

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



جامعة الإخوة منتوري قسنطينة I
Frères Mentouri Constantine I University
Université Frères Mentouri Constantine I

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de : Biologie et écologie végétal

كلية علوم الطبيعة والحياة
قسم البيولوجيا و علم البيئة النباتية

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences biologiques
Spécialité : Biotechnologie et Génomique végétale

N° d'ordre :

N° de série :

Intitulé :

**Identification et caractérisation de caryotype
bimodal chez l'espèce *Vicia faba* L.**

Présentée par : Amrane Rania

Le 19/06/2022

Jury d'évaluation :

Encadreur : Pr .Hammouda D.(Professeur- Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Examineur 1 : Mr .Baaziz K. (MCB- Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Examineur 2 : Mme Kacem S .N.(MCB-Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Année universitaire

2021 - 2022

Remerciements

En premier lieu, je remercie le bon Dieu, tout puissant, de m'avoir donnée la force, la patience et le courage pour terminer ce modeste travail. Dieu merci.

*Au terme de ce travail je tiens à présenter mes vifs remerciements, les plus sincères à mon encadreur madame **Hammouda-Bousbia Dounia**, (Professeur à UFM Constantine), d'avoir proposé ce travail, pour sa disponibilité, sa patience et surtout ses judicieux conseils qu'elle m'a prodiguée tout au long de ce mémoire.*

*Mes profondes reconnaissances s'adressent à **Mr. Baaziz Karim** (MCB- Université Frères Mentouri, Constantine).*

De m'avoir fait l'honneur de présider ce jury de ce mémoire.

*Mes vifs remerciements s'adressent à **Mme KACEM Nadia Sandra** (MCB - UFM Constantine), pour le temps consacré à examiner ce modeste travail.*

*Je tiens également à remercier l'ensemble du personnel du laboratoire « **Génétique, Biochimie et Biotechnologies végétales** » de l'université de Constantine « **chaabet el rasas** » pour leur générosité et leur bonne humeur et plus précisément à la doctorante « **HAMANI Hanane** » pour son aide sa disponibilité et ses encouragements.*

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

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. Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager. En ce jour mémorable, pour moi ainsi que pour toi. Ce modeste travail est le fruit de tous les sacrifices que tu as déployé pour mon éducation et ma formation. Puisse le tout puissant te donner santé, bonheur et longue vie afin que je puisse te combler à mon tour.

Mon très cher père : Autant de phrases et d'expressions aussi éloquentes soient-elles ne sauraient exprimer ma gratitude et ma reconnaissance. Tu as su m'inculquer le sens de la responsabilité, Je voudrais te remercier pour ton amour, ta générosité, ta compréhension. 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.

Mon petit cher frère : Qui est présent dans tous mes moments d'examens par son soutien moral. Je te souhaite un avenir plein de joie, de bonheur, de réussite et de sérénité.

A ma chère copine chourouk : En souvenir de notre sincère et profonde amitié et des moments agréables que nous avons passés ensemble. Tu trouves dans ce travail l'expression de mon respect le plus profond

A tous ceux qui m'aimes

Liste des tableaux

Tableau 1 : Nombre chromosomique de plusieurs espèces du genre <i>Vicia</i> L	6
Tableau 2 : Evaluation de la superficie et production de la fève et féverole en Algérie.	16
Tableau 3 : Nomenclature chromosomique proposée par Levan (1964).....	21
Tableau 4 : Liste des génotypes introduits dans notre étude cytogénétique	26
Tableau 5 : Morphométriques de Génotype Usontono	33
Tableau 6 : Morphométriques de la variété Gladice	35
Tableau 7 : Récapitulatif des résultats	42

Liste des figures

Figure 1: Différentes espèces du Genre <i>Vicia</i>	5
Figure 2: Différentes organes de l'espèce <i>Vicia faba</i> L.....	8
Figure 3 : La culture de la fève.....	10
Figure 4 : Description de la plante de la fève <i>Vicia faba</i>	11
Figure 5 : Classification de <i>Vicia faba</i> L. selon Muratova	12
Figure 6 : Graines <i>Vicia faba</i> a) graines <i>Vicia faba major</i> (Usontono), b) graines <i>Vicia faba minor</i> (Gladice)	13
Figure 7 : Evaluation des productions (qx) de la fève par rapport aux autres légumineuses alimentaire en Algérie de 2002 à 2012.....	18
Figure 8 : Répartitions géographiques de la fève dans le monde.....	15
Figure 9 : Différents niveaux de condensation de l'ADN:	20
Figure 10 : Schémas des différents types de chromosomes.....	20
Figure 11 : Les graines des variétés de l'espèce <i>Vicia faba</i> L.	25
Figure 12 : la coloration avec le réactif de schiff.....	28
Figure 13 : L'écrasement des graines.....	29
Figure 14 : Photo microscope de type Leica DM 4000 (fluorescent).....	30
Figure 15 : Caryotype de l'espèce <i>Vicia faba</i> L. (variété Usontono)	34
Figure 16 : Caryotype de l'espèce <i>Vicia faba</i> L. (Variété Gladice).....	36
Figure 17 : Représentation de caryogramme et idiogramme des deux génotype de <i>Vicia faba</i>	39

Liste des abréviations

m	<u>M</u> étacentrique
st	<u>S</u> ub <u>t</u> élocentrique
t	Acrocentrique
T	<u>T</u> élocentrique
cs	<u>C</u> onstriction <u>s</u> econdaire
sat	<u>S</u> atellite
h	<u>H</u> eure
min	<u>M</u> inute
µm	Micromètre
FAO	<u>F</u> ood and <u>A</u> griculture <u>O</u> rganisation
CHR	<u>C</u> hromosomes
NOR	<u>O</u> rganisation <u>r</u> ibosomiques <u>n</u> ucléolaire
BL	<u>B</u> ras <u>l</u> ong
BC	<u>B</u> ras <u>c</u> ourt
LT	<u>L</u> ongueur <u>t</u> otale

Résumé

Le présent travail se rapporte sur l'étude caryo-morphologique des chromosomes de l'espèce *Vicia faba* L, les variétés Gladice et Usontono. En se basant sur la technique classique, nous avons pu déterminer et identifier la garniture chromosomique de chaque variété.

Donc, la forme caryotypique de ces variétés est décrite comme suit :

$2n=2x=2m$ (2cs) +10 st =12 (Usontono) et $2n=2x=2m$ (2cs) + 6st + 4t = 12 (Gladice.). Signalons la différence de taille des chromosomes des deux génotypes étudiés : ceux de la variété *minor* (Gladice) sont de taille supérieure à ceux de la variété *major* (Usontono) .

