana G., Segna R., Stamler J.,** (2006). Favorable Cardiovascular Risk Profile (Low Risk) and 10-Year Stroke Incidence in Women and Men: Findings from 12 Italian Population Samples. *Am J Epidemiol* 163, 893–902.
- **Giusti, F., Caprioli, G., Ricciutelli, M., Vittori, S., & Sagratini, G.,** (2017). Determination of fourteen polyphenols in pulses by high performance liquid chromatography-diode array detection (HPLC-DAD)
- **Gonzalez de Mejia, E., Castano-Tostado, E., et Loarca-Pina G.,** (1999). Antimutagenic effects of natural phenolic compounds in beans. *Mutation Research* (441): 1-9.
- **Gordon M.M .,** (2004). Haricot sec ; situation prospective et agroalimentaire. canada, pp1-7
- **Goyoaga C, Burbano C, Cuadrado C, Romero R., Guillamo'N E, Varela A, Pedrosa M M and Muzquiz M .,** (2011). Content and distribution of protein, sugars and inositol phosphates during the germination and seeding growth of two cultivars of *Vicia faba*. *Journal of food composition and analysis* 24, 391-397.
- **Graham, PH et Vance, CP.,** (2003). Legume importance and constraints to greater use. *Plant physiology*, 131: 872-877.

Références

- **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.
- **Hacina Benahmed, Christian Huyghe.,** (2015). Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables, Éditions Quæ RD 10, 78026 Versailles Cedex, p 10.
- **Hamadache A.,** (2003) la fève. Insti. Techn.gr. cult (I.T.G.C), 13p
- **Hamd-Alla, W., Ahmed, N., & Hefzy, M.,** (2020). Enhance productivity and net economic return by intercropping sunflower (*Helianthus annuus* L.) with common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) under drip irrigation. *European Journal of Biological Research*, 10(2), 57-73
- **Hubert F., Pierre P.,** (2003). Guide pour un diagnostic prairial. Deux outils en un, Chambre d'Agriculture des Pays de Loire. Martin Rosset W. et coll 2012. Alimentation et nutrition des chevaux. Edition QUAE-IFCE.
- **Hubert P.,** (1978). Recueil de fiches techniques d'agriculture spéciale à l'usage des lycées agricoles à Madagascar Antananarivo, BDPA.
- **INRA.,** (2007). Contribution à l'étude des principales maladies, parasites et ravageurs des fèves et féveroles. Institut Technique Des Grandes Cultures, Tiaret. Séminaire N°10:123-125.
- **J. Huisman.,** (1989). TFB. Van Der Peel, IE. Liener eds. Pudoc Publ. Wageningen (NL).
- **Jansa, J., Bationo, A., Frossard, E., & Rao, I. M.,** (2011). Options for improving plant nutrition to increase common bean productivity in Africa. In *Fighting poverty in Sub-Saharan Africa: the multiple roles of legumes in integrated soil fertility management* (pp. 201-240). Springer, Dordrecht.
- **Jenkins D.J., Wong G.S., Patten R., Bird J., Hall M., Buckley G.C., McGuire V., Reichert R., Little J.A.,** (1983). Leguminous seeds in the dietary management of hyperlipidemia. *Am J Clin Nutr* 38, 567–573.
- **Jenkins et al.,** (2012). Effect of legumes as part of a low glycemic index diet on glycemic control and cardiovascular risk factors in type 2 diabetes mellitus : a randomized controlled trial.
- **Kakon, S. S, Bhuiya, M. S. U., Hossain, S. M. A., Naher, Q., & Bhuiyan, M. D.,** (2016). Effect of nitrogen and phosphorus on growth and seed yield of French bean. *Bangladesh Journal of Agricultural Research*, 41(4), 759-772.

