



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



Université des Frères Mentouri Constantine  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة  
كلية علوم الطبيعة و الحياة

**Département :** Biologie et Ecologie Végétale . **قسم :** بيولوجيا و ايكولوجيا النبات.

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master**  
**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie  
**Filière :** Sciences Biologiques  
**Spécialité :** Biologie et Génomique Végétale

Intitulé :

---

# Etude de la variation chromosomique chez l'espèce *Vicia faba L.*

---

**Présenté et soutenu par :** BENTAMA Nourelhouda  
BOURSAS Samia

**Le :** 18/06/2016

**Jury d'évaluation :**

**Président du jury :** Mr. KELLOU Kamel (MAA- UFM Constantine).

**Rapporteur :** Dr. HAMMOUDA-BOUSBIA Dounia (MCA- UFM Constantine).

**Examineurs :** Mr. TEMAGOULT Mahmoud (MAA- UFM Constantine).

*Année universitaire*  
*2015 - 2016*



# *Remerciements*



## Remerciement

C'est avec l'aide de dieu tout puissant que ce modeste projet a pu être réalisé, dieu qui nous a donné fois, raison et lucidité.

Dieu merci.

Au terme de ce travail, Nous tenons à présenter nos vifs remerciements, les plus sincères à notre encadreur **madame Hammouda Dounia B**, (MCA à UFM constantine), d'avoir proposé ce travail, pour sa disponibilité, ses conseils précieux et ses encouragements qu'elle nous prodigués tout au long de ce mémoire.

Nous tenons également à présenter nos remerciements les plus cordiaux à **Mr. KELLOU Kamel** (MAA- UFM Constantine) pour avoir accepté de présider ce jury, qu'il trouve ici l'expression de notre profond respect.

Nos vifs remerciements s'adressent à **Mr. TEMAGOULT Mahmoud** (MAA-UFM Constantine), qui a bien voulu examiner ce manuscrit et juger ce travail. qu'il trouve ici l'expression de notre profond respect.

On tient également à remercier l'ensemble du personnel du laboratoire de l'université de constantine (chaabet rasas) pour leur générosité et leur bonne humeur particulièrement reconnaissantes envers Mme Radia qui nous a toujours accueillie avec hospitalité.



# *Dédicaces*



## Dédicaces

Je dédie ce travail

### **A MA TRÈS CHÈRE MÈRE :**

Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi. Tu m'as comblé avec ta tendresse et affection tout au long de mon parcours. En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour toi, reçoit ce travail en signe de ma vive reconnaissance et ma profonde estime. Puisse le tout puissant te donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.

### **A MON TRÈS CHER PÈRE :**

Autant de phrases et d'expressions aussi éloquentes soit-elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Tu as su m'inculquer le sens de la responsabilité, de l'optimisme et de la confiance en soi face aux difficultés de la vie. Je ferai toujours de mon mieux pour rester ta fierté et ne jamais te décevoir. Que Dieu le tout puissant te préserve, t'accorde santé, bonheur, quiétude de l'esprit et te protège de tout mal.

### **A mes très chers et adorables sœurs et frères :**

Asma, Zaki, Chaima et Souhail

En témoignage de mon affection fraternelle, de ma profonde tendresse et reconnaissance, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de succès et que Dieu, le tout puissant, vous protège et vous garde.

### **A tous les membres de ma famille**

### **A mes amies de toujours :**

En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble. Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond et mon affection la plus sincère.

### **A mon encadreur Mme Hammouda Dounia**

### **A ma chère samia et toute famille**

### **A tous les membres de ma promotion.**

### **A tous ceux qui me sont chers et que j'ai omis de citer.**

**Nourelhouda**

## Dédicaces

Que ce travail témoigne de mes respects :

**A mes parents** : Grâce à leurs tendres encouragements et leurs grands sacrifices, ils ont pu créer le climat affectueux et propice à la poursuite de mes études.

Aucune dédicace ne pourrait exprimer mon respect, ma considération et mes profonds sentiments envers eux. Je prie le bon Dieu de les bénir, de veiller sur eux, en espérant qu'ils seront toujours fiers de moi.

**A Mon cher frère Hamza**, les mots ne suffisent guère pour exprimer l'attachement, l'amour et l'affection que je porte pour toi.

**A Mon cher petit frère Aymen** qui présent dans tous mes moments d'examens par son soutien moral et ses belles surprises sucrées. Je te souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité.

**A ma très chère sœur Meriem, son mari Souhail**, En témoignage de l'attachement, de l'amour et de l'affection que je porte pour vous. Malgré la distance, vous êtes toujours dans mon cœur. Je vous remercie pour votre hospitalité sans égal et votre affection si sincère.

**A mon fiancé Saber et sa famille** Tes sacrifices, ton soutien moral et matériel, ta gentillesse sans égal, ton profond attachement m'ont permis de réussir mes études.

**A mon encadreur Mme Hammouda Dounia** pour son aide et sa précieuse attention

**A ma chère Houda et à toute sa famille**

**A tous mes amis et mes collègues** : Ils vont trouver ici le témoignage d'une fidélité et d'une amitié infinie.

**Samia.**

## Résumé

Le travail que nous avons entrepris a permis d'élargir nos connaissances en caryomorphologie de l'espèce *vicia faba* L. (Aguadulce, Shale, Histal et féverole), en appliquant la technique de coloration classique.

Nous avons pu déterminer et caractériser les caryotypes de chaque génotype. Deux satellites et une constriction secondaire sont mis en évidence sur les chromosomes des génotypes Aguadulce, Shale et Histal respectivement. Rappelons que les satellites sont munis de régions organisatrices nucléolaires (N.O.R) codant pour les gènes ribosomiques. De ce fait, la formule caryotypique d'Aguadulce et féverole (ou Sidi Aich) est décrite comme suite:

$2n=2x=12t+2m=14$ , alors que celle de Shale et Histal est :  $2n=2x=10t+2m=12$ .

Signalons que les tailles des chromosomes sont différentes. Les grandes tailles sont observées chez les génotypes à 14 chromosomes et les petites tailles sont détectées chez les génotypes à 12 chromosomes. Globalement, les caryotypes sont symétriques tant pour la forme que pour la taille (I.A.S). Également des chromosomes B sont observés particulièrement chez le génotype Shale.

**Mots clés :** Caryotype, chromosome B, constriction secondaire, satellite, *vicia faba* L

## Abstract

The work we have undertaken has expanded our caryo-morphology knowledge of the specie *Vicia faba* L. (Aguadulce, Shale, and faba bean Histal) by applying conventional staining technique.

We were able to identify and characterize the karyotype of each genotype. Two satellite and secondary constriction are highlighted on chromosome of the genotypes Aguadulce Shale and Histal respectively. Recall that the satellites are equipped with nucleolar organizer regions (N.O.R) encoding ribosomal genes. Therefore, the karyotype formula of Aguadulce and Sidi Aich is described as following:  $2n = 2x = 12t + 2m = 14$ , while that of Shale and Histal is:

$$2n = 2x = 12 = 10t + 2m.$$

Note that the sizes of the chromosomes are different. The larger sizes are observed among genotypes with 14 chromosomes and small sizes are detected in genotypes with 12 chromosomes. Overall, the karyotypes are symmetrical both in form and size (I.A.S). Also B chromosomes are observed especially in the genotype Shale.

Keywords: karyotype, chromosome B, secondary construction, satellite, vicia faba L

## الملخص

العمل الذي قمنا به سمح لنا بتوسيع معارفنا حول النمط الوراثي و الشكلي caryo-morphologique للنوع (Vicia faba L (Aguadlce, Féverole –sidi Aich- Shale, Hista) من خلال تطبيق تقنية سيتوجينيك التقليدي Cytogénétique classique لقد تمكنا من تحديد و وصف النمط الوراثي لكل صنف. تم تحديد زوجين من الأقمار Satellite و بنية ثانوية Constriction secondaire على صبغيات الاصناف Aguadlce, Shale, Hista على التوالي. مع الذكر أن الأقمار Satellite محمولة على مناطق تنظيم نووية NOR و التي ترمز الجينات الريبوزومية Genes rébosomiques. لذلك صيغة النمط الوراثي للأصناف Aguadlce Féverole –sidi Aich- تعرض على النحو التالي  $2n=2x=12t+2m=14$  في حين صيغة النمط الوراثي للأصناف Shale, Hista  $2n=2x=10t+2m=12$  مع العلم ان احجام الصبغيات مختلفة حيث إن الأحجام الكبيرة لوحظت لدى الأصناف التي تحمل 14 صبغي بينما الأحجام الصغيرة لدى الاصناف التي لديها 12 صبغي على العموم. النمط الوراثي متناظر من حيث الشكل و الحجم I.A.S. كذلك لوحظ وجود Chromosomes B عند الصنف Shale

### الكلمات المفتاحية

Caryotype, chromosome B, construction secondaire, satellite, vicia faba

## Liste des tableaux

**Tableau 01:** Description des variétés de fève inventoriées en Afrique du Nord. (INRAA, 2006).

**Tableau 02:** évaluation de la superficie et production de la fève et féverole en Algérie (Anonyme, 2009).

**Tableau 03 :** nomenclature chromosomique proposée par **Levan et al** 1964.

**Tableau 04 :** Liste des géotypes introduits dans une étude cytogénétique.

**Tableau 05 :** Données morphométriques de géotype Aguadulce

**Tableau 06 :** Données morphométriques de géotype Féverole

**Tableau 07 :** Données morphométriques de géotype Shale.

**Tableau 08 :** Données morphométriques de géotype Hista.

## Liste des figures

**Figure 1 :** Classification des légumineuses de la famille des Papilionoideae (Zhu et al. 2005).

**Figure 2 :** Quelques graines de légumineuses.

**Figure 3 :** Les différents organes de la fève.

**Figure 4 :** Classification de *vicia faba* L. selon Muratova (Guen et Duc .1996).

**Figure 5:** (a) Graines de *Vicia faba major*, (b )Graines de *Vicia faba minor*( c) Graines de *Vicia faba equina*.

**Figure 6 :** Evaluation des productions (qx) de la fève par rapport aux autres légumineuses alimentaires en Algérie de 2002 à 2012 (Anonyme, 2013).

**Figure 7 :** maladies de la fève.

**Figure 8 :** les graines de génotypes de *vicia faba* L.

**Figure 9 :** photo microscope de type Leica DM 4000.

**Figure 10 :** Caryotype de l'espèce *Vicia faba* L. ( génotype. Aguadulce).

**Figure 11 :** Caryotype de l'espèce *Vicia faba* L. (génotype. sidi Aich).

**Figure 12 :** Caryotype de l'espèce *Vicia faba* L. (génotype. Shale).

**Figure 13 :** Caryotype de l'espèce *Vicia faba* L. (génotype. Histal).

**Figure 14 :** Représentation. Des caryogrammes et des idiogrammes de quatre Génotypes de *Vicia faba* : chromosomes acrocentriques (t) et métacentriques (m). Une constriction secondaire sur le chromosome 1 de Histal. Deux paires de Satellites localisés sur les chromosomes marqueurs 3 et 1 d'Aguadulce et Shale.

## Liste des abréviations

<b>m</b>	Métacentrique sensu largo
<b>Sm</b>	Submétacentrique
<b>t</b>	Acrocentrique
<b>St</b>	Satellite
<b>Fish</b>	Hybridation in situ par fluorescence
<b>Gich</b>	Génomique in situ hybridation
<b>ITGC</b>	Institut Technique des Grandes Cultures
<b>H</b>	Heure
<b>FOA</b>	Food and Agriculture Organisation
<b>Mn</b>	Minute
<b>µm</b>	Micro mètre
<b>NOR</b>	organisation ribosomique necleoére
<b>Fig</b>	Figure
<b>Tab</b>	Tableau

# Sommaire

# Sommaire

<b>Introduction</b> .....	1
<b>Chapitre I: Revue bibliographique</b>	
I.1 Généralités sur la famille des fabacées .....	3
I.1.1 Caractéristiques des légumineuses alimentaires.....	3
I.2 Description de l'espèce d'étude <i>vicia faba</i> L.....	5
I.3 Classification botanique .....	6
I.3.1 liste des sous-espèces et variétés .....	7
I.4 Ressources génétiques.....	9
I.5 Origine et évolution .....	10
I.6 Intérêts de la fève .....	11
I.6.1. intérêts agronomiques.....	12
I.6.2 intérêts économique .....	12
I.7 Contraintes majeurs de cultures des fèves.....	13
I.7.1 Principales contraintes abiotiques dans la région méditerranéenne .....	13
I.7.2 Principales contraintes biotiques en Algérie .....	14
II. Généralités sur la cytogénétique .....	16
II.1 Caryotypes .....	16
II.1.1 L'asymétrie.....	17
II.1.2 constriction secondaire .....	17
II.1.3 satellite .....	18
II.2 Chromosomes B .....	18
<b>ChapitreII: Matériel et Méthode</b>	
II.1 Matériel végétale.....	20
II.2 Méthode utilisée.....	21
<b>Chapitre III : résultats et discussion</b>	
III. 1 Résultats .....	25
❖ Description des caryotypes .....	25
✓ Génotype aguadulce .....	25
✓ Génotype Féverole .....	27
✓ Génotype Shale .....	30
✓ Génotype Histale .....	32

III.2 Discussion .....	34
<b>Conclusion et perspectives</b> .....	38
<b>Références bibliographique</b> .....	40
<b>Annexes</b>	

# Introduction



## Introduction

La grande famille des Fabacées constitue la 3<sup>ième</sup> famille la plus importante du monde végétal (environ 16000 espèces), elle comprend quatre sous-familles : Cercidées, Césalpinioïdées, Mimosoïdées, Faboïdées (=Papilionoïdées). On y trouve des plantes herbacées, grimpantes, des buissonnantes et des vrais arbres. Elles peuvent être annuelles, vivaces, à feuilles caduques ou persistantes (APG, 2016).

Les légumineuses sont les premières plantes, consommées et cultivées depuis plusieurs milliers d'années par différents peuples : haricots en Afrique du nord, soja en Orient, haricots au Mexique, etc.... (Michael C. Latham, 2001). Elles constituent un taxon végétal très important d'un point de vue biologique, écologique, agronomique et environnemental. C'est la base de l'alimentation pour une grande partie de la population mondiale. Leur capacité à fixer l'azote atmosphérique génère un double intérêt, économique par une moindre utilisation d'engrais azotés de synthèse, et écologique par une limitation des fuites azotées.

Les Papilionoideae comprennent plus des deux tiers des espèces des quatre sous-familles (Doyle et Luckow, 2003), C'est parmi cette famille des papilionoideae que nous retrouvons toutes les espèces importantes utilisées pour l'alimentation humaine et animale, ainsi que pour le pâturage, les plus importantes utilisées par les agriculteurs : le soja (*Glycine max*,  $2n = 4x = 40$ ), le haricot (*Phaseolus vulgaris*,  $2n = 2x = 22$ ), le pois (*Pisum sativum*,  $2n = 2x = 14$ ), la luzerne (*Medicago sativa*,  $2n = 4x = 32$ ), l'arachide (*Arachis hypogaea*,  $2n = 4x = 40$ ), le pois chiche (*Cicer arietinum*,  $2n = 2x = 16$ ), et la fève (*Vicia faba*,  $2n = 2x = 12$ ).