Le caryotype est asymétrique pour les deux variétés, avec une paire chromosomique métacentrique(m), et cinq autre paires subtélocentriques (st) chez Usontono, tandis que la variété Gladice possède trois types chromosomiques dont : une paire métacentrique (m) deux paire acrocentriques (t) et trois paires subtélocentriques (st), avec la présence d'une paire de constriction secondaire au bras court du chromosome « 1 » chez les deux variétés.

Ce qui confirme la présence d'un caryotype bimodal chez l'espèce *Vicia faba*, caractérisé par deux ensembles de chromosomes (courts et longs), dont 5 chromosomes (acrocentriques) courts et 1 chromosome métacentrique long (~15 µm de long, soit environ le double de la longueur des premiers). Ces grands chromosomes sont probablement dérivés de la fusion ancestrale de deux chromosomes acrocentriques.

Mots clés: *Vicia faba*, caryotype bimodal, chromosome, constriction secondaire, satellite.

Abstract

The present work relates to the karyomorphological study of the chromosomes of the species *Vicia faba* L, the varieties Gladice and Usontono. Based on the classic technique, we were able to determine and identify the chromosomal complement of each variety.

Therefore, the karyotypic form of these varieties is described as follows: $2n=2x=2m$ (2cs) +10 st =12(Usontono) and $2n=2x=2m$ (2cs) + 6st + 4t = 12(Gladice.) We note that the sizes of the chromosomes are different, including: the *minor* variety (Gladice) is quite large than the *major* variety (Usontono).

The karyotype is asymmetric in both varieties, with a metacentric (m) chromosomal pair, and five other subtelocentric (st) pairs in Usontono, while the Gladice variety has three chromosomal types including: a metacentric pair (m) two acrocentric pairs (t) and three subtelocentric (st) pairs, with the presence of a secondary constriction pair at the short arm of chromosome "1" in both varieties.

This confirms the presence of a bimodal karyotype in the *Vicia faba* species characterized by two sets of chromosomes (short and long), including 5 short (acrocentric) chromosomes and 1 long metacentric chromosome (15 μ m long, i.e. approximately double of the length of the first). These large chromosomes are probably derived from the ancestral fusion of two acrocentric chromosomes.

Keywords: *Vicia faba*, bimodal karyotype, chromosome, secondary constriction.

ملخص

يتعلق العمل الحالي بالدراسة المورفولوجية للكروموسومات من الأنواع Vicia faba L ، والأصناف Gladice و Usontono. استنادًا إلى التقنية الكلاسيكية ، تمكنا من تحديد وتحديد مكمل الكروموسومات لكل صنف. لذلك ، يتم وصف الشكل النووي لهذه الأصناف على النحو التالي: $n = 2x = 2m (2cs) + 10 st = 2$ (Usontono 12) و $n = 2x = 2m (2cs) + 6st + 4t = 12$ (Gladice2). لاحظ أن أحجام الكروموسومات مختلفة ، بما في ذلك: صنف Gladice (الصغرى) كبير جدًا من صنف Usontono (الرئيسي).

النمط النووي غير متماثل في كلا النوعين ، مع زوج كروموسوم متري واحد (m) ، وخمسة أزواج أخرى فرعية (st) في Usontono ، بينما يحتوي صنف Gladice على ثلاثة أنواع من الكروموسومات بما في ذلك: زوج متري واحد (m) زوجان مترابطان (t) وثلاثة أزواج مركزية فرعية (st) ، مع وجود زوج انقباض ثانوي في الذراع القصيرة للكروموسوم "1" في كلا الصنفين.

هذا يؤكد وجود نمط نووي ثنائي النسق في أنواع Vicia faba تتميز بمجموعتين من الكروموسومات (قصيرة وطويلة) ، بما في ذلك 5 كروموسومات قصيرة (acrocentric) و كروموسوم واحد طويل (15) ميكرومتر ، أي ضعف طول الكروموسومات تقريبًا (أول). من المحتمل أن تكون هذه الكروموسومات الكبيرة مشتقة من اندماج أسلاف اثنين من الكروموسومات acrocentric.

الكلمات المفتاحية: Vicia faba ، النمط النووي ثنائي النسق ، الكروموسوم ، الانقباض الثانوي.

Sommaire

Sommaire

<i>Introduction</i>	1
CHAPITRE I Revue bibliographique	
1. Généralités sur le Genre <i>Vicia</i>	4
1.1 Présentation de l'espèce d'étude <i>Vicia faba</i> L.	4
1.1.1 Généralités	9
1.1.2 Description botanique.....	9
1.1.3 Classification systématique	11
1.1.4 Classification génétique	12
1.1.5 Intérêt agronomique et économique	14
1.2 Origine et distribution géographique de <i>Vicia faba</i> L.	17
1.2.1 <i>Vicia faba</i> en Algérie.....	17
2. Données Cytogénétiques	18
2.1. La chromatine	18
2.2. Le chromosome	18
2.3. Le Caryotype.....	21
2.3.1. L'asymétrie.....	22
2.3.2. Zones vitales des chromosomes.....	22
CHAPITRE II Matériel et méthodes	
1. Matériel végétal	25
2. Méthode utilisée	26
CHAPITRE III Résultats et discussion	32
III-1 Résultats	32
III -2-1 Description des Caryotypes	32
III -2-1-1 La variété Usontono	33
III -2-1-2 : la variété Gladice.....	35
III .3 Discussion	37
<i>Conclusion et perspectives</i>	41
<i>Références bibliographiques</i>	43
<i>Annexes</i>	48

Introduction

Introduction

Les Fabacées sont une des plus grandes importantes familles parmi les dicotylédones. C'est un groupe représenté par plus de 20 000 espèces cosmopolites des régions froides à tropicales, composées de 751 genre, qui se caractérisent par une fonction symbiotique "la fixation d'azote atmosphérique grâce aux bactéries présentes dans leurs nodosités". Elles sont l'une des grandes familles qui alimente l'homme car elles possèdent une source alimentaire de premier ordre, cultivées depuis la préhistoire. (**Gepts et al. 2005 ; Cronk et al. 2006**).

Les légumineuses alimentaires représentent de par la superficie qu'elles occupent, une place importante dans le système agricole et l'agroéconomie dans de nombreux pays du monde (**Bacha et Ouane, 2003**).

Ces légumineuses tiennent une part très importante des travaux accomplis dans divers domaines tel que : l'agronomie, la cytogénétique, l'entomologie, la phytopathologie, et la physiologie (**Baudoin et al. 2001**). À côté de leur importance économique, agronomique et écologique, les légumineuses (fabacées), constituent un enjeu à caractère stratégique pour plusieurs pays. Les légumineuses à graines constituent toujours une part importante de l'alimentation du monde, particulièrement dans les pays en développement où elles sont la principale source de protéines pour l'homme. Citons le haricot (*Phaseolus vulgaris* $2n = 2x = 22$) en Amérique Latine, le Pois Chiche (*Cicer arietinum*.L, $2n = 2x = 16$), la luzerne (*Medicago sativa*, $2n = 4x = 32$) et la Fève (*Vicia faba*, $2n = 2x = 12$). (Lazrek et al. 2008). Ces légumineuses à graines permettent d'apporter au moins 33% des besoins humains en protéines alimentaires (**Vance et al. 2000**).