Références

- **Kan, L., Nie, S., Hu, J., Wang, S., Bai, Z., Wang, J., ... & Song, K.,** (2018). Comparative study on the chemical composition, anthocyanins, tocopherols and carotenoids of selected legumes. *Food Chemistry*, 260, 317-326.
- **Kayasi Y.,** (1991)., Méthode d'évaluation de deux traitements de mise en forme des aliments des animaux : cuisson-extrusion et agglomération. Application à la graine de féverole décortiquée. Thèse Doctorat Université de Nantes, 160 p.
- **Khaldi R ., ZEKRI S ., MAATOUGUI M .E.H et BEN YASSINE A .,** (2002). l'economie des legumineuse alimentaires au maghreb et dans le monde proceeding du 2eme séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA "le devenir des légumineuse dans le Maghreb ", Hammamet, 100p.
- **Kim S.J., de Souza R.J., Choo V.L., Ha V., Cozma A.I., Chiavaroli L., Mirrahimi A., Blanco Mejia S., Di Buono M., Bernstein A.M., Leiter L.A., Kris-Etherton P.M., Vuksan V., Beyene J., Kendall C.W., Jenkins D.J., Sievenpiper J.L.,** (2016). Effects of dietary pulse consumption on body weight: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr* 103, 1213-1223.
- **Koppen and Verschaeve.,** (1996): The alkaline comet test on plant cells: A new genotoxicity test for DNA strand breaks in *Vicia faba* root cells. *Mutat. Res.-Environ. Mutag. Related Subj.* 360 (3):193-200.
- **Krimi Sabrina, . Bouhaies Amani e t Felouat Rayene.,** (23/09/2021). Symbiose Rhizobium-légumineuse et diversité des rhizobia nodulant les légumineuses de la tribu des Viciae, Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master, Université des Frères Mentouri Constantine Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, P7.
- **Lacassagnel L.,** (1988). Alimentation des volailles: sub stituts au tourteau de soja. Les protéagineux. *INRA Prod. Anim.*, 1, 47-57.
- **Larbier M et Leclercq B.,** (1992). Nutrition et alimentation des volailles. Institut national de la recherche agronomique, INRA paris. ISBN : 2-7380-0336-2. ISSN : 1150-3564.
- **Lecerf, J.M.** (1995). L'intérêt nutritionnel du soja. *Nutrition clinique et métabolisme*(9), p. 137. doi: 10.1016/S0985-0562(05)8009 1-3.
- **Lecomte B.,** (1997). Étude du développement embryonnaire in vivo et in vitro dans le genre *Phaseolus* L. Thèse doct. Sci. Agron. Gembloux, Belgique Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux. 186 p.
- **Lewis et al.,** (2005). Legumes of the word. Richmonde, USA : Royal Botanic Gardens, Kew, 577pp.
- **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

Références

- **Li Tao¹, ZHENG Xiaogu¹, DAI Yongjiu¹, YANG Chi¹, CHEN Zhuoqi¹, ZHANG Shupeng¹, WU Guocan¹, WANG Zhonglei¹, HUANG Chengcheng¹, SHEN Yan², and LIAO Rongwei.**, (2014). Mapping Near-surface Air Temperature, Pressure, Relative Humidity and WindSpeed over Mainland China with High Spatiotemporal Resolution. DOI:10.13140/2.1.4690.7849.
- **Lichtenstein, A.H., Appel, L.J., Brands, M., Carnethon, M., Daniels, S., Franch, B.A., et al.** (2006). Diet and life style recommendations revision 2006: a scientific statement from the American Heart Association Nutrition Committee. *Circulation*, 114, 82-6.
- **Liener IE.**, (1979). Significance for humans of biologically active factors in soybeans and other food legumes. *J. Am. Oil Chemist's Soc.*, 56, 121-129.
- **Liener IE.**, (1986). Nutritionnal significance of lectins in the diet. In: *The lectins: properties, functions and applications in biology and medicine*. IE. LIENER, N. SHARON, IJ. GOLSTEIN eds, Academic press Inc., London. p. 527-552.
- **Lynch SR, Beard JL, Dassenko SA et al.**, (1984). Iron absorption from legumes in humans. *Am J Clin Nutr.*; 40(1):42-7.
- **Madr**, (2014). *Annuaire statistiques du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural*.
- **Mansouri L**, (2020). étude des effets des facteurs biotiques et abiotiques sur la nodulation chez le haricot (*Phaseolus vulgaris*), thèse de doctorat en sciences biologie, p 09.
- **Maquet A., Zoro Bi I., Delvaux M., Wathelet B. et Baudoin J. P.**, (1997). Genetic structure of a Lima bean base collection using allozyme markers. *Theor. Appl. Genet.* 95: 980-991.
- **Marcato-Romain et al.**, (2009): New direct contact approach to evaluate soil Maroc, Université Catholique de Louvain. 277
- **Marquardt R R., Ward AT.**, (1984). Chick performances as affected by autoclave treatment of tannin containing and tannin free faba beans. *Fabis Newsletter*, 23-25.
- **Massa, N., Cesaro, P., Todeschini, V., Capraro, J., Scarafoni, A., Cantamessa, S., ... & Berta, G.**, (2020). Selected autochthonous rhizobia, applied in combination with AM fungi, improve seed quality of common bean cultivated in reduced fertilization condition. *Applied Soil Ecology*, 148,103507.
- **McCrorry M.A., Hamaker B.R., Lovejoy J.C., Eichelsdoerfer P.E.**, (2010). Pulse consumption, satiety, and weight management. *Adv Nutr* 1:17-30.