L'espèce, *vicia faba* L. est l'une des légumineuses alimentaires qui fait partie de nos systèmes agraires depuis longtemps. C'est une culture importante considérée comme une source cruciale de protéines pour les humains et les animaux, notamment pour les pays méditerranéens et la Chine (Crépona et al, 2010). Egalement, La fève joue un rôle dans la rotation des cultures, la fixation d'azote atmosphérique et dans la fertilité des sols (wang et al. 2012).

La fève représente une production mondiale de 3515748 T. La chine est le plus grand pays producteur avec 1650000 T pour la campagne 2009/2010, puis vient l'Ethiopie en deuxième position avec une production de 610845 T. La France est classée en troisième position (F.A.O STAT, 2011).

En Algérie, la fève est cultivée dans différentes régions du pays. Sa production nationale de la campagne 2011 est de 1976367qx.

Du fait que *V. faba* L. a été cultivée depuis longtemps dans des régions agro-climatiques diverses, les variétés locales offrent de nos jours un choix d'alternatives et une grande diversité génétique. L'importance de cette richesse génétique, pour le développement de variétés améliorées est incontestable et nécessite des actions de sauvegarde en vue de diminuer les effets de l'érosion génétique. *Vicia faba* se caractérise par des chromosomes dans leur taille est importante dont ils sont facilement observables au microscope, et donc ils sont devenue un matériel standard en cytogénétique.

Le présent travail s'inscrit dans un cadre de projet de recherche portant sur une étude cytogénétique des Fabacées (légumineuses alimentaires), mené au laboratoire de Génétique, Biochimie et Biotechnologies végétales. Nous nous sommes intéressées à l'étude de la variation du nombre de chromosomes et leur morphologie observé chez quatre génotypes appartenant au *Vicia faba* L. ( $2n=2x=12$ ,  $2n=2x=14$ ), dévoilées par la technique de coloration classique.

Il s'agit donc de déterminer :

- L' identification des chromosomes de chaque génotype.
- l'établissement et la Caractérisation des différents caryotypes.
- la relation entre le nombre des chromosomes et la morphologie des graines.

La présente étude comporte 3 chapitres :

- Le premier chapitre porte sur une analyse bibliographique de l'espèce d'étude *vicia faba*L. et comprend aussi des caractéristiques générales sur la cytogénétique.
- Le 2ième chapitre est consacré à la méthodologie de travail adopté au laboratoire.
- Le dernier chapitre est consacré aux résultats et discussion.

Et nous clôturons ce travail par une conclusion dont laquelle on récapitule les connaissances acquises lors de ce travail suivis par des perspectives.

**Revue  
bibliographique**



## I.1 Généralités sur les Fabacées

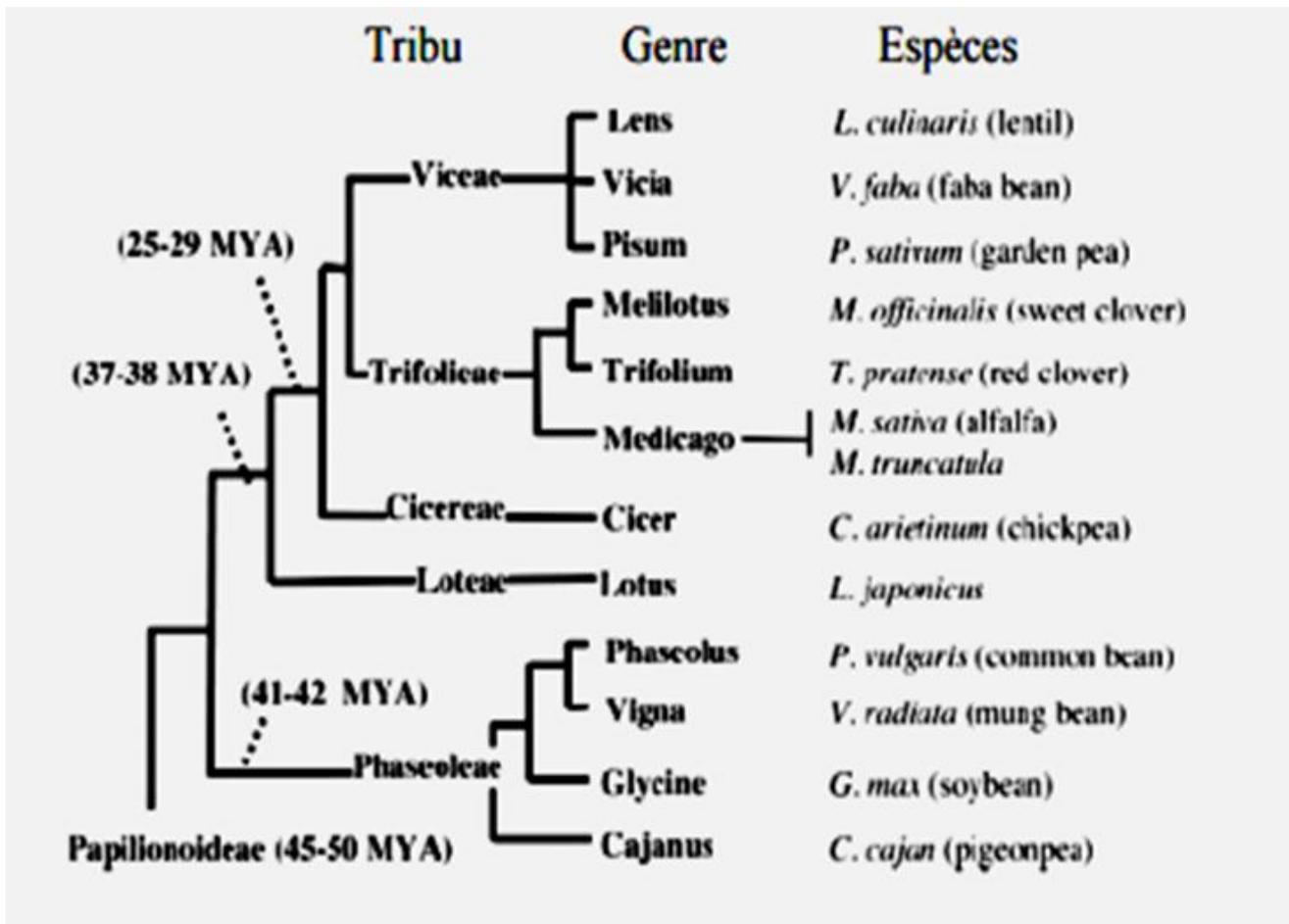
Les fabacées sont classées parmi les Angiospermes, dicotylédones à gousses (Sprent, 1995). Il s'agit de la troisième plus grande famille des Angiospermes en nombre d'espèces après les Orchidaceae et les Asteraceae, avec 727 genres et près de 20 000 espèces (Cronk et al. 2006).

Les espèces vont des herbes naines de l'Arctique et des montagnes aux immenses arbres des forêts tropicales (Judd *et al.* 2001). Les formes arborescentes prédominent les pays chauds tandis que les formes herbacées caractérisent les régions tempérées (Guignard et Dupont, 2005).

### I.1.1 Caractéristiques générales des Fabacées

- Types biologiques variés des arbres, arbustes, herbes annuelles ou vivaces;
- Feuilles: normalement composées pennées rarement bipennées, alternes, stipulées, parfois transformées en vrilles simples, folioles toujours à bord entier, parfois avec points translucides de forme très variables mais presque asymétriques.
  - Racines présentent des nodosités où vivent des bactéries symbiotiques de la famille de rhizobia.
  - Inflorescences en racèmes ou en panicules rarement de cauliflorie. - Fleur hermaphrodites zygomorphes caractéristiques.
  - Fruits des gousses coriaces ou ligneuses indéhiscentes ou déhiscentes à maturité s'ouvrant en deux valves (Belesi, 2009).

En se basant sur la forme florale, cette famille est divisée en 4 sous-familles : Cercidées, Césalpinioïdées, Mimosoïdées, Papilionoïdées (Guignard et Dupont, 2005). La sous famille des Faboïdées (=Papilionoïdées) regroupe les espèces cultivées les plus importantes économiquement comme le soja, le haricot, le pois, l'arachide, le pois chiche et la fève (Lazrek ben-friha, 2008). (Figure 1)



**Figure 1** : Classification des légumineuses de la sous- famille des Papilionoideae (Zhu et al. 2005).

Les légumineuses à graines (Figure 2) étaient parmi les premières espèces domestiquées dans le croissant fertile dont on retrouve encore certains restes archéologiques vieux d'environ 12 000 ans pour les plus anciens. Les écrits issus de la Rome antique rapportent de nombreux témoignages de l'utilisation des légumineuses à graines dans les rations alimentaires, qu'il s'agisse des fèves, de la lentille ou du pois (Duc et al., 2010). Leur importance alimentaire est due au fait qu'elles contiennent beaucoup de protéines (deux à trois fois plus que la plupart des céréales) et de calories. De plus, elles contiennent une grande quantité de minéraux essentiels comme le calcium et le fer (F.A.O STAT, 2013).



**Figure 2:** Quelques graines de légumineuses.

Le groupe des légumineuses à graines comporte un nombre assez important d'espèces. Citons notamment : la fève et féverole; le pois; le haricot; la lentille; le soja.

## **I.2 Description de l'espèce d'étude (*vicia faba* L.)**

La fève (*Vicia faba*L.), est une plante annuelle portant une forte touffe de hautes tiges. Ses feuilles composées sont gris-vert, ses fleurs blanches sont suivies de grosses gousses vertes noircissant à maturité (figure 3). Ces gousses contiennent 4 à 8 graines (selon la variété). Elles sont riches en protéine, en magnésium, en potassium, en calcium, en vitamines C, B et E ainsi qu'en fibres (elles favorisent le transit intestinal). Les fèves sèches apportent des glucides lents, et sont cinq fois plus énergétiques que les fraîches.

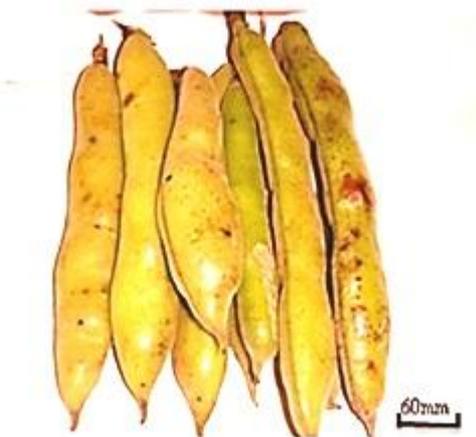
D'après Hanafy et al. (2005), la fève (*Vicia faba*L.) est la légumineuse à grains principalement cultivée pour les grains secs pour la consommation humaine et l'alimentation des animaux dans beaucoup de pays développés et les pays en développement particulièrement dans l'Asie occidentale et en Afrique du Nord. (Maatougui, 1996).



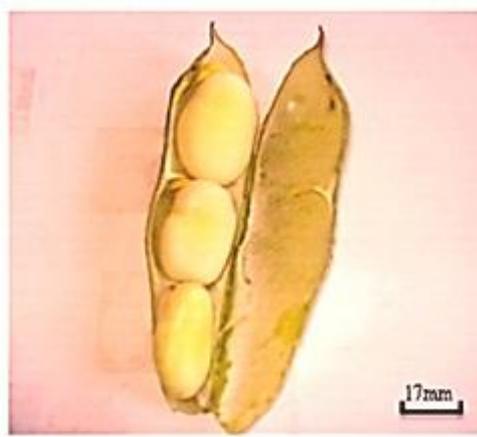
Feuilles et fleurs de *V. faba* L.



Tige de *V. faba* L.



Gousses récoltées de *V. faba* L.



Graines de *V. faba* L.

**Figure 3 :** Les différents organes de la fève.

Les fèves et féveroles sont des Légumineuses (*Leguminosae*) appartenant au genre *Vicia faba* à  $2n = 12$  et  $2n=14$  chromosomes.

### I.3 Classification botanique

Les légumineuses alimentaires constituent une grande famille, avec quelques 690 genres et environ 18000 espèces, dont fait partie la fève qui est une plante herbacée annuelle, appartenant à celle des Fabacées (Peron, 2006).

- La classification APG III (2009), par les auteurs : Birgitta Bremer et al.
- La classification APG IV (2016), par les auteurs : James W. Byng, et al.



Classification APG III (2009)

<b><u>Règne</u></b>	<u>Plantae</u>
<b><u>Clade</u></b>	<u>Angiospermes</u>
<b><u>Clade</u></b>	<u>Dicotylédones vraies</u>
<b><u>Clade</u></b>	<u>Noyauxes</u>
	<u>Dicotylédones vraies</u>
<b><u>Clade</u></b>	<u>Rosidées</u>
<b><u>Clade</u></b>	<u>Fabidées</u>
<b><u>Ordre</u></b>	<u>Fabales</u>
<b><u>Famille</u></b>	<u>Fabaceae</u>
<b><u>Genre</u></b>	<u>Vicia</u>

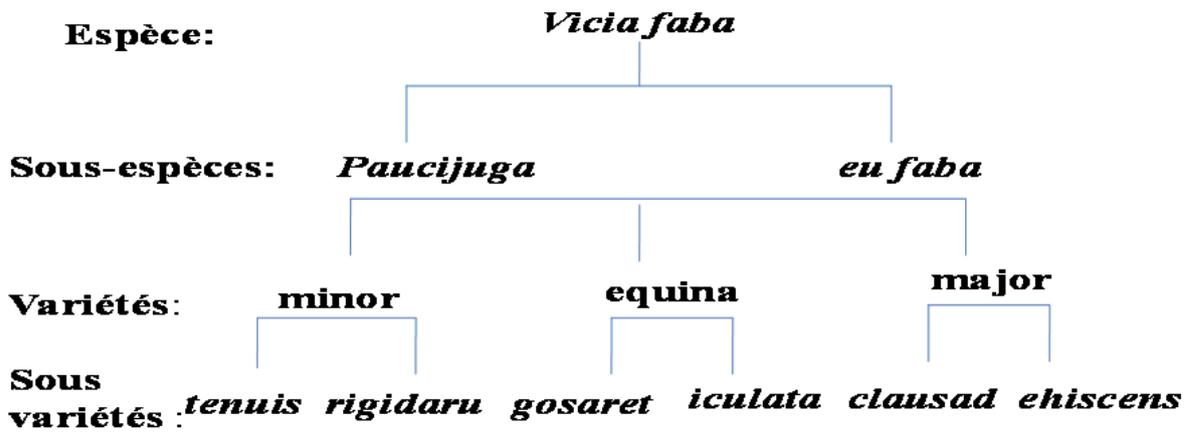
***Vicia faba* L,1753**

### **I.3.1 Liste des sous-espèces et variétés**

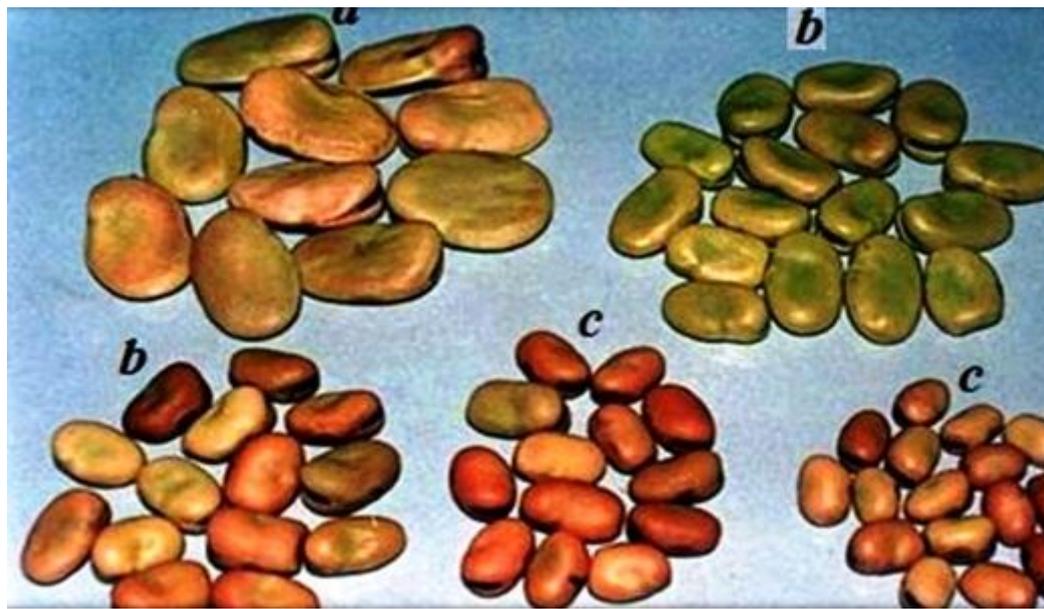
D'après Nuessly et al. (2004), Sa classification se fonde sur la taille des graines et des gousses.