L'espèce *Vicia faba* L. est une plante potagère, de la famille des Papilionacées cultivée depuis la plus haute antiquité (**Zaidi et Mahiout, 2012**). 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**). Également, 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**), est une culture très appréciée par les agriculteurs.

La culture de la fève est pratiquée surtout dans les plaines côtières et de l'intérieure. Une superficie de 58 000 ha est réservée à cette culture et dont 50 % de celle-ci est répartie entre Tlemcen, Chlef, Skikda, Ain T'émouchent et Biskra (**Maatougui, 1996**).

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

La féverole était autrefois traditionnellement cultivée pour les chevaux. Aujourd'hui, elle entre dans l'alimentation des ruminants, et des volailles. Cette culture a été sélectionnée par l'homme au proche Orient ou en Afrique. Elle possède un système racinaire très repoussant et structurant, et de surcroît l'une des plus performantes, en matière de fixation de l'Azote. En Algérie, la seule variété de féverole cultivée est « Sidi Aich » (**Zaghouane, 1991 ; Thomas, 2008 ; Anonyme, 2007**).

Du fait que *Vicia 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 ($2n=12$, $2n=14$) avec une taille importante dont ils sont facilement observables au microscope, et donc ils sont devenus un matériel standard en cytogénétique. (**Sillero et al. 2010**).

Le présent travail s'inscrit dans un cadre de projet de recherche, portant sur l'identification, la caractérisation et la comparaison entre les caryotypes de deux variétés (*minor* et *major*) de *Vicia faba*, dévoilée par la méthode classique du dénombrement chromosomique

Le travail 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 deuxième chapitre** est consacré à la méthodologie de travail adoptée au laboratoire.
- **Le dernier chapitre** est consacré aux résultats et discussion clôturée par une conclusion dont laquelle on récapitule les connaissances acquises lors de ce travail suivies par des perspectives.

Chapitre I Revue bibliographique

1 Généralités sur le Genre *Vicia*

Le genre *Vicia*. L., qui fait partie à la famille des légumineuses et réunit 140 espèces annuelles et vivaces, proche des pois de senteur (*Lathyrus*), la plupart sont munies de vrilles à l'extrémité de leurs feuilles pennées et se hissent ainsi sur divers supports. *Vicia faba*, la fève, fait exception, avec ses tiges dressées sans vrilles (**Burnie et al.2011**).

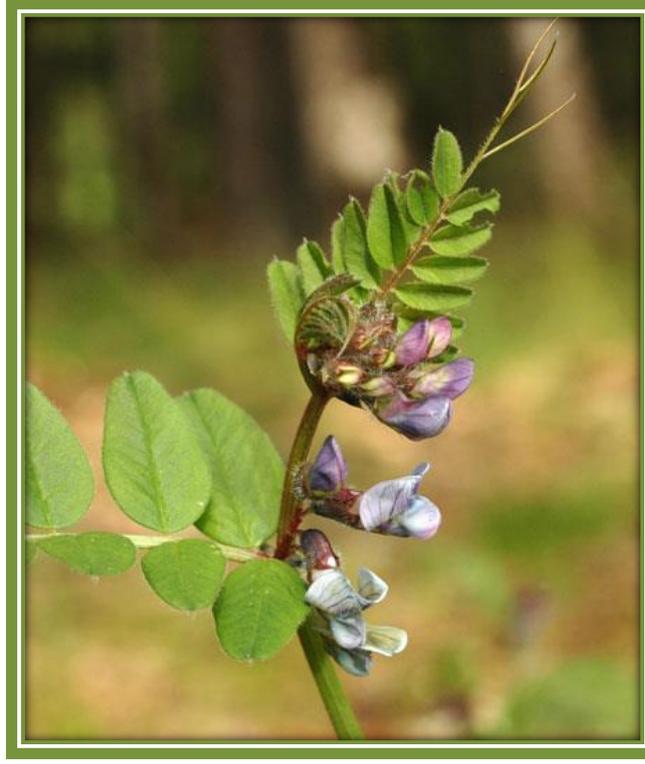
Les petites fleurs, d'ordinaire groupées en courts racèmes axillaires et typiquement papilionacées, quoi que souvent peu ouvertes, sont en général blanches, roses, violacées ou jaune pâle. Les fruits sont de longues gousses vertes, épaisses, à maturation rapide, dont la gousse renferme des graines de tailles et de formes variables. Les espèces de *Vicia* ont un intérêt économique et agricole important ; elles sont très riches en protéines, calcium, magnésium et vitamines tel que la vitamine du groupe B (. (**Osman et al., 2020. Couplen et Marm 2009 ; Coul-plan, 2012**) (**Figure 1**)

Les espèces du genre *Vicia* L. ont fait l'objet de travaux nombreux et d'études caryologiques et spécialement sur l'espèce *Vicia faba* en raison du petit nombre et la grande taille de ses chromosomes. (**Mc Leash. 1953**).

Selon Judd (2002), le nombre chromosomique du genre *Vicia*, varie de $2n=2x= 10, 12, 14, 24\text{à } 28$. (**Bolkhoskikh et al, 1974**), citent différents nombres chromosomiques de plusieurs espèces de *Vicia* L., qui varient de $2n = 2x= 10, 12, 14, 16, 18, 24, 28 \text{ à } 36$ (**Tableau 1**).

1.1 Présentation de l'espèce d'étude *Vicia faba* L.

La fève (*Vicia faba* L.) est une Fabacée, d'une forme relativement proche du pois, une espèce diploïde ($2n = 2x =12$ chromosomes). Plante annuelle de haute tige, avec des feuilles épaisses composées aux folioles d'une couleur vert -grisâtre son système racinaire est développé et descend profondément dans le sol (**Chaux et Foury, 1994**). La fève possède des fleurs qui sont généralement blanches avec des ailes noires, par deux à cinq petites grappes pédonculées (**Guinoolhet et De Vilmorin, 1984**) (**Figure 2**).