Références

- **Michel Pitrat et Claude Foury (coord.)**, (2003) *Histoires de légumes, des origines à l'orée du XXI^e siècle*, Paris, INRA éditions, 410 p. (ISBN 978-2-738-01066- 7 et 2-7380-1066-0)
- **Mojica, L., de Mejia, E. G., Granados-Silvestre, M. Á., & Menjivar, M.**, (2017). Evaluation of the hypoglycemic potential of a black bean hydrolyzed protein isolate and its pure peptides using in silico, in vitro and in vivo approaches. *Journal of Functional Foods*, 31, 274-286.
- **Moreno-Jiménez, M. R., Cervantes-Cardoza, V., Gallegos-Infante, J. A., González-Laredo, R. F., Estrella, I., García-Gasca, T. D. J., ... & Rocha-Guzmán, N. E.**, (2015). Phenolic composition changes of processed common beans: their antioxidant and anti-inflammatory effects in intestinal cancer cells. *Food Research International*, 76, 79-85.
- **Muduuli DS., Marquardt RR., Guenter W.**, (1981). Effect of dietary vicine on the productive performance of laying chickens. *Can. J. Anim. Sci.*, 61, 757-764.
- **Muduuli DS., Marquardt RR., Guenter W.**, (1982). Effect of dietary vicine and vitamin E supplementation on the productive performance of growing and laying chickens. *Br. J. Nutr.*, 47, 53-60.
- **Mwenda, G. M., O'Hara, G. W., De Meyer, S. E., Howieson, J. G., & Terpolilli, J. J.**, (2018). Genetic diversity and symbiotic effectiveness of *Phaseolus vulgaris*-nodulating rhizobia in Kenya. *Systematic and Applied Microbiology*, 41(4), 291-299.
- **Mwenda, G.**, (2017). Characterization of nitrogen-fixing bacteria from *Phaseolus vulgaris* L. in Kenya (Doctoral dissertation, Murdoch University).
- **Nanjareddy, K., Arthikala, M. K., Gómez, B. M., Blanco, L., & Lara, M.**, (2017). Differentially expressed genes in mycorrhized and nodulated roots of common bean are associated with defense, cell wall architecture, N metabolism, and P metabolism. *PLoS one*, 12(8), e0182328.
- **Nassary, E. K., Baijukya, F., & Ndakidemi, P. A.**, (2020). Assessing the Productivity of Common Bean in Intercrop with Maize across Agro-Ecological Zones of Smallholder Farms in the Northern Highlands of Tanzania. *Agriculture*, 10(4), 117.
- **Nassary, E.K., Baijukya, F. & Ndakidemi, P.A.**, (2020). Productivity of intercropping with maize and common bean over five cropping seasons on smallholder farms of Tanzania. *European Journal of Agronomy*, 113, 125964.
- **Nissen SE, Wolski K.**, (2007). Effect of rosiglitazone on the risk of myocardial infarction and death from cardiovascular causes. *N Engl J Med* 356, 2457–2471.
- **Nyabyenda, P.**, (2005). *Les plantes cultivées en régions tropicales d'altitude d'Afrique: généralités, légumineuses alimentaires, plantes à tubercules et racines céréales*. Presses agronomiques de Gembloux.