La fève est subdivisée selon la taille des graines en 3 sous espèces qui sont (figure 4 et 5) :

- sous-espèce *Vicia faba* subsp. *Major*
- sous-espèce *Vicia faba* var. *equina*
- sous-espèce *Vicia faba* var. *minor*



**Figure 4 :** classification de *vicia faba* L. selon Muratova (Guen et Duc .1996)



**Figure 5:** (a) Graines de *Vicia faba* major, (b) Graines de *Vicia faba* minor (c) Graines de *Vicia faba* equina.

Quelques variétés de la fève (*vicia faba* L.) sont décrites de la façon suivante :

**La séville** : c'est une variété précoce à gousses longues, renferment 5 à 6 grains volumineux. Sa tige d'une hauteur de 70 cm, ce distinguent des autres variétés par la couleur de son feuillage, d'un vert assez franc (chaux et foury, 1994).

**Aguadulce** Elle est cultivée depuis l'Antiquité. La variété d'Aguadulce est une amélioration de la fève de Séville à longue gousse. C'est une plante annuelle, les premières fleurs apparaissent au niveau de la dixième feuille.

La fève aguadulce est une variété productive à cycle court adapté pour la culture en pot. La fève produit des longues gousses avec 9 ou 10 grains à l'intérieur.

Son origine botanique n'est pas très précise mais elle est maintenant cultivée partout dans le monde. Très appréciées en Amérique du Sud, elles sont aussi la base de certains plats orientaux.

**Féverole**: D'une manière générale, la féverole était autrefois traditionnellement cultivée pour les chevaux. Aujourd'hui, elle entre dans l'alimentation des ruminants, des porcs et des volailles.

Cette culture a été sélectionnée par l'homme au proche Orient ou en Afrique (Anonyme, 2007). Elle possède un système racinaire très repoussant et structurant, et de surcroît l'une des plus performantes, en matière de fixation de l'Azote (Thomas, 2008).

En Algérie, la seule variété de féverole cultivée est « Sidi Aich » (Zaghouane, 1991).

**Shale** : Originaire d'Espagne, cette culture a été utilisée pour l'alimentation humaine Ces graines sont de grande taille.

**Histal** : D'une manière générale, cette culture est utilisée pour l'alimentation des bétails elle est de petite taille.

Avec des grains ovoïdes, réguliers et lisses et des gousses cylindriques et courtes.

## **I.4 Ressources génétiques**

La fève (*vicia faba* L.) est l'une des premières cultures à domestiquer. On pense que l'origine de récolte de *Vicia faba* L. pourrait être du Proche-Orient. Des semences datant du 10e millénaire avant le présent (BP) ont été identifiées dans le nord de la Syrie (Tano *et al.*, 2006).

Pour les légumineuses alimentaires en Algérie, la bibliographie fait mentionner les cultures pour le pois chiche, la lentille et la fève. Cette dernière a fait l'objet d'un inventaire durant la période coloniale. Guillochon (1925) a inventorié et décrit les variétés suivantes en Afrique

du Nord (Tableau 01). Pour la féverole (*Vicia faba* var. *minor*), elle a été l'une des espèces les plus utilisées dans les régions montagneuses, particulièrement en Kabylie, pour l'alimentation humaine et animale. Cette espèce a fortement régressée depuis la mise au point d'aliments du bétail et d'importantes plantations à base d'*Atriplex* qui ont été réalisées. (INRAA, 2006).

**Tableau 01** : Description des variétés de fève inventoriées en Afrique du Nord. (INRAA, 2006)

Variété	Description
Fève de Séville à longue gousse	Tige ferme, feuillage vert clair, cosses larges réunies, pendantes en raison de leur poids, contenant de 4 à 8 graines.
Fève à longue gousse	Feuillage vert foncé et ample, cosses réunies par deux, Légèrement obliques, contenant 3 ou 4 grains blancs.
Fève des marais	Tige dressée, haute, de 80cm, feuilles composées vert grisâtre, cosses réunies en bouquets, se recourbant ou restant dressées selon leur poids.
Fève des marais de Sicile (sous variété de la fève des marais)	Plante plus basse, feuillage plus blond, formation des cosses plus hâtive que dans le cas de la variété-type.

## 1.5 Origine et évolution

Le nom *faba* provient de l'une des formes du verbe grec wagev - " manger " - qui met en évidence son utilisation pour l'alimentation et la nourriture pour les anciens Grecs et les Romains (Muratova, 1931, Hopf 1973).

Malgré de nombreuses études, on sait peu de l'origine et de la domestication de fève (Maxted et al., 1991).

La fève aurait été cultivée dès la fin du néolithique, elle a constitué durant toute l'antiquité et le moyen âge, une base alimentaire importante jusqu'au développement du haricot et de la pomme de terre (Hullé et al ; 1999).

D'après Saxena (1991), la fève a été domestiquée très tôt dans le monde. Bien que son origine ne soit pas encore claire, il a été longtemps pensé qu'elle était originaire de la méditerranée ou d l'Asie de l'ouest. D'autres auteurs comme Nuessly et al.(2004) ; Mikic (2011), la considèrent originaire d'Asie centrale.

Cependant, de récentes découvertes archéologique à Tell el- kerkh de le Nord-ouest de la Syrie ont montré que la fève daterait de la fin du 10<sup>ème</sup> millénaire avant J-C, ce qui indique que l sud-ouest de l'Asie est le principal centre d'origine et de diversité de *v.faba* L. (Duc et al., 2010).

Selon Cubero (2011), le centre d'origine de *v.faba* serait le Proche-Orient, cette plante aurait été disséminée d'abord vers l'Europe centrale et la Russie puis vers l'est de la méditerranée et à partir de l'Egypte et les cotes arabes vers l'Abyssinie puis de la Mésopotamie vers l'Inde et la Chine. Au cours du 16<sup>ième</sup> siècle, la culture de la fève a été introduite en Amérique par les Espagnoles et vers la fin du 20<sup>ième</sup> siècle, elle réussi à atteindre l'Australie.

La forme ancestrale de *v.faba* L.est inconnue, mais le plus proche parent sauvage de la fève est supposé être l'espèce *vicia pliniana* d'Algérie (Duc et al., 2010).

## **I.6 Intérêts de la fève**

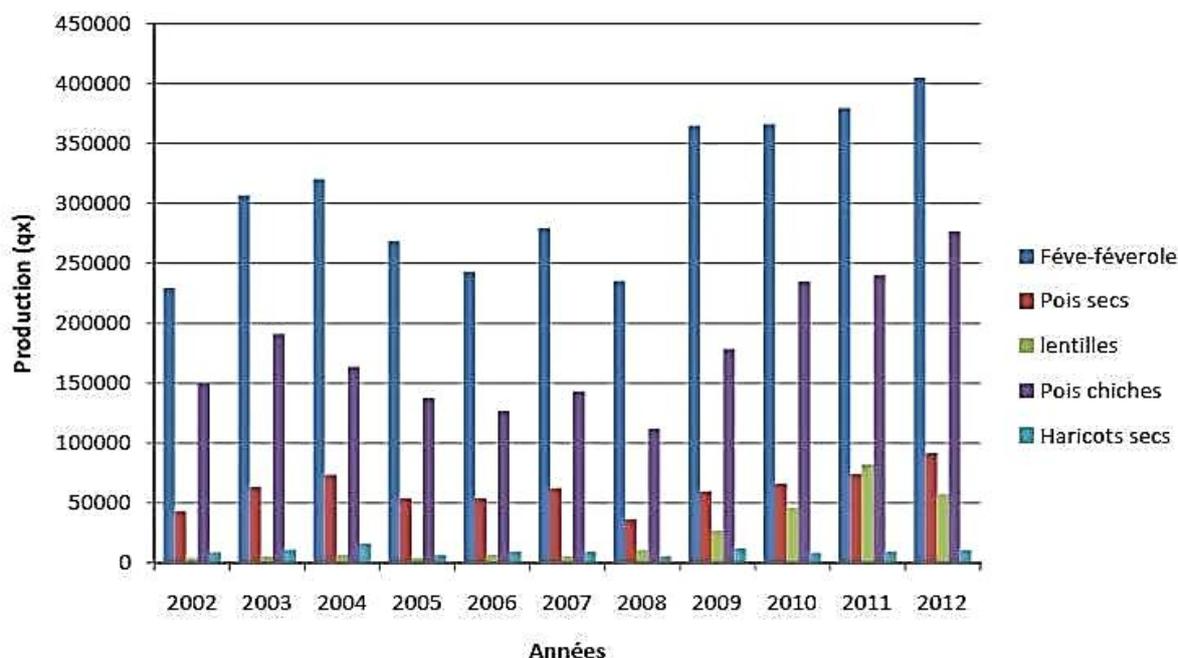
L'utilité de la fève dans l'alimentation humaine et animale comme source de protéines ainsi que leur effet bénéfique sur la fertilité des sols sont largement reconnus.

L'utilisation de la fève est principalement orientée vers la consommation humaine en gousses fraîche à grande proportion et sous forme de graines secs ou au stade pâteux à faible proportion. Lors d'abondance le surplus des graines de fève incorporé dans la composition d'aliments du bétail (Maatougui, 1997).

La féverole, en revanche, lorsqu'elle est disponible, est strictement utilisée pour l'alimentation du bétail en graines concassées destinées aux bovins surtout pour l'engraissement.

La fève peut être aussi utilisée en engrais vert dans les vergers (Maatougui, 1996).

Pour sa valeur alimentaire; La fève est considérée parmi les cultures les plus riches en matières nutritives.



**Figure 6:** Evaluation des productions (qx) de la fève par rapport aux autres légumineuses alimentaires en Algérie de 2002 à 2012 (Anonyme, 2013)

### I.6.1 Intérêts agronomique

L'espèce *V.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 de son intérêt nutritionnel, elle est introduite en rotation avec les céréales, où 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.

### I.6.2 Intérêts économiques

La fève (*vicia faba* L.) est la principale légumineuse alimentaire cultivée en Algérie (INRA ,2007). Elle constitue une importante ressource socio-économique.

La culture de la fève et la féverole en Algérie n'ont 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 (faible) n'ont pas connu d'amélioration ce qui a engendré le recours aux importations pour satisfaire la consommation qui elle a nettement augmentée (Maatougui, 1997). (Tableau 02)

Sa culture est pratiquée essentiellement au niveau des plaines côtières et de l'intérieur et dans les zones sahariennes En Algérie, la fève 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).

**Tableau 02 :** évaluation de la superficie et production de la fève et féverole en Algérie (Anonyme, 2009)

Compagne agricole	Superficie (ha)	Production (qx)	Rendement (qx/ha)
1999-2000	34250	128950	3.8
2000-2001	31450	212300	6.8
2001-2002	33610	229330	6.8
2002-2003	34050	307000	9.0
2003-2004	36777	320530	8.7
2004-2005	35082	268860	7.7
2005-2006	33537	242986	7.2
2006-2007	31284	279735	8.9
2007-2008	30688	235210	7.7
2008-2009	32278	364949	11.3
Moyenne	33300.6	258985	7.79

## **I.7 Contraintes majeurs de la culture de fève**

Les principales contraintes qui limitent la réalisation de plein potentiel de rendement de la fève et de la féverole et qui provoquent une instabilité du rendement sont abiotiques et biotiques. Leur importance relative, cependant, varie en fonction de la localisation géographique et les conditions agros-écologique de la production agricole.

### **I.7.1. Principales contraintes abiotiques dans la région méditerranéenne**

Selon Saxena (1991), les contraintes principales dans la région méditerranéenne sont :

- ✓ Le froid au début de la saison des récoltes.

- ✓ La sécheresse à différents stades de croissance.
- ✓ La chaleur lors de la croissance de la production et les étapes de remplissage des gousses.
- ✓ La salinité est également une contrainte de production dans certaines zones côtières.

D'après Zaghouane (1991), en Algérie la production de la fève est limitée par différents facteurs environnementaux et techniques. Ceux-ci sont discutés ci-dessous.

#### **I.7.1.1 Contraintes environnementales**

Les contraintes environnementales s'expriment notamment par :

- ✓ Le gel pendant la floraison, qui provoque la couleur des fleurs et mortalité des plantes.
- ✓ Le sirocco (vent chaud venant de sud), qui affecte la production des gousses et limite aussi la grosseur des graines.

#### **I.7.1.2 Contraintes techniques**

Les contraintes techniques sont :

- ✓ Le semis est réalisé à la main et le manque de main-d'œuvre constitue une contrainte majeure à la production.
- ✓ La fertilisation minérale dont le phosphore et le potassium (P et K) est très limitée, même dans le secteur privé.
- ✓ La récolte et battage sont également réalisés à la main. L'absence d'un mécanisme approprié pour la récolte et le battage ne permet pas une meilleure maîtrise de cette opération elle limite la possibilité d'amélioration.

#### **I.7.2 Principales contraintes biotiques en Algérie**

Cette espèce est soumise à plusieurs maladies et ravageurs parmi lesquelles nous pouvons citer : les insectes, les nématodes ect .....Qui constituent des contraintes majeures pour son amélioration, son développement et la stabilité de la production.

##### **I.7.2.1 Maladies**

Parmi les maladies fongiques qui peuvent attaquer la fève nous pouvons citer (figure 6) :

- ✓ **Taches chocolat (*Botrytis fabae*)**

Les études menées durant ces dernières années en Algérie ont montré que *B.fabae* et *B.cinerea* causent des symptômes similaires sur leur plante hôte, la fève (Bouznad et al, 2011). C'est un champignon nécrotrophe et est bien connu la principale cause de la maladie des taches chocolat de la fève dans le champ, ou le champignon forme des lésions brun foncé (Cole et al, 1998).