A) *Vicia faba*

B) *Vicia sativa*

C) *Vicia villosa*

D) *Vicia sepium*

Figure 1: Différentes espèces du Genre *Vicia*

Tableau 1 : Nombre chromosomique de plusieurs espèces du genre *Vicia L*. (Bolkhoskikh *et al.* 1974).(Merzi N .2018)

Espèces du genre <i>Vicia L.</i>	Nombre chromosomiques (2n)
<i>V. akhmaganica E.Kazarian</i>	10
<i>V. alpestris Stev.</i>	10,28
<i>V. ambigua Guss.</i>	12
<i>V. americana Muehl.</i>	14,28
<i>V. amoena Fisch.</i>	12,24
<i>V. amphicarpa</i>	10, 12,14
<i>V. amurensis Oett.</i>	12
<i>V. andicola H. B. et K. (aff.)</i>	14
<i>V. angustifolia</i>	12
<i>V. atropurpurea Desf.</i>	14
<i>V. aurantia Boiss.</i>	14
<i>V. baicalensis (Turcz.) B.Fedtsch</i>	12
<i>V. balansae Boiss.</i>	14
<i>V. benghaalensis L.</i>	12,14
<i>V. biennis L.</i>	14
<i>V. bithynica L.</i>	14
<i>V. calcarata Desf.</i>	12 ,14
<i>V. canadensis Zucc.</i>	12
<i>V. faba L.</i>	12,14
<i>V. fedtschenkoana V. V. Nikitin</i>	28
<i>V. ferruginea Bess.</i>	12
<i>V. fulgens Batt.</i>	14
<i>V. glabrescens Koch</i>	14
<i>V. glauca Presl</i>	14
<i>V. globosa Retz.</i>	14
<i>V. gracilis Loisel.</i>	14
<i>V. graeca</i>	12, 14,28
<i>V. graminea Smith</i>	14
<i>V. grandiflora Scop.</i>	12,14
<i>V. grossheimii Ekvim.</i>	28
<i>V. hajastana Grossh.</i>	10
<i>V. heterophylla Presl</i>	12
<i>V. hirsuta (L.) S. F. Gray</i>	14,28
<i>V. hololasia Woron.</i>	10
<i>V. hybrida L.</i>	12
<i>V. hyrcanica Fisch.et Mey.</i>	12
<i>V. incana</i>	12
<i>V. incisa Bieb.</i>	14
<i>V. japonica A. Gray</i>	12,24

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).**

Au sein de l'espèce *V. faba*, il existe trois sous espèces. La féverole, représenté par *V. faba minor* et *V. faba equina*, se caractérise par des grains de petite taille, tandis que, la fève potagère, qui correspond à *V. faba major*, est représenté par des grains de calibre important **(Leguen & Duc, 1992 ; bengougua .K 2018).**

La féverole, représenté par *Vicia faba minor* et *Vicia faba equina*, se caractérise par des grains de petite taille, tandis que, la fève potagère, qui correspond à *Vicia faba major*, est représenté par des grains de calibre important **(Leguen & Duc, 1992 - Binette & Jardin édité par My Beautiful Company 2022) (Figure 6)**

En effet, cette espèce est une source considérable de protéines végétales pour l'alimentation humaine et animale, cette légumineuse (Fabacée) est utilisée aussi comme une tête de rotation grâce à ses restitutions azotées très importantes. Sa domestication très ancienne, depuis l'âge néolithique a favorisé sa variabilité génétique. Cependant cette variabilité est intra spécifique vue que cette espèce est isolée génétiquement dans le genre *Vicia*, **(figure 1).** **(Zeid M.; Mitchell S; Link W; Carter M; Nawar A; Fulton T; And Kresovich S. (2009).**

Dans le plan cytogénétique, bien que la plupart des autres espèces du genre aient 7 chromosomes de taille petite, *Vicia faba* L. possède 6 gros chromosomes. Ces chromosomes sont multibrins et existent sous une forme super enroulée d'une quantité considérable d'ADN. Cet ADN, dont la quantité peut varier considérablement d'une autre cellule du même ensemble d'organes, composée en grande partie d'ADN. C'est sans doute l'une des raisons pour lesquelles malgré la lourde charge de travail, les chromosomes de la fève ont été étudiés et sont actuellement en cartes du génome des espèces. **(Guen. et Duc, 1996).**



1 / Fleurs du *Vicia faba*

2 / Graines du *Vicia faba*

3/Gousses de *Vicia faba*

4/ Tige de *Vicia faba*

Figure 2: Différentes organes de l'espèce *Vicia faba* L

1.1.1 Généralités

La fève est un des plus anciens légumes cultivés (**Helyette, 2002**), elle aurait été cultivée dès la fin du néolithique (**Maurice et al. 1999**). A l'heure actuelle on ne la trouve pas sous forme sauvage, ce qui confirme son antiquité, ses deux principaux centres d'origine sont les pays du bassin méditerranéen et l'Ethiopie (**Cubero 1974 in Timoussarh, 2006**).

C'est une plante herbacée, à racines pivotantes parfois superficielle, à tige creuse et quadrangulaire, Comme toutes les légumineuses, elle possède des nodosités renfermant des bactéries fixatrices d'azote atmosphérique qui sont (*Rhizobium leguminosarum*) (**Leguen& Duc, 1992**).ses feuilles comportent deux folioles à la base de la tige puis 3 ou 4 par la suite. Les tiges présentent un nombre variable (de 5 à 10) de nœuds végétatifs à la base, puis un nombre également variable (de 7 à 25) de nœuds reproducteurs. C'est une plante à croissance indéterminée. (**Leguen& Duc, 1992**) (**Figure 2**)

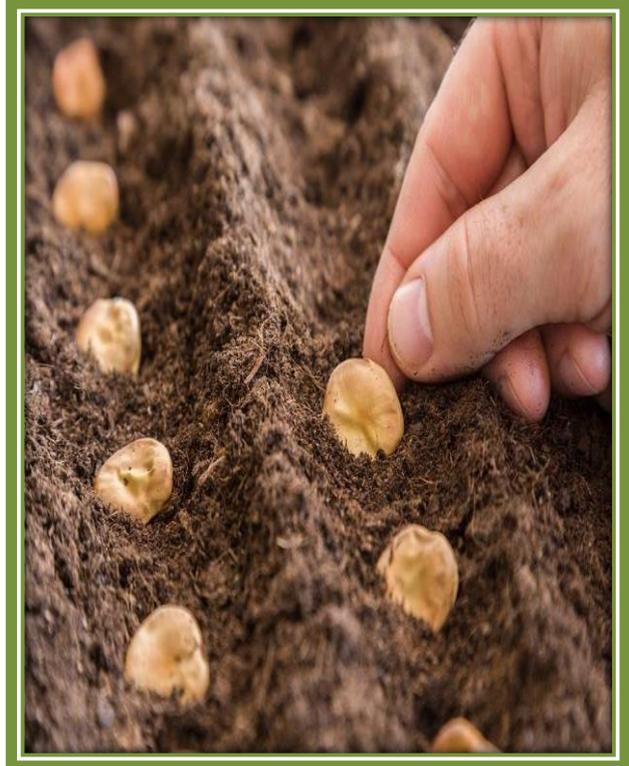
1.1.2 Description botanique

La fève (*Vicia faba*L.) est l'une des premières cultures à domestiquer. C'est une espèce d'hiver qui peut être cultivée comme légume vert ou à l'état sec après la maturité des gousses. (**Alaoui B., 2000**), espèce diploïde (2n=12 chromosomes) partiellement allogame (**Gnanasambandam et al. (2012)**). La culture de fève est peu exigeante en termes de qualité de sol, cependant, elle aime les sols frais, profonds, et peu acides, (**Dean J. 1987**). Sensible au manque d'eau pour cela, elle a besoin de l'eau durant tout son cycle végétatif et en particulier à partir de la floraison (**Chaux &Foury, 1994**).