Références

- **Oomah, B. D., Patras A., Rawson A., Singh N., and Compos-Vega R.** (2011). "Chemistry of pulses : Pulse foods: processing, quality and nutraceutical applications". *Amsterdam, Elsevier*, 475.
- **Oosthuizen W., Scholtz C.S., Vorster H.H., Jerling J.C., Vermaak W.J.H.,** (2000). Extruded dry beans and serum lipoprotein and plasma haemostatic factors in hyperlipidaemic men. *Eur J Clin Nutr* 54, 373–379.
- **Organisation for Economic Co-operation and Development.,** (2015). Consensus Document on Compositional Considerations for New Varieties of COMMON BEAN [*Phaseolus vulgaris* L.]: Key Food and Feed Nutrients, Anti-nutrients and Other Constituents. OECD Environment, Health and Safety Publications.paris. Series on the Safety of Novel Foods and Feeds. No. 27.
- **Ouslim S,** (2016). BNL associées aux légumineuses alimentaires (*vicia faba* L) dans l'ouest Algérien « caractérisation et importance », Thèse en vu de l'obtention du diplôme de doctorat (LMD), p 7.
- **Palmieri L., Donfrancesco C., Giampaoli S., Trojani M., Panico S., Vanuzzo D., Pilotto L., Cesana G., Ferrario M., Chiodini P., Segà R., Stamler J.,** (2006). Favorable cardiovascular risk profile and 10-year coronary heart disease incidence in women and men: results from the Progetto CUORE. *Eur J Cardiovasc Prev R* 13, 562–570.
- **Papanikolaou et Fulgoni.,** (2008). Bean consumption is associated with greater nutrient intake. *Reduced Systolic Blood Pressure,....5* ; pp 569-576
- **Peix, A., Ramírez-Bahena, M. H., Velázquez, E., & Bedmar, E. J.,** (2015). Bacteria associations with legumes. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 34(1-3), 17-42.
- **Porch, B., SJ, D., GD, J., & AS, K. DJ, & Dempewolf, H.,** (2013). Use of Wild Relatives and Closely Related Species to Adapt Common Bean to climate Change. *Agronomy*, 3(2), 433-461.
- **Pujolà, M., Farreras, A., & Casañas, F.,** (2007). Protein and starch content of raw, soaked and cooked beans (*Phaseolus vulgaris* L). *Food Chemistry*, 102(4), 1034-1041.
- **Purseglove, J. W.,** (1968). *Tropical Crops: Dicotyledons*, Longmans, Longmans, London.
- **Rachef, S. A, Ouamer., and Ouffroukha, F.R.,** (2005). Inventaire des ravageurs de fève en Algérie (identification et caractérisation. *I.N.R.A.16*: 36-41.
- **Radetski CM, Ferrari B., Cottele S., Masfareaud JF, Ferard JF.,** (2004). Evaluation of the genotoxic, mutagenic and oxidant stress potentials of municipal solid waste incinerator bottom ash lactates. *Sci .Total Environ* .333(1-3), 209 -218

Références

- **Raj N.K., Reddy Sripal M., Chaluvadi M. R. et Krishna D.R.,** (2001). bioflavonoids classification, pharmacological, biochemical effects and therapeutic potential. Indian Journal of Pharmacology, vol. 33, pp 2-16.
- **Recchia, G. H., Konzen, E. R., Cassieri, F., Caldas, D. G., & Tsai, S. M.,** (2018). Arbuscular mycorrhizal symbiosis leads to differential regulation of drought-responsive genes in tissuespecific root cells of common bean. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1339.
- **Rémond D. et Walrand S.** (2017). Les graines de légumineuses: caractéristiques nutritionnelles et effets sur la santé. *Innovations Agronomiques*, INRA, 2017, p60.
- **Reverri, E. J., Randolph, J. M., Kappagoda, C. T., Park, E., Edirisinghe, I., & Burton-Freeman, B. M.,** (2017). Assessing beans as a source of intrinsic fiber on satiety in men and women with metabolic syndrome. *Appetite*, 118, 75-81.
- **Schneider, A., Huyghe, C., Maleplate, T., Labalette, F., Peyronnet, C., Carrouée, B.** (2015). Les légumineuses dans l'agriculture française. *Colloque Légumineuses*.
- **Schnohr P.L., Lange P., Scharling H., Jensen J.S.,** (2006). Long-term physical activity in leisure time and mortality from coronary heart disease, stroke, respiratory diseases, and cancer. *The Copenhagen City Heart Study. Eur J Cardio Prev R* 213, 173–179.
- **Schreiner M.,** (2005).Vegetable crop management strategies to increase the quantity of phytochemicals. *Europe an Journal of Nutrition*, 44 (2): 85-94.
- **Shamseldin, A., & Velázquez, E.,** (2020). The promiscuity of *Phaseolus vulgaris* L. (common bean) for nodulation with rhizobia: a review. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 36(63), 63.
- **Shi, Z., Zhu, Y., Teng, C., Yao, Y., Ren, G., & Richel, A.,** (2020). Anti-obesity effects of α -amylase inhibitor enriched-extract from white common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) associated with the modulation of gut microbiota composition in high-fat diet-induced obese rats. *Food & Function*, 11(2), 1624-1634.
- **Singh 1992; Singh S.P.,** (1992). Common bean improvement in the tropics. *Plant Breed. Rev.*, 10, 199-269.
- **Singh.,** (2001). **Singh, G. P., Singh, P. L., & Panwar, A. S.,** (2011). Response of groundnut (*Arachis hypogaea*) to biofertilizer, organic and inorganic sources of nutrient in North East India. *Legume Research-An International Journal*, 34(3), 196-201.
- **Sobrini FJ., Santidrian S., Larralde J.,** (1982).Nutritive value and effect of tannin content of *Vicia faba equina* and minor seeds on the rate of growth in growing rats,FABIS, Newsletter
- **Srisuma N, Hammerschmidt R, Uebersax M. A,Ruengsakulrach S,Bennink M. R , Hosfield G. L ,** (1989). Storage Induced Changes of Phenolic Acids and the