- ✓ **Rouille**

Causée par *Uromyces viciae-fabae*, la rouille est une maladie grave à la fève avec des attaques sévères au Moyen-Orient et Afrique Orientale, elle atteint jusqu'à 70% des cultures. Selon Messiaen et *al.* (1991), la rouille conduit à l'affaiblissement des plantes et à la diminution du nombre et du remplissage des gousses, à des dessèchement prématurés dans les cas les plus graves, qui peuvent être provoqués par un assez grand nombre de champignon.

✓ **Mildiou**

Les agents responsables sont *Peronospora fabae* et *Peronospora viciae*. Suite aux attaques précoces sur les plantes jeunes, le mildiou entraîne le nanisme et la déformation de la tige et des feuilles (Chaux et Foury, 1994). Les attaques tardives montrent la formation d'un feutrage gris à la face inférieure des folioles (Stoddard et *al.*, 2010).



**Tache de chocolat**



**Mildiou**



**Rouille**

**Figure 7** : les maladies de la fève

## II. Généralités sur la cytogénétique

La cytogénétique fait le lien entre la cytologie et la génétique. C'est d'abord une science d'investigation. Elle a pris une part active à la compréhension des mécanismes héréditaires et du monde végétale dans sa diversité (taxonomie, phylogénie). C'est aussi une des nombreuses disciplines sur lesquelles s'appuie l'amélioration des plantes. Elle se situe avant tout en amont de la sélection. Elle participe à :

- La connaissance du matériel végétale utilisé : nombre de chromosomes, polyploïdie, allopoloïdie ...
- Détermination et étude des caryotypes.
- L'établissement de cartes génétiques grâce à la production et l'étude d'aneuploïdie lignées monosomiques, télosomiques.. lignées d'addition ...).

Il est connu, depuis le début de ce siècle, que chaque espèce végétale possède un jeu de chromosomes, définissable par son effectif et certains paramètres morphologiques (taille, position des centromères, des constriction secondaires).

Par ailleurs, à partir des années 1930, la cytogénétique végétale a connu de prodigieux développements. C'est à cette époque qu'on a découvert les propriétés de la colchicine, agent permettant de doubler le stock chromosomique de cellules végétales.

On a donc pu imaginer faire des super-plantes, en augmentant le nombre de chromosomes (plantes polyploïdes). On a aussi pu imaginer d'exploiter plus systématiquement les hybrides entre espèces (Michel Bemard, Sylvie Bemard ,2001).

*Vicia faba* L. Est une espèce très isolée dans le genre *Vicia*, en particulier sur le plan cytogénétique : Alors que la majorité des autres espèces du genre possède 7 chromosomes de petite taille, *Vicia faba* L. Possède 6 chromosomes de grande taille (Guen. et Duc, 1996).

### II.1 Caryotype

L'étude des caryotypes se fait généralement en métaphase mitotique où les chromosomes sont bien individualisés et présentent la meilleure morphologie. Différents paramètres interviennent dans la description de la morphologie des chromosomes: la taille, la position du centromère, la présence de satellites et les constriction secondaires. D'autres caractères sont également utilisés pour l'étude des caryotypes; la longueur totale des chromosomes, la longueur relative des chromosomes, l'asymétrie du caryotype mesurée par l'indice d'asymétrie (IAs %), le rapport de la plus longue paire de chromosomes sur la paire de chromosomes la plus courte.

Différentes méthodes ont été employées pour localiser le centromère, ce qui a engendré l'apparition de diverses nomenclatures de morphologie chromosomique, cependant la nomenclature du caryotype la plus consensuelle est celle de Levan et al. (1964) (Tab 03).

**Tableau 03:** nomenclature chromosomique proposée par **Levan et al** 1964

Position de centromère	D	R	I.C	Type chromosomique
Position médiane	0.00	1.00	50.00	Métacentrique Stricto
Région médiane	0.00-2.50	1.0-1.70	50.00-37.50	Métacentrique sensu largo
Région submédiane	2.50-5.00	1.70-3.00	37.50-25.00	Submétacentrique
Région subterminale	5.00-7.50	3.00-7.00	25.00-12.50	Subtélcentrique
Région terminale	7.50-10.00	7.00-12.5	12.5-0.00	Acrocentrique
Point terminale	10.00		0.00	Télcentrique

### II.1.1 L'asymétrie

Lewis (1931) est le premier à avoir utilisé la notion d'asymétrie dans la description du caryotype. Stebbin (1957) adopte et développe le même concept sur un grand nombre d'espèces. Il propose une classification des caryotypes suivant leur degré d'asymétrie en se basant surtout sur le rapport des longueurs (BL/BC) (Siljak–Yakovlev, 1986) Un caryotype symétrique présente des chromosomes approximativement de la même taille et de type méta ou submétacentrique, ce qui lui donne un aspect homogène. Un caryotype asymétrique possède des chromosomes de tailles différentes et de type subtélcentrique, télcentrique ou acrocentrique (Siljak–Yakovlev, 1986).

### II.1.2 construction secondaire

Les constriction secondaires sont des caractéristiques morphologiques constantes dans leurs positions et leur étendue. Elles sont utiles pour l'identification des chromosomes particuliers (marqueurs) dans une garniture (2n).

### **II.1.3 Le Satellite**

Le satellite du chromosome est un segment chromosomique séparé de la partie principale du chromosome par la construction nucléolaire secondaire. L'ensemble du satellite et de la construction nucléolaire secondaire est appelé la région satellite. L'existence de l'ADN satellifère est considérée comme marqueur génétique qui peut jouer un rôle dans l'appariement chromosomique au cours de la méiose et protéger les gènes terminaux contre les processus de gains et de pertes chromosomiques (Handerson et Kipling ,1995).

Jones (2004) a défini l'ADN satellifère comme étant un ADN répétitif accumulé par la transposition et la rétrotransposition de certains éléments ou par les erreurs parvenues au moment de la réplication.

## **II.2 Les chromosomes B:**

Les chromosomes B ont été décrits pour la première fois par Pantulu (1960) dans une variété du Mil cultivée au Soudan. Ils ont été signalés chez plus de 1300 plantes et 500 espèces animales (Jones 1975; Jones et Rees 1982). Ces chromosomes surnuméraires sont généralement de nature hétérochromatique et suivent leurs propres voies évolutives (Jones 1985). Comme ils ne sont pas indispensables pour une croissance normale, ils ont été considérés comme non fonctionnels et sans gènes essentiels (Houben et al. 2011).

Les chromosomes B peuvent avoir de l'ADN ribosomique, quelques organisateurs nucléolaires et certains ont une information génétique qui contrôle leur transmission (cas du Riz et Maïs) (Cohen et al. 2003, 2008). Les variations structurales des chromosomes A, comme les translocations, les délétions et les inversions, peuvent être à l'origine des chromosomes surnuméraires, spécialement quand les régions hétérochromatiques sont affectées. L'autofécondation chez des plantes peut entraîner leur apparition (Gorenflot et Raicu 1980). Des analyses plus récentes leur suggèrent une origine extra-chromosomique (Jones et al. 2008).

Plusieurs travaux ont montré que les chromosomes B ont une vitesse d'apparition élevée et que leur nombre augmente d'une génération à l'autre comme chez certaines espèces animales et végétales (Camacho et al. 2002; Lôpez et al. 2005) où ils sont considérés comme des éléments parasites. Cette propriété parasite assure leur survie et leur propagation dans les populations naturelles, même contre un gradient d'effets nocifs sur le phénotype de la plante (Jones 2012). Les nombreux travaux réalisés sur ces chromosomes ont souvent montré

l'existence d'une corrélation entre leur présence et la distribution écologique des populations. Ainsi, John et Hewitt (1970), ont établi que les populations de *Myrmeleotettix maculatus*, présentent plusieurs chromosomes B dans les régions sèches et chaudes, tandis que dans les climats plus humides et plus froids ces chromosomes ne sont présents qu'en nombre réduit, ou même absents. Ces auteurs concluent que les chromosomes B ont un rôle dans l'adaptation des organismes aux variations du milieu.

Selon Hammouda D.2013, il existe une corrélation positive entre le taux d'hétérochromatine constitutive et l'augmentation du nombre des chromosomes B chez les triticales (8x et 6x).

# **Matériel et Méthode**



## II.1 Matériel végétal :

Le matériel d'étude est constitué de quatre géotypes de *Vicia faba* L. ( $2x=2n=12$  ;  $2x=2n=14$ ). Les origines et les caractéristiques des géotypes sont représentés dans le tableau 1. Dans notre étude nous avons choisis deux sous espèces Majeur et Mineur comme modèle expérimental.

### *Vicia faba*



**Histale (majeur)**



**Shale (majeur)**



**Aguadulce (majeur)**



**Féverole siaï aich (mineur)**

**Figure 8 :** Les graines des géotypes de *Vicia faba*

**Tableau 04 :** Liste des géotypes introduits dans une étude cytogénétique

Espèce	Géotypes	Garniture chromosomique	Source	Origine	Caractéristiques
<i>Vicia faba</i>	Aguadulce	$2n=2X=14$	ITGC L khroub	Espagne	-grosses graines -Alimentation humaine
	Féverole sidi aich	$2n=2X=14$	ITGC L khroub	Locale	-Taille minor Fourragères
	Shale	$2n=2X=12$	ITGC L khroub	Espagne	-Taille major -Alimentation humaine
	Histal	$2n=2X=12$	CCRS AIN mlila	Espagne	-taille major - fourragères

## II.2 Méthode utilisée

Différentes méthodes sont décrites par Jahier et al. (1992), et ceci dans le but de dénombrer les chromosomes, étudier leur morphologie pour l'établissement des caryotypes ou pour la mise en évidence de modifications chromosomique surgis l'ors des manip. Elles mettent en jeu l'application d'agents chimiques pour le prétraitement, la fixation et la coloration des cellules en divisions.

Nous avons appliqué la méthode de Jahier et al. (1992, ....). Par conséquent, Nous avons suivi leurs recommandations, avec quelques modifications introduites dans les étapes prétraitement et hydrolyse.

La technique comporte les étapes suivantes :

## 1. Germination

Les graines de *Vicia faba* L. sont scarifiées et ensemencées, après leur désinfection dans l'eau de javel diluée à 50% pendant 5-7 minutes. Par la suite, les graines sont imbibées pendant 2h pour activer la germination. Par la suite, les graines sont mises à germer dans des boîtes de pétri, tapissées de papier filtre imbibé d'eau distillé à la lumière et à température ambiante.

## 2. Prélèvement

Nous avons déterminé la période durant laquelle le **coefficient mitotique** est le plus élevé, il est situé entre 3 jours et 7 jours, où les racines atteignent une longueur de **0.5 à 1 cm**.

## 3. Prétraitement

Il se fait par trempage des tissus en division dans un agent mitoclassique qui a pour effets principaux :

- a) Bloquer les divisions mitotiques au stade métaphase.
- b) Contracter les chromosomes.

L'agent mitoclassique utilisé dans notre travail est : la 8-hydroxyquinoléine. La durée de ce prétraitement est **24h à 25h**.

## 4. Fixation

La fixation s'effectue dans une solution éthanol acide acétique (3V-1V) pendant 48 h au réfrigérateur. Ce fixateur permet de détruire toute vie cellulaire, en préservant le noyau et son contenu.

## 5. Stockage

Notre matériel est conservé au réfrigérateur dans l'éthanol 70%. Certains fixateurs comme le **carnoy** peut également être utilisé comme solution de stockage.

## 6. L'hydrolyse :

Cette étape est généralement nécessaire pour obtenir ultérieurement un bon étalement des cellules et des chromosomes entre lame et lamelle. L'agent le plus fréquemment employé pour le ramollissement des tissus est l'acide chlorhydrique. Son action peut être associée à celle d'enzymes. L'hydrolyse dissout les sels pectiques de la lamelle moyenne et permet l'éclaircissement du cytoplasme. En outre, l'acide chlorhydrique libère les groupements aldéhydiques sur les molécules de sucre de l'ADN par destruction des liaisons entre les bases puriques et le désoxyribose. La durée de cette étape est de 30min. à 60°C.

## 7. La coloration

Le réactif de Schiff préparé à partir de la fuchsine basique est le colorant le plus utilisé. Il se fixe sur les groupements aldéhydiques libérés lors de l'hydrolyse pour donner une coloration rouge aux chromosomes.

## 8. Ecrasement

La majorité des techniques présentées concernent les mitoses dans les méristèmes racinaires. Dans ce cas, la zone méristématique hydrolysée et colorée est isolée, déposée sur une lame dans une goutte de carmin acétique ou d'acéto-orceine et écrasée entre lame et lamelle pour assurer la dissociation des cellules. Cette dissociation est plus difficile si les tissus ont été préalablement stockés dans l'alcool pendant une longue durée et si la quantité de tissu déposé est importante. Il faut éviter un écrasement trop violent car il y a risque d'éclatement des cellules.

## 9. Observation et photographies :

L'observation et la prise des photos de meilleures plaques métaphasiques s'effectuent sous l'objectif 63 d'un photo microscope de type Leica DM 4000.



**Figure 9** : photo microscope de type Leica DM 4000.

## 8- Analyses statistiques

Les données morphométriques, concernant les garnitures chromosomiques des génotypes étudiées, sont calculées comme suivant :

- Lecture des valeurs de longueurs des bras longs (BL) et des bras courts (BC) en mm puis faire la conversion en  $\mu\text{m}$ .
- Calcule des valeurs moyennes de la longueur des bras longs et des bras courts en mm et des erreurs standards correspondantes puis faire la conversion en  $\mu\text{m}$ .
- Calculs des longueurs totales ( $LT=BL+BC$ ).
- Calculs des longueurs totales relatives ( $LR=LT \text{ de chaque chromosome} \times 100 / \Sigma LT \text{ de toutes les chromosomes}$ ).
- Le rapport des bras longs sur les bras courts ( $r = BL/BC$ ).
- Calcul de l'indice d'asymétrie du caryotype ( $I.a.s = \Sigma BL \times 100 / \Sigma LT$ ).
- Le rapport entre la paire chromosomique la plus longue et celle la plus courte de la garniture Chromosomique.

Les moyennes et les écarts types sont traités par l'Excel 2014, avec un nombre de répétitions (plaques métaphasiques pour chaque génotype) est de 3.

# **Résultats et discussion**



## III-Résultats et discussion

### III-1 Résultats :

Rappelons que, nous avons appliqué la méthode de **Jahier, (1992)**. Nous avons par conséquent, suivi leurs recommandations, avec quelques modifications introduites dans les étapes prétraitement et hydrolyse.

#### III.1.1 Description des Caryotypes

L'établissement des caryotypes de chaque génotype se base sur différents paramètres: La taille, la position du centromère, la présence des satellites ou des constructions secondaires.

Pour établir le caryotype d'autres caractères sont également utilisés: la longueur totale (LT), la taille relative des chromosomes (TR), le rapport du bras long sur le bras court et l'asymétrie du caryotype.