Selon le semis dépend des régions et des variétés, il peut s'effectuer à partir du mois d'octobre jusqu'à la fin du mois de Février et début du mois de Mars. (**figure 3**) En Algérie, le semis est réalisé au mois de Novembre afin d'éviter la sécheresse printanière (**Laumonier, 1979**). La floraison débute en avril et La récolte à lieu environ 3 mois après le semis, soit de juin à août pour les semis de fin d'hiver et de printemps, (**Gerbeaud 2018**) (**Figure 3**).



1) La récolte de la fève



2) Le semis de la fève



3) La floraison de la fève



4) La fertilisation de la fève

Figure 3 : la Culture de la fève

1.1.3 Classification systématique

Classification APG III (2009), par les auteurs : **Birgitta Bremer et al.**

Règne *Plantae*

Clade *Angiospermes*

Clade *Dicotylédones vraies*

Clade *Noyaues*

Dicotylédones vraies

Clade *Rosidées*

Clade *Fabidées*

Ordre *Fabales*

Famille *Fabaceae*

Genre *Vicia*

Vicia faba L., 1753



➤ **Racine** : puissantes de taille variantes allant jusqu'à 1m de profondeur .avec des ramifications secondaire,vue que les nodosités sont abondantes dans les premières centimètres du sol, Les racines secondaires portant les nodosités possédant des bactéries fixatrices d'azote. (*Rhizobium leguminosarum*). (**Laumonier, 1979**).

➤ **Tige** : La fève possède une simple tige, creuse d'une forme quadrangulaire, avec l'absence de ramification et se dressant sur plus de 1m de haut (**Peron, 2006**). La tige est pourvue d'un ou plusieurs rameaux à la base et présente un type de croissance indéterminé (**Brink et Blay, 2006 ; Duc, 1997**).

➤ **Feuilles** : ses feuilles sont de couleur vert clair, d'une forme ovale, entières. Elles sont composées et possèdent 2 à 8 folioles (**Dominique, 2010**) (**Figure 4**).

➤ **Fleurs** : portées aux aisselles des nœuds reproducteurs en grappes de 2 à 12 selon le type, grandes, de 2 à 3 cm, blanches tachées de noir (**Patrick et Delveauxot., 2008**). de type papilionacé, (**Dac, 1997**). Ces grandes fleurs papilionacées donnent de longues gousses vertes, épaisses, contenant de grosses graines ovales (**Couplen et Marmy, 2009**).

➤ **Graines** : charnue, vertes et tendres à l'état immature, à complète maturité, elle développe un tégument épais et coriace de couleur brun-rouge, à blanc verdâtre et prend une forme aplatie à couleur presque circulaire (Mezani, 2011). Les graines sont les plus volumineuses de toutes les espèces légumières (Chaux et Foury, 1994). possèdent un hile clair ou de couleur noire parfois entouré de taches de couleur marron (Duc, 1997).

1.1.4 Classification génétique

La fève, *Vicia faba* L., appartenant à l'ordre des Fabales et à la famille des Fabaceae, est une espèce dont la classification prête encore aujourd'hui à discussion (Guen et Duc, 1996). Un consensus est, cependant, généralement trouvé sur la classification de Muratova, qui subdivise l'espèce en deux sous-espèces, paucijuga et eu-faba (Guen et Duc, 1996). Dans le groupe eu-faba, cette classification distingue trois variétés botaniques : *Vicia faba minor* (Gladice), *Vicia faba equina* et *Vicia faba major* (usontono). (Figure 5 ,6).

McLeash (1953) a reporté un nombre chromosomique de $2n=2x=12$ pour *Vicia faba*, tandis que Hirayoshi (1952) a trouvé $2n=12$ pour des variétés européennes est $2n=2x=14$ pour des variétés asiatiques. Kumar (1960) confirme aussi le nombre chromosomique $2n=12$ pour les variétés européennes : tel que *Vicia faba* var. *minor*.

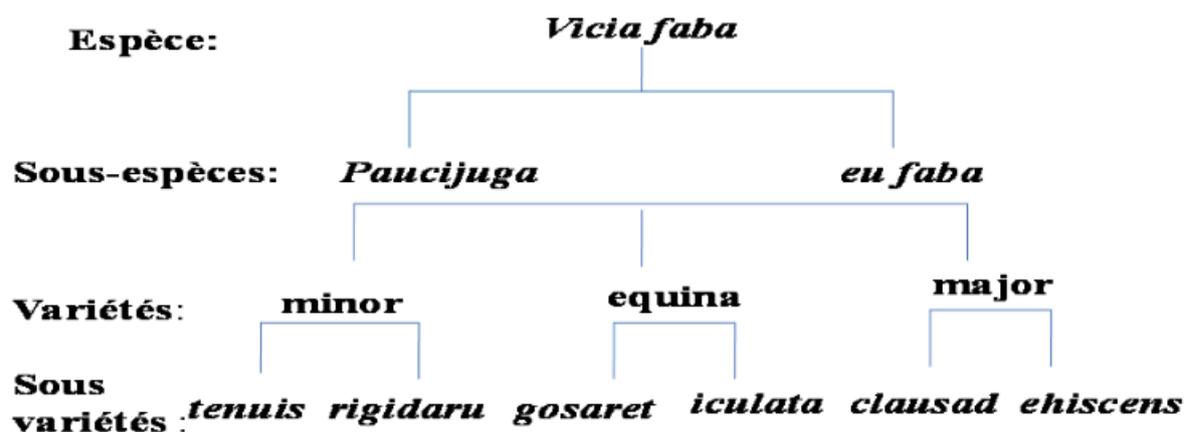


Figure 4 : Classification de *Vicia faba* L. selon Muratova (Guen et Duc .1996)