Development of Hard-To-Cook in Dry Beans (*Phaseolus vulgaris* var. Seafarer).
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1989.tb03069.x>

-
- **Stamler J., Daviglius M.L., Garside D.B., Dyer A.R., Greenland P., Neaton J.D.,** (2000). Relationship of Baseline Serum Cholesterol Levels in 3 Large Cohorts of Younger Men to Long-term Coronary, Cardiovascular, and All-Cause Mortality and to Longevity. *JAMA*. 284, 311–318.
- **Toews, R., & Wang, N.,** (2013). Physicochemical and functional properties of protein concentrate from pulses. *Food Research International*, 52(2), 445-451.
- **Tosh, S. M., and Yada, S.** (2010). "Dietary fibres in pulse seeds and fractions: Characterization, functional attributes, and applications." *Food Research International*, 43(2), 450-460.
- **Uebersax, M., and Occena, L.** (2003). "Legumes: Legumes in Diet." *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 3520-3534.
- **UNIP.,** (2014). lettre de l'UNIP sur les productions et les marchés. 28 novembre 2014, n° 394.
- **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.
- **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
- **Wang PX., Überschar KH.,** (1990). The estimation of vicine, convicine and condensed tannins in 22 varieties of fababeans (*Vicia faba* L.). *Anim. Feed Sci. Technol.*, 31, 157-165.
- **Wang, H –F., Zong, X-X., Guang, J-P., Youg, T., sun, X-L, Ma,Y., Redden,R.,** (2012). Genetic diversity and relationship of global faba bean (*vicia faba* L.) germplasm revealed by.ISSR markers. *Theor APPL Genet.*124: 789-797.
- **Weber undBleiholder et al., 1990;** Lancashire et al., 1991, in Uwe Meier., 2001. Stades phénologiques des mono-et dicotylédones cultivées. 2 Édition.
- **Wortmann, C. S.,** (1998). Atlas of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) production in Africa (No. 297). CIAT.
- **Wortmann, C. S.,** (2006). "Phaseolus vulgaris L. (common bean): Protas 1: Cereals and pulses/Céréales et légumes secs".
[http://database.prota.org/PROTAhtml/Phaseolus%20vulgaris%20\(common%20bean\)_En.htm](http://database.prota.org/PROTAhtml/Phaseolus%20vulgaris%20(common%20bean)_En.htm).
- **Wortmann, C. S., Brink, M., & Belay, G.,** (2006). *Phaseolus vulgaris* L.(common bean). Record from PROTA4U. Brink, M. & Belay, G. (Editors). PROTA (Plant

Références

Resources of Tropical Africa/Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands.

- **Yang, Q. Q., Farha, A. K., Cheng, L. Z., Kim, G., Zhang, T., & Corke, H.,** (2020). Phenolic content and in vitro antioxidant activity in common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) are not directly related to anti-proliferative activity. *Food Bioscience*, 100662.
- **Yang, Y., He, Q., Sun, H., Cao, X., Elfalleh, W., Wu, Z., ... & He, S.,** (2018). PEGylation may reduce allergenicity and improve gelling properties of protein isolate from black kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Bioscience*, 25, 83-90.
- **Yusuf S., Hawken S., Ounpuu S., Dans T., Avezum A., Lanus 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.
- **Yves Beckers.,** (2011). La féverole, Unité de Zootechnie, Gembloux Agro-Bio Tech. Université de Liège.
- **Zakhia F. & de Lajudie P.,** (2006). la taxonomie bactérienne moderne: revue des techniques application à la caractérisation des bactéries nodulantes des légumineuses (BNL). *Canadian Journal of Microbiology*. 52 : p169.