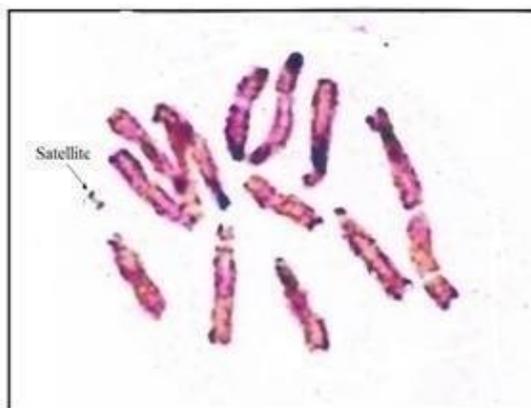
- **La fève (*Vicia faba* L).** Les caryotypes des variétés (Aguadulce, Hystal, shale et féverole) constituent, chacun, un génome qui regroupe 6 ou 7 paires chromosomiques. Donc c'est une espèce diploïde, dont le nombre de base est différent ( $x=6$  et  $x=7$ ). Le nombre total des paires chromosomiques est 6 ou 7 paires dont une paire est métacentriques et les restes paires sont acrocentriques.

Nous décrivons les caractères caryo-morphologiques des chromosomes, qui caractérisent le caryotype de chaque génotype.

#### 1-Génotype Aguadulce $2n=2x=12$

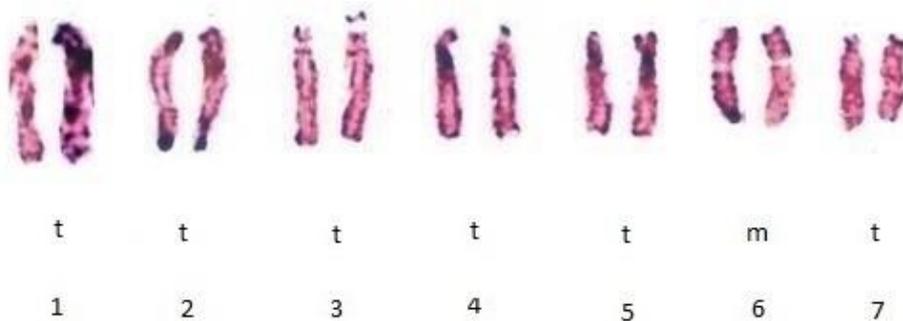
Le caryotype de l'Aguadulce (S. espèce majeur) est caractérisé par la présence de 7 paires chromosomiques, dont la majorité 6 paires acrocentrique et une paire métacentrique. (fig 10).

a



10  $\mu$ m

b



c

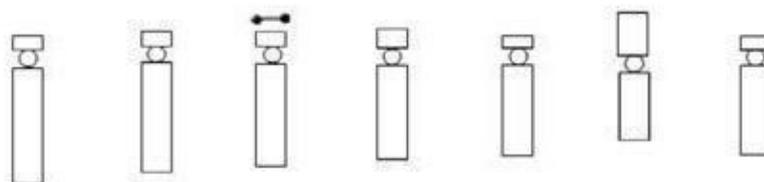


Figure10 : caryotype de l'espèce *vicia faba* L. (Génotype. Aguadulce )

$$2n = 2x = 12t (1 \text{ sat}) + 2m = 14$$

- a- Plaque métaphasique
- b- Caryogramme
- c- Idiogramme

**Tableau 05:**Données morphométriques de génotype Aguadulce

Chr	Types	LT ( $\mu\text{m}$ )	LR %	Bras long ( $\mu\text{m}$ )	Bras court ( $\mu\text{m}$ )	r (L/C)
1	t	8,37 $\pm$ 0,38	17,73 $\pm$ 0,31	7,39 $\pm$ 0,20	0,98 $\pm$ 0,19	7,54 $\pm$ 0,45
2	t	8,13 $\pm$ 0,39	17,20 $\pm$ 0,16	7,28 $\pm$ 0,36	0,83 $\pm$ 0,07	8,66 $\pm$ 0,24
3*	t	7,05 $\pm$ 0,57	14,92 $\pm$ 0,20	6,2 $\pm$ 0,54	0,85 $\pm$ 0,11	7,21 $\pm$ 0,09
4	t	6,39 $\pm$ 0,60	13,52 $\pm$ 0,24	6,07 $\pm$ 0,58	0,81 $\pm$ 0,07	7,65 $\pm$ 0,27
5	t	6,07 $\pm$ 0,42	12,85 $\pm$ 0,13	5,54 $\pm$ 0,37	0,67 $\pm$ 0,07	8,2 $\pm$ 0,43
6	m	5,67 $\pm$ 0,15	12,01 $\pm$ 0,23	3,16 $\pm$ 0,22	2,51 $\pm$ 0,15	1,25 $\pm$ 0,05
7	t	5,52 $\pm$ 0,05	11,70 $\pm$ 0,17	4,85 $\pm$ 0,07	0,67 $\pm$ 0,02	7,16 $\pm$ 0,13

\* présence de satellite

**I.a.s=85.78%**

**R=1.51**

La comparaison de caryogramme par rapport à l'idiogramme montre une importante variation dans la taille des chromosomes : la paire la plus long est de 8.37 $\mu\text{m}$  alors que la plus petite est de 5.52 $\mu\text{m}$  (Fig 10, Tab 5) ce qu'explique un rapport (R) élevé R= 1.51

- le rapport entre la longueur des bras longs et des celles des bras courts(r) varie entre 1.25et8.66.

-La longueur totale relative (LR) varie entre17.73et11.70%.

- L'indice centromérique varie entre 44.26et 10.20%.

- Nous observons la présence d'un satellite localisée sur le bras court du chromosome 3.

## **2- Génotype Féverole (sidi aich)**

Le caryotype de féverole (S.espèce minor) est caractérisé par la présence de 7 paires chromosomiques, dont la majorité des paires chromosomiques sont acrocentriques, à l'exception la paire 4 qui est métacentrique. (Fig 11)

**Tableau 06:**Données morphométriques de génotype féverole (Sidi Aich)

Chr	Types	LT ( $\mu\text{m}$ )	LR %	Bras long ( $\mu\text{m}$ )	Bras court ( $\mu\text{m}$ )	r (L/R)
<b>1</b>	T	5.56 $\pm$ 0.85	18.89 $\pm$ 0.35	4.88 $\pm$ 0.69	0.67 $\pm$ 0.15	7.21 $\pm$ 0.20
<b>2</b>	T	4.95 $\pm$ 0.94	16.46 $\pm$ 0.37	4.35 $\pm$ 0.85	0.59 $\pm$ 0.10	7.30 $\pm$ 0.16
<b>3</b>	T	4.42 $\pm$ 0.79	14.71 $\pm$ 0.40	3.91 $\pm$ 0.69	0.42 $\pm$ 0.01	9.34 $\pm$ 0.53
<b>4</b>	M	4.29 $\pm$ 0.36	14.01 $\pm$ 0.82	2.17 $\pm$ 0.22	2.02 $\pm$ 0.14	1.07 $\pm$ 0.01
<b>5</b>	T	3.96 $\pm$ 0.35	13.19 $\pm$ 0.37	3.57 $\pm$ 0.35	0.39 $\pm$ 0.03	9.08 $\pm$ 0.42
<b>6</b>	T	3.76 $\pm$ 0.82	12.51 $\pm$ 0.76	3.38 $\pm$ 0.86	0.40 $\pm$ 0.07	8.28 $\pm$ 0.64
<b>7</b>	T	3.18 $\pm$ 0.86	10.57 $\pm$ 0.50	2.85 $\pm$ 0.83	0.32 $\pm$ 0.03	8.74 $\pm$ 0.56

**I.a.s=83.36%**

**R=1.74**

Le caryogramme en comparant à l'idiogramme montre une importante variation dans la taille des chromosomes : la paire la plus long est de 5.56 $\mu\text{m}$  alors que la plus petite est de 3.18 $\mu\text{m}$  (Fig 11, Tab 6) ce qu'explique un rapport (R) élevé R= 1.74.

- le rapport entre la longueur des bras longs et des celles des bras courts(r) varie entre 1.07 et 9.34

-La longueur totale relative (LR) varie 18.89 et 10.57%.

- L'indice centromérique varie entre 12.05 et 10.06

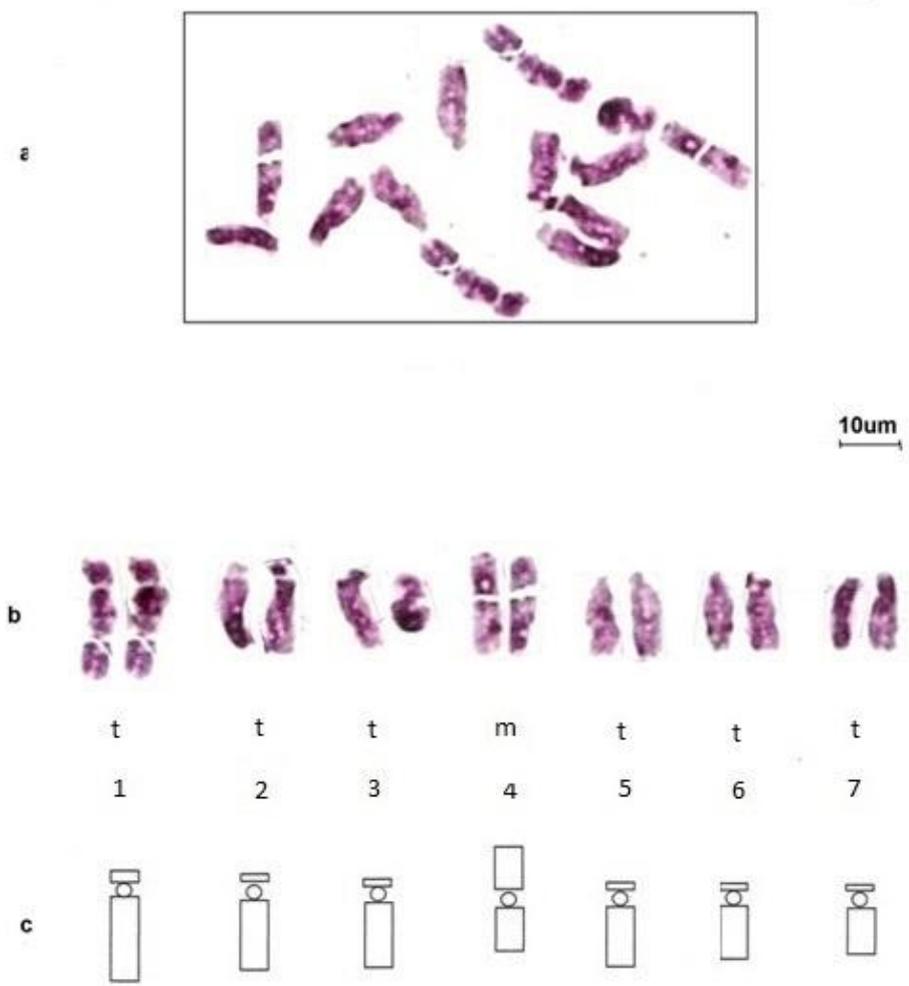


Figure11: caryotype de l'espèce *vicia faba* L. (Génotype. Féverole sidi Aich )

$$2n = 2x = 12t + 2m = 14$$

- a- Plaque métaphasique
- b- Caryogramme
- c- Idiogramme

### 3-Variété Shale

Le caryotype de la variété Shale (S.espèce major) est caractérisé par la présence de six paires chromosomiques  $2n=2x=12$ . La majorité des paires chromosomiques sont acrocentriques, seule la paire 1 est métacentrique.(Fig 12)

**Tableau 07:**Données morphométriques de la variété Shale.

Chr	Types	LT ( $\mu\text{m}$ )	LR %	Bras long ( $\mu\text{m}$ )	Bras court ( $\mu\text{m}$ )	r (L/R)
<b>1*</b>	M	5,90 $\pm$ 0,30	19,88 $\pm$ 0,07	3,51 $\pm$ 0,2	2,39 $\pm$ 0,44	1,47 $\pm$ 0,11
<b>2</b>	T	5,39 $\pm$ 0,23	18,18 $\pm$ 0,03	4,65 $\pm$ 0,54	0,63 $\pm$ 0,08	7,34 $\pm$ 0,12
<b>3</b>	T	4,93 $\pm$ 0,29	16,67 $\pm$ 0,15	4,35 $\pm$ 0,21	0,58 $\pm$ 0,09	7,40 $\pm$ 0,32
<b>4</b>	T	4,64 $\pm$ 0,22	15,65 $\pm$ 0,25	4,1 $\pm$ 0,17	0,54 $\pm$ 0,06	7,59 $\pm$ 0,21
<b>5</b>	T	4,50 $\pm$ 0,04	15,17 $\pm$ 0,17	3,98 $\pm$ 0,03	0,52 $\pm$ 0,06	7,60 $\pm$ 0,30
<b>6</b>	T	4,28 $\pm$ 0,38	14,45 $\pm$ 0,22	3,75 $\pm$ 0,06	0,53 $\pm$ 0,06	7,07 $\pm$ 0,08

\* présence de satellite.

**I.a.s=82.11%**

**R=1.37**

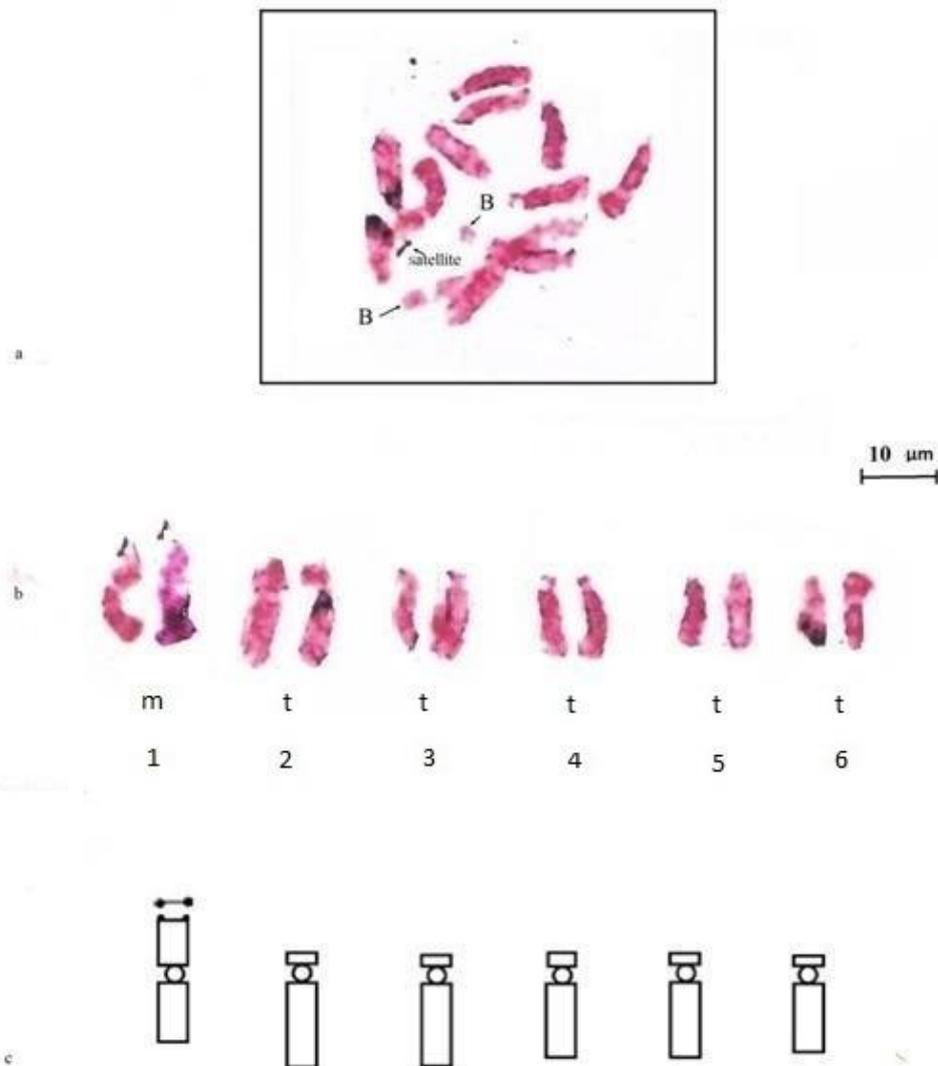


Figure12: caryotype de l'espèce *vicia faba* L. (Génotype. Shale )

$$2n = 2x = 10t + 2m (2 \text{ sat}) = 12$$

- a- Plaque métaphasique
- b- Caryogramme
- c- Idiogramme

Le caryogramme en comparant à l'idiogramme ne montre pas une variation importante dans la taille des chromosomes : la paire la plus long est de 5.90  $\mu\text{m}$  alors que la plus petite est de 4.28  $\mu\text{m}$  (Fig 12, Tab 7) ce qu'explique un rapport (R) réduit  $R= 1.37$

- le rapport entre la longueur des bras longs et des celles des bras courts(r) varie entre 1.47et7.60.