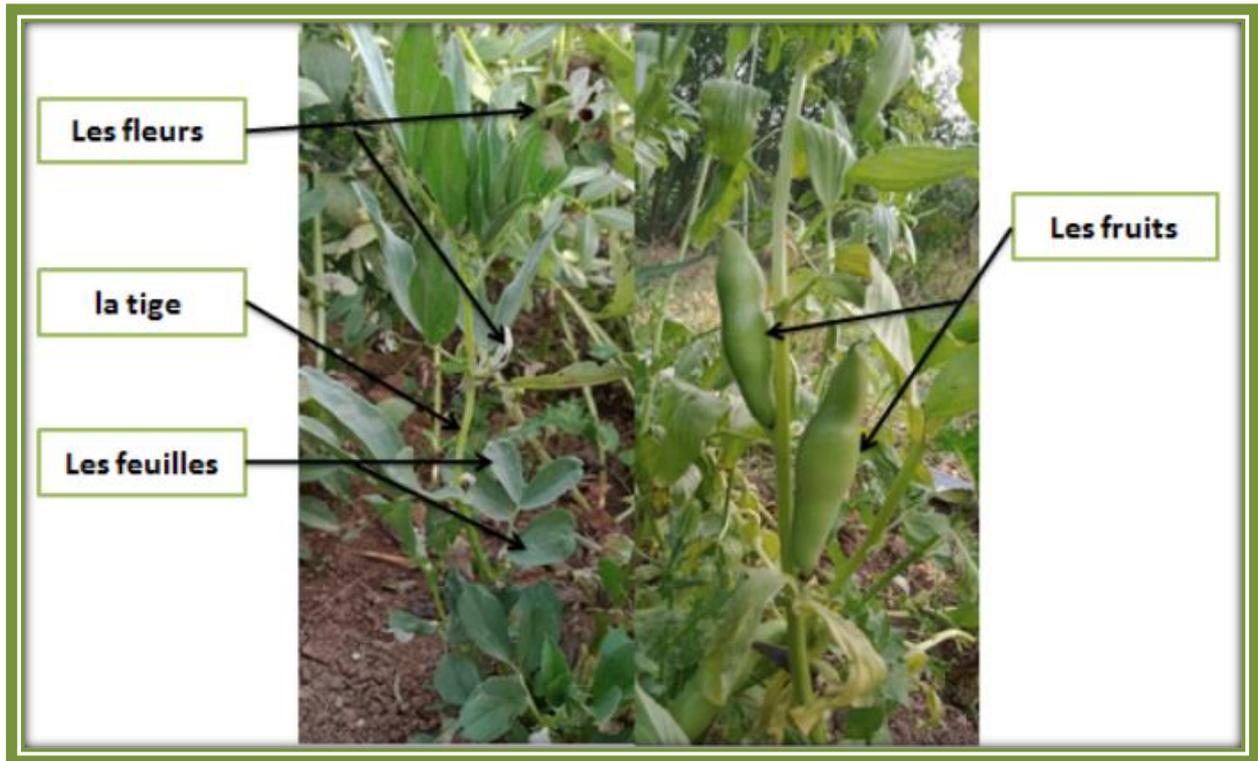


Figure 5 : Description de la plante de la fève *Vicia faba* (Originale, 2020).

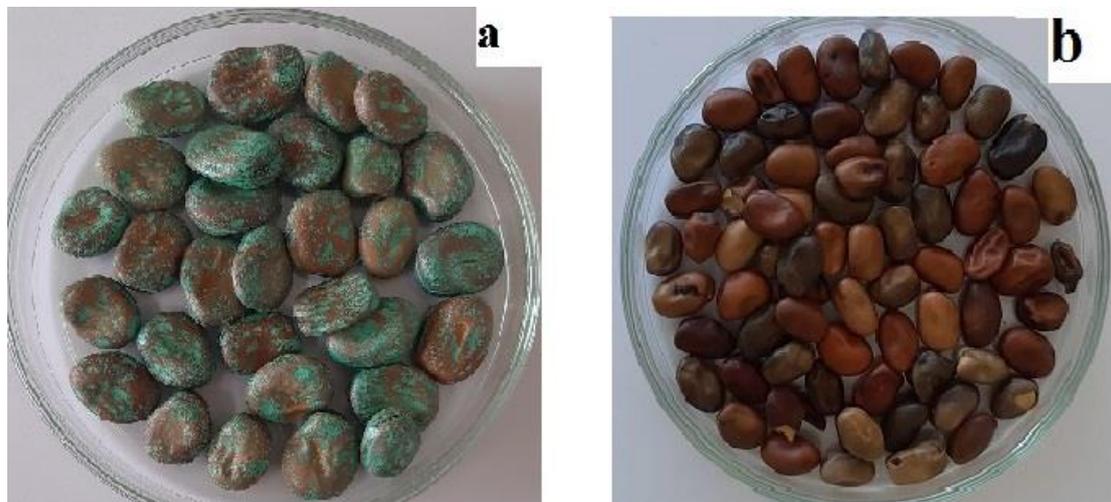


Figure 6 : Graines *Vicia faba* a) graines *Vicia faba major* (Usontono), b) graines *Vicia faba minor* (Gladice) .

1.1.5 Intérêt agronomique et économique

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 reconnues ; l'utilisation de la fève est principalement orientée vers la consommation humaine en gousses fraîches à grande proportion et sous forme de graines secs ou au stade pâteux à faible proportion.

(Maatougui, 1997).**(figure 8)**

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).

❖ Intérêt 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). Jensen *et al.* (2010) rapportent que la fève améliore la teneur du sol en azote avec un apport annuel de 200 kilogrammes de N/ha. Selon AL-GHAMDI et AL-TAHIR (2001) et Hamadache (2003), elle améliore aussi sa structure par son système racinaire puissant et dense avec des nodosités. Les résidus des récoltes enrichissent le sol en matière organique.

❖ Intérêt économique

La superficie mondiale cultivée en 2007 était de 2,5 millions d'ha (Mha) avec un total Production d'environ 3,74 millions de tonnes (Mt) et un rendement moyen de quelques 1,5 t/ha, 93% (environ 2,3 Mha et 3,6 Mt) étant pour les semences sèches, le reste pour Consommation de légumes (FAOSTAT 2008 et estimations officielles et non officielles).**(tableau 2)**