-La longueur totale relative (LR) varie entre 19.88et14.45%.

- L'indice centromérique varie entre 40.5et12.55%.

- le rapport entre la paire chromosomique la plus longue et celle la plus courte (R) est de 1.37.

-Signalons que le caryotype de variété présente le chromosome B.

- Nous constatons la présence d'un satellite localisée sur le bras court du chromosome 1 (Fig.12).

#### 4-Variété Histal

Le caryotype de la variété Histal (S.espèce major) est caractérisé par la présence de six paires chromosomiques  $2n=2x=12$ . La majorité des paires chromosomiques sont acrocentriques, seule la paire 1 est métacentrique. (Fig13).

**Tableau 08:**Données morphométriques de la Hiatal.

Chr	Types	LT ( $\mu\text{m}$ )	LR %	Bras long ( $\mu\text{m}$ )	Bras court ( $\mu\text{m}$ )	r (L/R)
<b>*1</b>	M	8.01 $\pm$ 0.65	30.56 $\pm$ 0.41	4.20 $\pm$ 0.05	3.79 $\pm$ 0.61	1.10 $\pm$ 0.05
<b>2</b>	T	4.11 $\pm$ 0.87	15.64 $\pm$ 0.71	3.65 $\pm$ 0.84	0.45 $\pm$ 0.10	8.11 $\pm$ 0.73
<b>3</b>	T	3.77 $\pm$ 0.21	14.42 $\pm$ 0.54	3.34 $\pm$ 0.19	0.42 $\pm$ 0.09	7.77 $\pm$ 0.50
<b>4</b>	T	3.59 $\pm$ 0.11	13.73 $\pm$ 0.14	3.21 $\pm$ 0.12	0.38 $\pm$ 0.04	8.51 $\pm$ 0.42
<b>5</b>	T	3.43 $\pm$ 0.28	13.23 $\pm$ 0.57	3.05 $\pm$ 0.37	0.39 $\pm$ 0.05	7.81 $\pm$ 0.65
<b>6</b>	T	3.23 $\pm$ 0.54	12.23 $\pm$ 0.48	2.85 $\pm$ 0.50	0.38 $\pm$ 0.07	7.34 $\pm$ 0.48

**\*présence d'une construction secondaire**

**I.a.s= 77.65 %**

**R= 2.47**

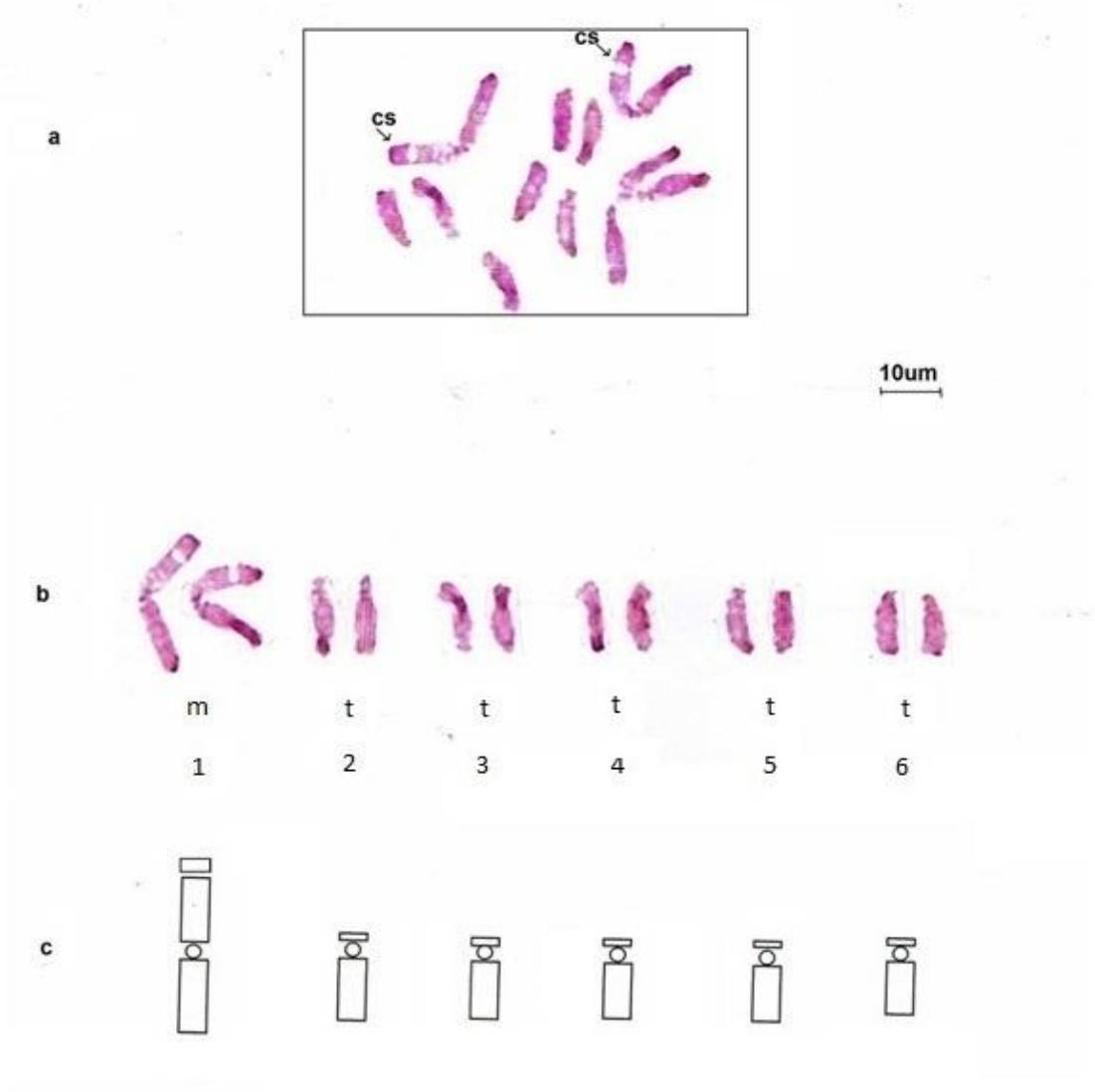


Figure13: caryotype de l'espèce *vicia faba* L. (Génotype. Histal )

$$2n = 2x = 10t + 2m (2C.S) = 12$$

- a- Plaques métaphasiques
- b- Caryogramme
- c- Idiogramme

La comparaison de caryogramme par rapport à l'idiogramme montre une importante variation dans la taille des chromosomes : la paire la plus long est de 8.01  $\mu\text{m}$  alors que la plus petite est de 3.23  $\mu\text{m}$  (Fig 13, Tab 8) ce qu'explique un rapport (R) élevé  $R= 2.47$

- le rapport entre la longueur des bras longs et des celles des bras courts(r) varie entre 1.47et7.60.

-La longueur totale relative (LR) varie entre 19.88et14.45%.

- L'indice centromérique varie entre 47.31 et 11.76 %.

Nous constatons la présence d'une constriction secondaire localisée sur le chromosome 1. (Fig.13)

### **III-2 Discussion :**

Trois critères permettent de distinguer les chromosomes métaphasiques :

- La longueur totale de chaque chromosome(LT),
- La position de la constriction primaire (centromérique),
- L'existence et la localisation de constructions secondaires qui portent les organisateurs nucléolaires (N.O.R). Leur position fréquemment distale sur un bras chromosomique munis de satellites. Egalement, d'autres caractères sont utilisés:
- la longueur relative des chromosomes (LR), le rapport du bras long sur le bras court et l'asymétrie du caryotype.

Rappelons que les variations observées dans la forme des chromosomes d'une cellule à l'autre sont dues à des différences de spiralisation ou condensation, à la préparation du matériel ou à l'état physiologique des cellules. Elles se superposent aux imprécisions inévitables des mesures (jahier, 1992).

L'établissement d'un caryogramme repose sur l'analyse de trois à cinq plaques métaphasiques complètes présentant des chromosomes bien étalés et séparés.

Suite aux travaux réalisés sur les chromosomes du caryotype de *vicia faba*(Agadulce et Shale) (Haadad H et Annane I. 2015), la recherche, nous a conduit à l'étude et à la caractérisation des caryotypes des génotypes Histale et féverole (Sidi Aich) appartenant à la même espèce.

La comparaison des idiogrammes obtenus lors de l'étude de quatre génotypes :Aguadulce, Féverole, Shale et Histale révèle d'importantes variations :

- le nombre de base (x).

- la taille des chromosomes.
- La présence ou absence des constriction secondaires et satellites
- la présence ou absence des chromosomes surnuméraires B.

Le nombre totale des chromosomes observé chez les génotypes Agaudulce et Féverole (Sidi Aich) est plus élevé ( $2n= 2x=14$ ) que celui des deux autres génotypes ( $2n=2x=12$ ). Ceci s'explique par un nombre de base différent ( $x=7$ ,  $x=6$ ). Cette variation est –elle due à une aneuploïdie ou une dysploïdie ?? Cette hypothèse serait confirmée par l'application des techniques plus approfondies (marquage par des bandes et moléculaires).

Aucune indication concernant le niveau de ploïdie de l'espèce *Vicia faba* n'est signalé par les auteurs.

Du point de vu taille et forme, les chromosomes observée chez Agaudulce et Féverole ( $2n= 2x=14$ ) sont assez grand (fig 10 et 11), leurs caryotypes révèlent la présence de 7 paires chromosomiques, dont 6 paires sont acrocentriques et 1 paire chromosomique métacentrique. Alors que ceux de Shale et Histal ( $2n=2x=12$ ) sont petits avec la présence de 5 paires chromosomiques acrocentrique et 1 paire métacentrique (fig 12 et 13). Donc, les formules caryologiques sont disposées de la façon suivante :

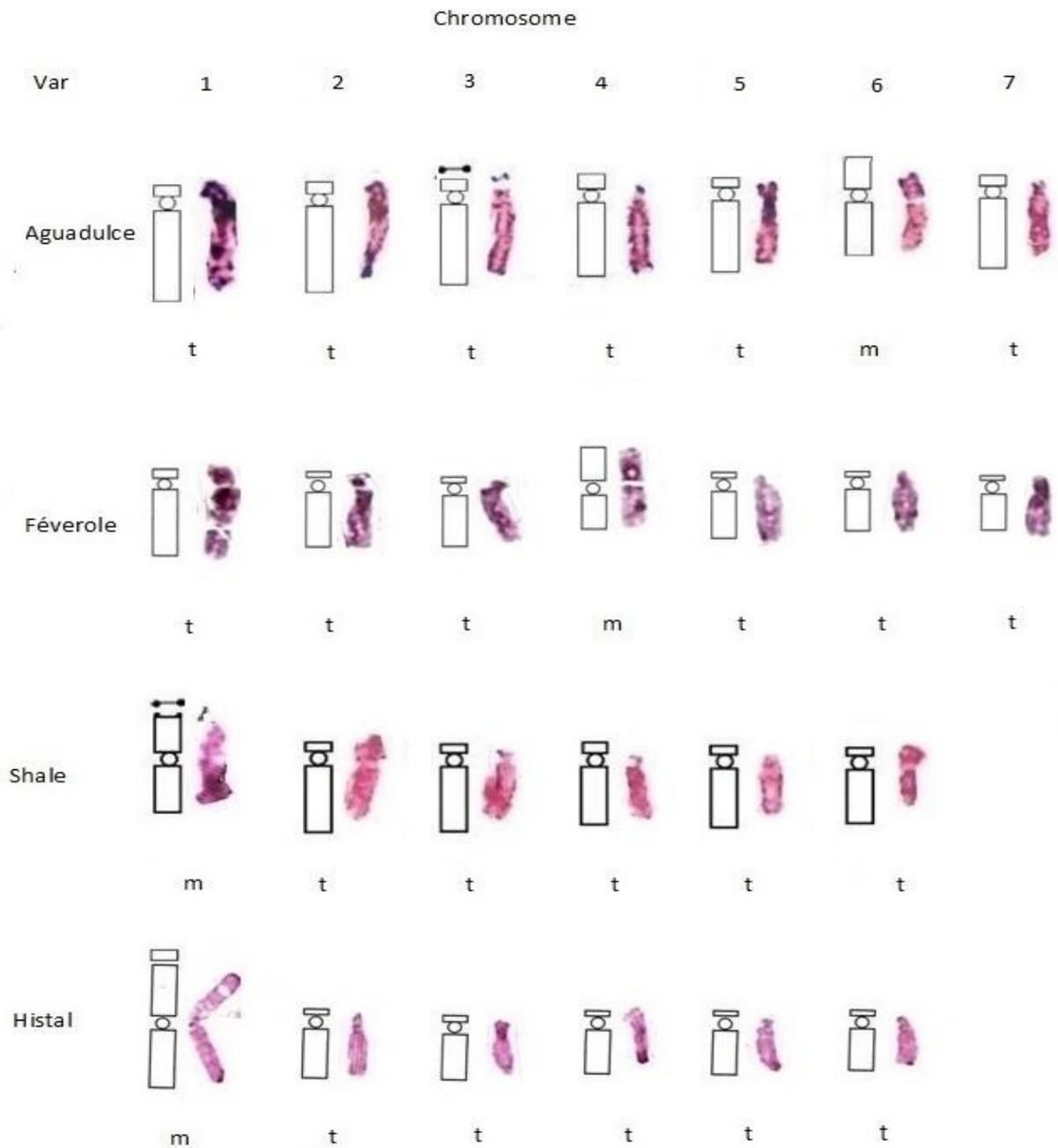
$$2n= 12t (1sat) + 2 m=14$$

$$2n=10t (1sat) + 2 m (1CS)=12$$

Contrairement aux caryotypes des génotypes étudiés, celui de Histal montre une constriction secondaire localisée sur le chromosome 1 (fig 13). Ce dernier est considéré comme un **chromosome marqueur**. Egalement deux satellites sont mis en évidence chez Agaudulce (chromosome 3) et shale (chromosome 1) (fig 10, 12).