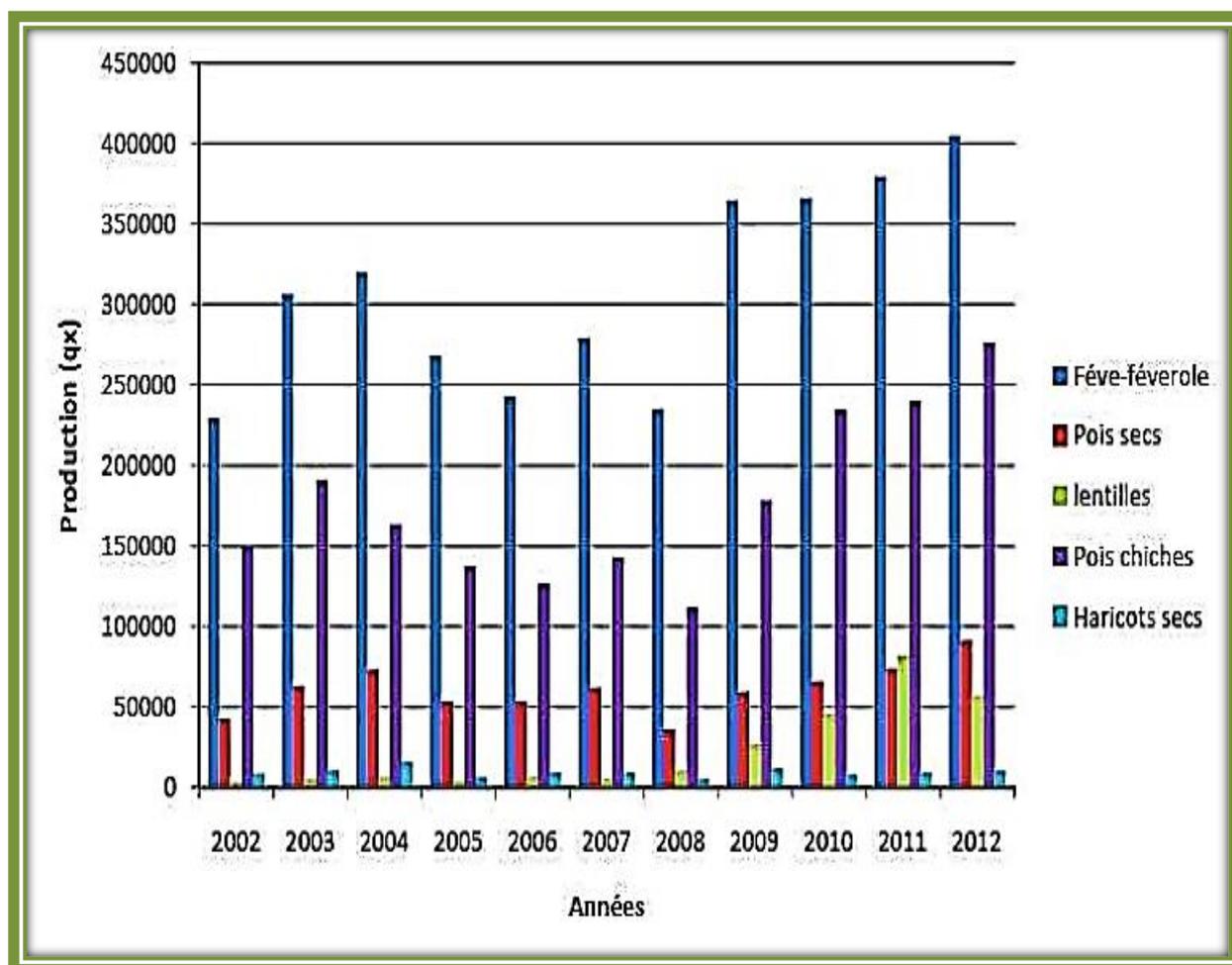


Figure 7 : Evaluation des productions (qx) de la fève par rapport aux autres légumineuses alimentaire en Algérie de 2002 à 2012 (Anonyme, 2013).

Le pays leader est la Chine avec 1,42 Mt (contre 1,7 Mt en 2001 ; 0,912Mha), suivi de l'Éthiopie (0,576 Mt, 0,458 Mha), de l'Égypte (0,302 Mt, 0,089Mha), France (0,255 Mt, 0,057 Mha), Royaume-Uni (0,160 Mt, 0,045 Mha), Australie (0,138 Mt, 0,133 Mha) et le Soudan (0,132 Mt, 0,070 Mha). Environ 200 000ha étaient dédiés à des usages horticoles (gousses vertes et graines), avec un total Production de près de 1 million de tonnes. L'Algérie (20 000ha), étaient le pays avec la plus grande superficie et les chiffres de production les plus élevés étaient ceux de la Chine (12 000 t) et du Maroc (95 000 t) (FAOSTAT 2008).

En raison de sa forte teneur en protéines, la fève sèche est utilisée comme céréale légumineuse pour l'alimentation des animaux ainsi que pour la consommation humaine ; le dernier se trouve rarement en Europe, sauf sous forme de graines grillées et salées pour une collation, mais c'est un aliment de base dans certaines régions comme l'Asie occidentale et l'Afrique du Nord.

La fève (*Vicia faba* L.) est la principale légumineuse alimentaire cultivée en Algérie (INRA, 2007). Elle constitue une importante ressource socio-économique. 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 2).

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 2 : Evaluation 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

1.2 Origine et distribution géographique de *Vicia faba* L.

La fève, *Vicia faba* L., est originaire des régions méditerranéennes du Moyen Orient (Peron, 2006). Cette plante est considérée comme l'une des plus vieilles espèces légumières cultivées (10 000 ans). Des restes de cette culture ont été trouvés à Jerico « Palestine » et remontent à 6000 ans (Cuberoj, 2011).

Elle 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).

Cependant, de récentes découvertes archéologiques du Nord-ouest de la Syrie ont montré que la fève daterait de la fin du 10^{ème} millénaire avant J-C, ce qui indique que le sud-ouest de l'Asie est le principal centre d'origine et de diversité de *Vicia faba* L. (Duc *et al.* 2010).

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, l'Algérie et les côtes arabes vers l'Abyssinie puis de la Mésopotamie vers l'Inde et la Chine. Au cours du 16^{ème} siècle, la culture de la fève a été introduite en Amérique par les Espagnols et vers la fin du 20^{ème} siècle, elle a réussi à atteindre l'Australie. La forme ancestrale de *Vicia 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). (**figure 8**).

1.2.1 *Vicia faba* en Algérie

En Algérie avec près de 60.000 hectares (gousses fraîches et graines sèches), la production durant cette année était de 15 500 tonnes en grains secs, soit un rendement de 0,3 tonne par hectare. Comparativement au rendement moyen international, qui est 3 à 4 tonnes par hectare (Chaux & Foury, 1994), il est remarqué que le rendement national est très faible. La culture de la fève est pratiquée essentiellement à Tlemcen (15,51% de la superficie totale), Chlef (9,59%), Skikda (8,80%), Ain Temouchent (7,74%). Dans le sud algérien, la wilaya de Biskra, occupe la première place, soit 7,40% de la superficie totale réservée à cette culture (Maatougui, 1995) (**Figure 7**).