Généralement, Les caryotypes des génotypes étudiées sont symétriques tant pour la forme que pour la taille des chromosomes. L'indice d'asymétrie ayant sensiblement les mêmes valeurs (**85.78%** Agaudulce, **82.11%** Shale, **77.65%** Histal et **83.36%** féverole).

Il existe très peu de travaux en cytogénétique réalisés sur l'espèce *vicia faba* L. Les publications sur ce sujet sont rares et la plupart des travaux sont anciens et dans les domaines écologiques (Probest et al, 2009), physiologiques (Cabrera et al. 1989) agronomiques (F.A.O ,2006.). Et biochimique (Brillouet et al. 1983).



**Figure 14** : représentation. Des caryogrammes et des idiogrammes de quatre Génotypes de *Vicia faba* : chromosomes acrocentriques (t) et métacentriques (m). Une constriction secondaire sur le chromosome 1 de Histale. Deux paires de satellites localisés sur les chromosomes marqueurs 3 et 1 de Aguadulce et Shale.

Nos résultats en comparaison à ceux des auteurs sont similaires avec quelques différences dans la taille et le nombre et la localisation des satellites :

D'après les auteurs **Guen** et **Duc** (1996), **Duc** (1997), **Matagne** (2005), Le caryotype de *Vicia faba* L. est très simple, la majorité des espèces du genre *Vicia* possède 7 paires chromosomiques de petite taille ( $2n=2x=14$ ), alors que, les espèces de *Vicia faba* L. possède 6 paires chromosomiques de grande taille ( $2n=2x=12$ ), ce qui est l'inverse dans notre cas. Les chromosomes des génotypes Aguadulce et féverole Sidi Aich ( $2n=2x=14$ ) sont grand de taille (fig 14), alors que ceux des Shale et Histal ( $2n=2x=12$ ) sont de petite taille.

D'après les auteurs cités ci-dessus, les grands chromosomes, mesurant 15  $\mu\text{m}$  de long, soit environ le double de la longueur des premiers, dans notre cas, la plus grande longueur totale ne dépasse pas 8.37  $\mu\text{m}$  (Tab 05).

Les mêmes auteurs ont signalé la présence de constriction secondaire, ce qui est notre cas.

Notre matériel végétal présente des chromosomes B, qui sont absents dans les variétés de référence.

D'après la littérature (Amirouche, 2007, Hammouda et Khalfallah, 2008 ; 2013), la présence des chromosomes B jouent un rôle important dans l'adaptation du végétal aux conditions difficiles du milieu.

# **Conclusion et perspectives**



## Conclusion et perspective

Les résultats présentés dans cette étude apportent de nouvelles connaissances sur les aspects caryologique de quatre génotypes appartenant à l'espèce *vicia faba* L. La technique de cytogénétique classique est appliquée pour étudier la variation du nombre de chromosomes chez les différents génotypes.

Nous avons confirmé à travers cette étude le nombre de base est différents chez les génotypes étudiés :  $n=x=6$  pour Shale et Histal et  $n=x=7$  pour Aguadulce et la féverole Sidi Aich. Donc c'est une espèce diploïde

- Les caryotypes sont symétriques : 6 ou 5 paires chromosomiques acrocentriques et 1 paire métacentrique sont détectées.
- La présence de satellites qui situés sur les chromosomes 1 et 3 des génotypes Shale et Aguadulce respectivement.
- la présence d'une constriction secondaire seulement chez le génotype Histal sur la paire chromosomique 1.
- la présence de chromosomes surnuméraire B (en nombre de 2), particulièrement, chez le génotype Shale. Notant que les chromosomes B jouent un rôle important dans l'adaptation du végétal aux conditions climatiques défavorables.

La comparaison des génotypes sur le plan morphologique (taille des graines) et cytogénétique (nombre et forme des chromosomes) révèle des variations remarquables :

Génotype	Aspects caryo-morphologiques				
	A. caryologique				A. morphologiques
	Nombre des chromosomes	Taille des chromosomes	Constriction secondaire et satellite	Chromosome B	Majeur/mineur
Aguadulce	$2n=2x=14$	Grande	Présence d'un satellite	Absence	Majeur
Féverole	$2n=2x=14$	Grande	Absence	Absence	Mineur
Shale	$2n=2x=12$	Petite	Présence d'un satellite	Présence	Majeur
Histal	$2n=2x=12$	Petite	Présence d'une constriction secondaire	Absence	Majeur

Ce travail a permis d'éclaircir certaines facettes de la cytogénétique chez l'espèce *Vicia faba* L., en particulier la variation du nombre de base des chromosomes et la localisation des constructions secondaires, ainsi que les satellites (zones vitales).

En perspectives, nous souhaiterons d'envisager des techniques de cytogénétiques plus approfondies permettant d'étudier l'organisation du génome et l'établissement de la cartographie des chromosomes marqueurs portant les gènes ribosomiques.

Parmi ces techniques nous citons :

- C-banding qui permet d'analyser certaines régions particulières du génome, en mettant en évidence les séquences d'ADN non codante (hétérochromatine constitutive).
- Le N-banding pour localiser les régions organisatrices nucléolaires (N.O.R). Ces structures correspondent aux régions du génome contenant les gènes qui codent pour les ribosomes.
- La FISH (Fluorescent In Situ Hybridization), pour la localisation des gènes ribosomique et la recherche des mutations chromosomiques.
- La GISH (Genomic In Situ Hybridization). Permettant aussi de comprendre l'organisation hétérochromatique, la localisation des gènes ribosomiques, l'homologie du génome chez les hybrides et leurs géniteurs.

# **Références bibliographiques**

## Référence bibliographiques

**Amirouche,2007, Hammouda et khalfallah,2008 ;2013.** Étude comparative de la caryomorphologie chez six géotypes *dulens culinaris* medik.

**Anonyme, 2007.** La féverole de la plante à ses utilisations. Intérêt culturelle de la fève. 15p.

**Anonyme, 2009.** Ministère de l'agriculture. Direction des statistiques agricoles et des enquêtes économiques. Analyse statistique de l'évolution de la culture des principaux produits agricoles durant la période 1999-2009, 60p.

**Anonyme, 2013.** Agence Nationale de Développement et d'Investissement. 20p.

**APG, 2016;** James W. Byng, , Maarten J. M. Christenhusz, Michael F. Fay, Walter S. Judd, David J. Mabberley, Alexander N. Sennikov, Douglas E. Soltis and Pamela S. Soltis. Classification botanique.

**APG,2003; Guignard et Dupont, 2005.** Nutritional value of faba beans for broilers Feb 24, 2010.

**APG,2009;** Birgitta Bremer, Kåre Bremer, , Michael F. Fay, , Douglas E. Soltis, and Pamela S. Soltis, avec la contribution de: Arne A. Anderberg, Michael J. Moore, Richard G. Olmstead, Paula J. Rudall, Kenneth J. Sytsma, David C. Tank, Kenneth Wurdack, Jenny Q.-Y. Xiang and Sue Zmarzty. Classification botanique.

**Belesi K.H. ; 2009,** a. Etude floristique, phytogéographique et phytosociologique de la végétation du bas - kasai (RDC) thèse de doctorat, UNIKIN, p (563) ; b. Notes du cours de dendrologie destiné aux étudiants de G3 foresterie pour l'année académique 2008-2009, p(58).

**Bennett MD., 1976.** DNA amount, latitude, and crop plant distribution. Environ. Exp. Bot.16 (2-3):93-98, IN1-IN2, 99-108.

**Bouznad Z., Louanchi M., Allala L.et Merabeti N., 2011.** Les maladies de la fève en Algérie : cas de la maladie à tache chocolat causée par *Bortrytis spp.* Quatrième journées scientifiques et techniques phytosanitaires. I.N.A El Harrach, 2p.

**Bouznad.Z et al., 2001.** Quatrième journées scientifiques et techniques phytosanitaires : Les maladies de la fève en Algérie : Cas de maladie à tache chocolat causée par *Bortrytis spp.* INA. El Harrach. 2 p.

**Brillouet JM, B Carré - Phytochemistry, 1983 – Elsevier** Composition of cell walls from cotyledons of *Pisum sativum*, *Vicia faba* and *Glycine max*.

**Cabrera A , A Martín - FABIS Newsletter (ICARDA), 1989** Analysis of genetic linkage in faba bean (*Vicia faba* L.).

- Cabrera A, A Martín - FABIS Newsletter (ICARDA)**, 1989 Analysis of genetic linkage in faba bean (*Vicia faba* L.).
- Camatchou JPM., 2005.** B chromosomes. In: Gregry TR (ed) The evolution of the genome. Elsevier, San Diego, PP 223-286.
- Chase M.W. et Reveal J.L., 2009.** « A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III », Bot. J. Linn. Soc. vol. 161, pp 122-127.
- Chaux CL. et Foury CL., 1994.** Production légumières secs. Légumineuse potagères légumes et fruits. Tome 3. Technique et documentation Lavoisier .pp7-13.
- Cohen S., Houben A., Segal D., 2008.** Extrachromosomal circular DNA derived from tandemly repeated genomic sequences in plants. Plant Journal, 53: 1027-1034.
- Cohen S., Yacobi K., Segal D., 2003.** Extrachromosomal circular DNA of tandemly repeated genomic sequences in *Drosophila*. Genome Research, 13: 1133-1145.
- Cole L., Dewey F.M. et Hawes C.R. 1998.** Immunocytochemical studies of the infection mechanisms of *Bortrytis fabae*: II. Host cell wall breakdown. *New phytologist* 139: 597-609.
- Crépon K, Marget P, Peyronnet C, Carrouée B, Arese P, Duc G (2010).** Nutritional value of faba bean (*vicia faba* L.) seeds for feed and food. *Field Crops Research*. 115:329-339.
- Cronk Q., Ojeda I. And Pennington R.T. 2006.** Legume comparative genomics: progress in phylonetics and phylogenomics. Current Opinion in plant biology 9: 99-103.
- Dajoz R., 2000.** Eléments d'écologie. Ed. Bordas. Paris, 5ème édition. 540p.
- Doyle J.J. et Luckow M.A., 2003.** The rest of the iceberg. Legume diversity and evolution in a phylogenetic context. Plant physiol 131:900-910.
- Duc G., 1997.** Faba bean (*Vicia faba* L.). Field Crops Res, 53 .99-109p.
- F.A.O ,2013.** Cadre Programmation par Pays Algérie (2013 – 2016). République Algérienne Pour l'Alimentation et l'Agriculture Démocratique et Populaire, FAO (organisation des nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture).
- FAOSTAT-Agriculture., 2011.** Food and agricultural commodities production. Food and agriculture organization. Rome.
- Guignard J.L., Dupont F., 2005.** Botanique. 13ème Edition Masson. Sprent : 164-179.
- Haadad H et Annane I.2015, caractérisation** cytogénétique des deux espèces légumineuses (*Lens culinaris* Medik, *Vicia faba* L.).
- Hamadache A., 2003.** La féverole. Inst. Techn. Gr. Cult (T.T.G.C) ,13p.
- Hammouda, D., Khalfallah, N.** Comparative analysis of D and R genomes in two lignes (x-Triticosecale Wittmack) and their genitors (*Secale cereale* L., *Triticum aestivum* L.) by N banding. Caryologia, 2008, 61(3), 245-252.

- Hammouda, D.** Evolution et organisation du génome chez x-Triticosecale Wittmak. Thèse de Doctorat en Sciences, Génétique et Amélioration des Plantes, Université de Constantine1, Algérie, 2013, p114.
- Hanafy M., Pickardt T., Kiesecker H. et Jacobsen H., 2005.** Agrobacterium-mediated transformation of faba bean (*Vicia faba* L.) using embryo axes. *Euphytica* 142:227-236.
- Henderson, E., 1995.** Telomere DNA structure. In : Blackburn, E.H., Greider, C.W. (Eds.), *Telomeres*. Cold Spring Harbor Laboratory Press, New York, Pp. 11-34.
- Hewitt G.M., Brown F.M., 1970.** The B-chromosome system of *Myrmeleotettix maculatus* V. A steep cline in East Anglia. *Heredity*, 25: 363-371.
- Houben, A., Nasuda, S., Takasaki, R.** Plant B Chromosomes. Chapter 5, 2011, p 97-111
- Hullé, M et al., 1999.** Les pucerons des plantes maraichères : Cycles biologiques et activités de vol. Ed Quae. France. 134 p.
- 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.
- INRAA., 2006.** rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture Deuxième rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques Juin 2006. Institut National de la recherche agronomique d'Algérie.13 :1111-1992.
- Jahier J., 1992.** Technique de cytogénétique végétale .Jahier J. (Ed) .INRA. Paris, p 32
- A Probst, H Liu, M Fanjul, B Liao, E Hollande – 2009** Response of *Vicia faba* L. to metal toxicity on mine tailing substrate: geochemical and morphological changes in leaf and root.
- JM Brillouet, B Carré - Phytochemistry, 1983 - Elsevier** Composition of cell walls from cotyledons of *Pisum sativum*, *Vicia faba* and *Glycine max*.
- Jones R. N., 2012.** B chromosomes in plants. *Plant Biosystems*, 146 (3): 727-737
- Jones R.N., Rees H., 1982.** B chromosomes. Ed Academic Press. London et New York.
- Jones R.N., Viegas W., Houben A., 2008.** A Century of B Chromosomes in plants – so what? *Annals of Botany*, 101: 767-775.
- Jones., 1984.** Dose-response relationships and inundative biological control. *Phytopathology*. 84 .780-784.
- Judd W.S., Campbell C.S., Jules Bouharmont., Kellogg E.A. et Stevens P. 2001.** Botanique systématique : une perspective phylogénétique. Edition de boeck.
- Laumonier R., 1979:** Cultures légumières et maraichères, Tome III. Ed.J.B.BAILLIERE, 276p.

- Lazrek ben-friha F., 2008.** Analyse de la diversité génétique et symbiotique des populations naturelles tunisiennes de *Medicago truncatula* et recherche de QTL liés au stress salin. Thèse de doctorat en biologie, Université de Toulouse III. 18 P.
- Le Guen J et Duc G., 1996.** La Féverole. In : Amélioration des Espèces Végétales Cultivées leguminosarum symbiovarviciae isolées du pois (*pisum sativum*) et de la lentille (*lensculinaris*) cultivés dans deux zones éco-climatiques subhumide et semi-aride de l'est algérien mimoir **doc, p119.**
- Levan A. and Freda K., 1964.** Secondary association between genetically equivalent bivalents. *Hereditas*, 52. 201-220.
- Maatougui M.E.H., 1996.** Situation de la culture des fèves en Algérie et perspectives de relance, in réhabilitation of faba bean. Ed. Actes, Rabat (Maroc) 202 p.
- Maatougui.M.E.H., 1997.** Manuel de formation : Les maladies, les adventices et les ravageurs des fèves en Algérie. Réseau maghrébin de recherche sur fèves (Rémafève). Algérie. 4 p.
- Mathon C.C., 1985:** Liste de plantes utiles avec indication de leur aire probable de primo domestication. Faculté des sciences de l'université de Poitiers. 17p
- Maxted, N., Callimassia, M.A., Bennet, M.D., 1991.** Cytotaxonomic studies of Eastern Mediterranean *Vicia* species (Leguminosae). *Plant Syst. Evol.* 77, 221–234.
- Messiaen C.M ; Blancard D.; Rouxel F. et Lafon R., 1991.** Les maladies des plantes maraîchères. 3ème Ed. Qu', 280p.
- Michael C. Latham, 2001.** La nutrition dans les pays en développement. Aut (FrPBN) 1285 1575.
- Mikic A (2011).** Words denoting Faba bean (*vicia faba*) in European languages. *Ratar.Povrt./ Field Veg. Crop Res.* 48:233-238.
- Muratova V. S., 1931.** - *Vicia faba* L. In: *Bull. Appl. Bot. and Gen. Plant Breed. Suppl.*, 50: 285
- Nuessly GS, Hentz MG, Beiriger R, Scully BT (2004).** Insects associated with Faba bean, *vicia faba* (fabales, fabaceae), in southern Florida *entomologist*. 87(2):204-211.
- Pantulu J.V., 1960.** Accessory chromosomes in *Pennisetum typhoides*. *Current Science*, 29: 28-29.
- Peron J-Y., 2006** Références. Production légumières. 2ème ed. 613 p.
- Placquaert.Ph et Girard.Cl., 1987.** La féverole de printemps : Culture Utilisation. Ed ITCF. Paris, 32 p.

- Probst A, H Liu, M Fanjul, B Liao, E Hollande – 2009** Response of *Vicia faba* L. to metal toxicity on mine tailing substrate: geochemical and morphological changes in leaf and root.
- Rachef S.A., Ouamer F. Et Ouffroukh A., 2005.** Inventaire des ravageurs de la fève en Algérie (Identification et caractérisation). I.N.R.A.,16:36-41.
- Raven P. H., Evert R. F. Et Eichlorn S. E. 2000.** Biologie végétale. 6ème Edition de boeck, Paris.
- Reta Sanchez DG, Santos Serrato Corona J, Viramontes RF, Cueto Wong JA, Padilla SB, César JS (2008).**Cultivos alternativos con potencial de uso forrajero en la comarca.
- Saxena M.C, 1991.** Status and scope for production of faba bean in the Metiterranean countries. Centre international dans la recherche d'agriculture.*séminaire* N°10 :15-20.
- Siljakyakovlov S. et Cartier D., 1986.** Hétero chromatin patterns in some taxa of crepispraemorsa complex. *Caryologia*; 39.27-32.
- Sprent J.I., 1995.** Legume trees and shrubs in the tropics: N2 fixation in perspective. *Soil Biol. Biochem* 27: 401-407.
- Stoddard f.l., nicholas a.h., rublales d., thomas j.et villegas-fernandez a.m., 2010.** Integrated pest management in faba bean. *Field crops research* 115:308-318.
- Tanno, K. & Willcox, G. (2006).** The origins of cultivation of *Cicer arietinum* L. and *Vicia faba* L.: early finds from Tell el-Kerkh, north-west Syria, late 10th millennium B.P. *Veget. Hist. Archaeobot.* 15, 197–204.
- Thomas f., 2008.**la féverole confirme son intérêt. *Techniques culturales simplifiées* n°48. 4<sup>ème</sup> édition. 102p.
- Wang H-F , Zong X-X, Guan J-P, Yang 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.
- Zaghoane o., 1991.** The situation of faba bean (*vicia faba* l.) In algeria. Option méditerranéenne. Present statute and future perspectives of faba bean production. I.c.a.r.d.a serie a, n°10.pp123-125.
- Zaghouane o., adjout n., bouchata k., buhaouchine l., brankin. Et seran n., 2000.** La réhabilitation et le développement des légumineuses alimentaires dans le cadre du plan national de développement agricole. *Céréaliculture*, n° 34, pp 61-67.
- Zhu H, Choi HK, Cook DR, Shoemaker RC. 2005.** Bridging Model and Crop Legumes through Comparative Genomics. *Plant Physiology.* 137: 1189–1196.

## **Annexes**

### **Préparation des solutions utilisées.**

#### **1-La 8 Hydroxy-quinoléine à 0.002%.**

Ajouté 0.03 g la 8 Hydroxy-quinoléine en poudre dans 100 ml d'eau agité pendant 4 h à 16C° ou une nuit au réfrigérateur.

#### **2-Carmin acétique (de Belling) :**

1g de Carmin 40

45 ml d'acide acétique pure.

55ml d'eau distillée

#### **3-L'acéto-orcéine :**

Solution mère d'orcéine :(solution de conservation).Dissoudre par ébullition ménagée 2.2 g d'orcéine (GURR) dans 100 ml d'acide acétique glacial .Laisser refroidir, agiter et filtrer.

#### **4- la colchicine :**

0.05 g de colchicine en poudre dans 100 ml d'eau.

#### **5 -L'Ethanol Acétique :**

On prend 3 volumes d'éthanol pour un volume d'acide acétique .

#### **6-L'HCl 1N :**

PrendreHCl fumant PM : 36.46g/l.

$p/v= d \quad v=p/d=36.46/1.18=30.63 \text{ ml/l}$

soit :  $30.36*100/37=82.78 \text{ ml dans 1 litre.}$

## Données morphométriques de génotype Aguadulce

CH1	PL 1	PL2	PL3	MOY	ECART
LT	24,96	25,63	26,05	25,5466667	0,38873727
LR	17,53	17,42	18,24	17,73	0,3147221
L	22,28	22,23	22,85	22,45333333	0,24355013
S	2,68	3,4	3,2	3,093333333	0,26280538
L/S	7,78	7,12	7,14	7,34666667	0,26545558
CH2					
LT	24,83	25,34	24,23	24,8	0,39287403
LR	17,43	17,22	16,96	17,20333333	0,16648323
L	22,15	22,78	21,77	22,23333333	0,36071688
S	2,68	2,56	2,46	2,56666667	0,07788881
L/S	7,35	8,89	8,44	8,22666667	0,55992559
CH3					
LT	20,99	22,46	21,11	21,52	0,57719148
LR	14,74	15,26	14,78	14,9266667	0,20461346
L	18,39	19,59	18,55	18,84333333	0,46072407
S	2,6	2,87	2,56	2,67666667	0,11923366
L/S	7,07	7,45	7,24	7,253333333	0,13459817
CH4					
LT	18,87	20,48	19,16	19,50333333	0,60680859
LR	13,25	13,92	13,41	13,5266667	0,24742002
L	17,85	19,45	18,32	18,54	0,58150666
S	2,55	2,56	2,37	2,493333333	0,07560864
L/S	7	7,59	7,72	7,43666667	0,27132391
CH5					
LT	18,28	19,22	18,11	18,5366667	0,42274894
LR	12,83	13,06	12,68	12,8566667	0,13533908
L	16,54	17,51	16,66	16,90333333	0,37392067
S	2,17	2,14	1,88	2,063333333	0,1127682
L/S	7,62	8,18	8,26	8,02	0,24657656
CH6					
LT	17,57	17,18	17,2	17,3166667	0,15529542
LR	12,34	11,67	12,04	12,0166667	0,23731133
L	9,92	9,73	9,31	9,653333333	0,22071852
S	7,65	7,45	7,89	7,663333333	0,15577762
L/S	1,29	1,3	1,17	1,253333333	0,05115336
CH7					
LT	16,88	16,79	16,93	16,8666667	0,05016639
LR	11,85	11,41	11,85	11,70333333	0,17962925
L	14,68	14,71	14,91	14,7666667	0,08841191
S	2,2	2,08	2,02	2,1	0,06480741
L/S	7,31	7,07	7,87	7,41666667	0,29028721

## Données morphométriques de génotype féverole (Sidi Aich)

CH1	PL 1	PL2	PL3	MOY	ECART
LT	17,46	18,8	16,74	17,6667	0,85359
LR	18,82	18,65	18	18,49	0,35336
L	15,32	16,45	14,77	15,5133	0,69935
S	2,14	2,35	1,97	2,15333	0,15542
L/S	7,15	7	7,49	7,21333	0,20499
CH2					
LT	15,26	17,06	14,89	15,7367	0,94785
LR	16,45	16,92	16,01	16,46	0,37157
L	13,37	15,04	13,12	13,8433	0,8523
S	1,89	2,02	1,77	1,89333	0,10209
L/S	7,07	7,44	7,41	7,30667	0,1678
CH3					
LT	13,96	15,08	13,15	14,0633	0,7913
LR	15,05	14,96	14,14	14,7167	0,40942
L	12,62	13,16	11,49	12,4233	0,69581
S	1,34	1,32	1,36	1,34	0,01633
L/S	9,41	9,96	8,66	9,34333	0,53281
CH4					
LT	13,88	13,06	13,14	13,36	0,36914
LR	14,96	12,96	14,13	14,0167	0,82042
L	7,24	6,77	6,77	6,92667	0,22156
S	6,64	6,29	6,37	6,43333	0,14974
L/S	1,09	1,07	1,06	1,07333	0,01247
CH5					
LT	12,1	12,93	12,76	12,5967	0,35799
LR	13,04	12,83	13,72	13,1967	0,37985
L	10,84	11,64	11,56	11,3467	0,35975
S	1,26	1,29	1,2	1,25	0,03742
L/S	8,6	9,02	9,63	9,08333	0,42287
CH6					
LT	10,78	12,52	12,54	11,9467	0,825
LR	11,62	12,42	13,49	12,51	0,76607
L	9,55	11,29	11,45	10,7633	0,86044
S	1,23	1,23	1,39	1,28333	0,07542
L/S	7,67	9,17	8,02	8,28667	0,64075
CH7					
LT	9,3	11,32	9,73	10,1167	0,86881
LR	10,02	11,23	10,46	10,57	0,50007
L	8,28	10,24	8,72	9,08	0,83968
S	1,02	1,08	1,01	1,03667	0,03091
L/S	8,11	9,48	8,64	8,74333	0,56405

## Données morphométriques de génotype Shale

CH1	PL 1	PL2	PL3	MOY	ECART
LT	16,02	16,9	16,91	16,61	0,36131704
LR	20,36	21,47	21,31	21,0466667	0,42428371
L	14,32	15,33	15,26	14,97	0,39881073
S	1,7	1,57	1,65	1,64	0,04636809
L/S	8,42	9,76	9,24	9,14	0,47770284
CH2					
LT	15,01	15,25	15,11	15,1233333	0,08524475
LR	19,08	19,37	19,04	19,1633333	0,12734468
L	13,24	13,35	13,27	13,2866667	0,04020779
S	1,77	1,9	1,84	1,8366667	0,04600725
L/S	7,48	7,02	7,21	7,2366667	0,16345234
CH3					
LT	12,33	12,32	12,53	12,3933333	0,08376555
LR	15,67	15,65	15,76	15,6933333	0,04143268
L	10,83	10,81	10,97	10,87	0,06164414
S	1,5	1,51	1,56	1,5233333	0,0227303
L/S	7,22	7,15	7,03	7,1333333	0,06794606
CH4					
LT	12,13	11,9	12,32	12,1166667	0,14871673
LR	15,42	15,12	15,52	15,3533333	0,14719601
L	10,73	10,43	10,82	10,66	0,14439529
S	1,4	1,47	1,5	1,4566667	0,0362859
L/S	7,66	7,09	7,21	7,32	0,21248529
CH5					
LT	11,77	11,35	11,34	11,4866667	0,17354154
LR	14,96	14,42	14,3	14,56	0,24859606
L	10,32	9,95	10	10,09	0,1419507
S	1,45	1,4	1,34	1,3966667	0,0389444
L/S	7,11	7,1	7,46	7,2233333	0,14497126
CH6					
LT	11,39	10,98	11,12	11,1633333	0,14736576
LR	14,48	13,95	14,01	14,1466667	0,20522346
L	6,48	6,28	6,63	6,4633333	0,12416387
S	4,91	4,7	4,49	4,7	0,14849242
L/S	1,31	1,33	1,47	1,37	0,06164414

Données morphométriques de génotype histal.

CH1	PL 1	PL2	PL3	MOY	ECART
LT	25,01	26,34	24,9	25,4	0,65
LR	30	30,96	30,74	30,6	0,41
L	13,28	13,42	13,37	13,4	0,06
S	11,73	12,92	11,53	12,1	0,61
CH2					
LT	12,58	14,28	12,3	13,1	0,87
LR	15,09	16,66	15,18	15,6	0,72
L	11,29	12,78	10,78	11,6	0,85
S	1,29	1,5	1,52	1,44	0,1
L/S	8,74	8,52	7,09	8,12	0,73
CH3					
LT	12,02	11,71	12,23	12	0,21
LR	14,41	13,76	15,09	14,4	0,54
L	10,53	10,46	10,9	10,6	0,19
S	1,49	1,25	1,33	1,36	0,1
L/S	7,06	8,08	8,19	7,78	0,51
CH4					
LT	11,41	11,56	11,29	11,4	0,11
LR	13,68	13,58	13,93	13,7	0,15
L	10,13	10,38	10,1	10,2	0,13
S	1,28	1,18	1,19	1,22	0,04
L/S	7,91	8,79	8,84	8,51	0,43
CH5					
LT	11,29	10,64	10,77	10,9	0,28
LR	13,9	12,5	13,29	13,2	0,57
L	10,22	9,35	9,5	9,69	0,38
S	1,17	1,29	1,27	1,24	0,05
L/S	8,73	7,24	7,48	7,82	0,65
CH6					
LT	10,75	10,54	9,51	10,3	0,54
LR	12,89	12,06	11,74	12,2	0,48
L	9,58	9,23	8,37	9,06	0,51
S	1,17	1,31	1,14	1,21	0,07
L/S	8,18	7,04	7,34	7,52	0,48

# Thème : Etude de la variation chromosomique chez l'espèce Vicia FABA L.

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Biologie et Génomique Végétale.

## Résumé

Le travail que nous avons entrepris a permis d'élargir nos connaissances en caryo-morphologie de l'espèce *vicia faba* L. (Aguadulce, Shale, Histal et féverole), en appliquant la technique de coloration classique.

Nous avons pu déterminer et caractériser les caryotypes de chaque génotype. Deux satellites et une constriction secondaire sont mis en évidence sur les chromosomes des génotypes Aguadulce, Shale et Histal respectivement. Rappelons que les satellites sont munis de régions organisatrices nucléolaires (N.O.R) codant pour les gènes ribosomiques. De ce fait, la formule caryotypique d'Aguadulce et féverole (ou Sidi Aich) est décrite comme suite:

$2n=2x=12t+2m=14$ , alors que celle de Shale et Histal est :  $2n=2x=10t+2m=12$ .

Signalons que les tailles des chromosomes sont différentes. Les grandes tailles sont observées chez les génotypes à 14 chromosomes et les petites tailles sont détectées chez les génotypes à 12 chromosomes. Globalement, les caryotypes sont symétriques tant pour la forme que pour la taille (I.A.S). Également des chromosomes B sont observés particulièrement chez le génotype Shale.

**Mots clés :** Caryotype, chromosome B, construction secondaire, satellite, *vicia faba* L.

**Laboratoire de recherche :** Biochimie, Génétique et Biotechnologie Végétale.

**Jury d'évaluation :**

**Président du jury :** Mr. KELLOU Kamel (MAA- UFM Constantine),

**Rapporteur :** Dr. HAMMOUA-BOUSBIA Dounia (MCA- UFM Constantine).

**Examineur :** Mr. TEMAGOULT Mahmoud (MAA-UFM Constantine).

**Date de soutenance :** 18/06/2016