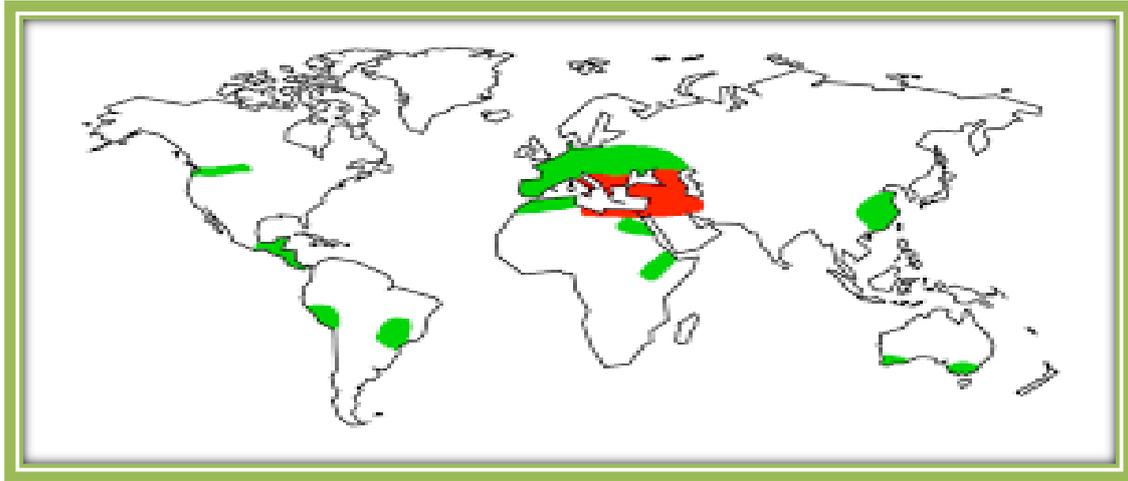


Figure 8 : Répartitions géographiques de la fève dans le monde(Anonyme,2013)

2. Données Cytogénétiques

La cytogénétique fait le lien entre la cytologie et la génétique. C'est d'abord une science d'investigation (**Jahier et al. 1992**). 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 végétal utilisé : nombre de chromosomes, polyploïdie, allopolyploïdie etc., la détermination et l'étude des caryotypes et enfin l'établissement de cartes génétiques. Il est connu, depuis le début de ce siècle, que chaque espèce végétale possède un jeu de chromosomes, défini par son effectif et certains paramètres morphologiques (taille, position des centromères, des constriction secondaires) (**Bentama et Boursas, (2016)**). 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 poly-ploïdies). On a aussi pu imaginer d'exploiter plus systématiquement les hybrides entre espèces (**Henderson, 1995**).

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**).

2.1. La chromatine

La chromatine représente le matériel génétique contenu dans le noyau interphasique. C'est une structure complexe constituée d'ADN et de protéines ; Environ deux mètres d'ADN dans chaque cellule doivent être contenus dans un noyau de quelques μm de diamètre. En plus de cet énorme degré de compaction, l'ADN doit être rapidement accessible afin de permettre son interaction avec les machineries protéiques régulant les fonctions de la chromatine (la transcription, la réplication et la réparation). Ainsi l'organisation dynamique de la structure chromatinienne influence, potentiellement, toutes les fonctions du génome.

En microscopie électronique, la chromatine apparaît sous deux aspects :
A- L'euchromatine : constitue la plus grande partie de la chromatine, dispersée dans tout le volume du noyau interphasique. Elle apparaît décondensée sous forme d'une structure en « collier de perles », chaque perle constitue une particule cœur de nucléosome.

L'euchromatine représente la partie active de la chromatine, durant l'interphase ; ses gènes actifs sont transcrits et l'ADN se réplique pour la prochaine mitose. (**Cheikh, 2019**)

B- L'Hétérochromatine : structure qui ne change pas d'état de condensation au cours du cycle cellulaire. Il se divise en deux catégories :

-**Hétérochromatine constitutive** : est formée principalement de séquences répétées et contient peu de gènes. Elle est généralement concentrée dans des régions situées à proximité des centromères et des télomères.

-**Hétérochromatine facultative** : contient des régions codantes qui s'activent (se décondensent) et se désactivent (se condensent) selon le type de cellule. (**Kebir.S 2019**).

2.2. Le chromosome

Le comptage chromosomique est effectué au niveau du méristème racinaire où les divisions mitotiques sont plus faciles à observer. Les chromosomes sont habituellement représentés par paires, (**figure 9**) ; en parallèle avec leur homologue. Ils sont souvent illustrés sous leur forme condensée et dupliquée (en métaphase de la mitose). (**Cunine, 2011**).

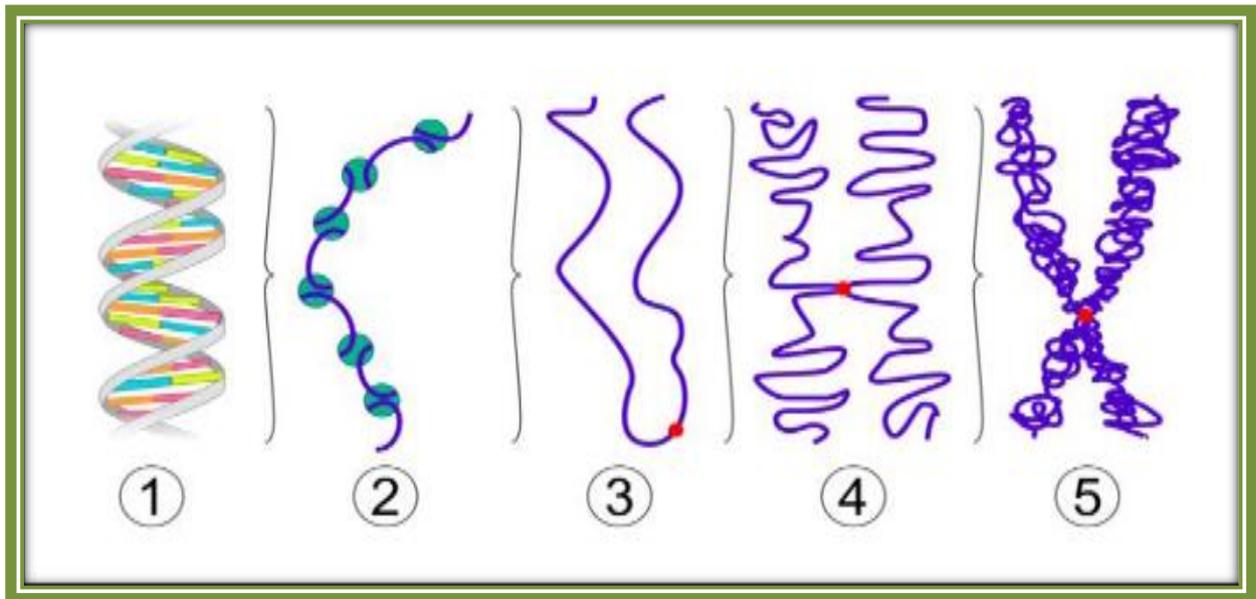


Figure 7 : Différents niveaux de condensation de l'ADN:

(1) brin simple d'ADN, (2) Brinde chromatine (ADN avec histones). (3) Chromatine au cours de l'interphase avec centromère. (4) Chromatine condensée au cours de la prophase. (Deux copies de la molécule d'ADN sont présentes) (5) au cours de la métaphase.

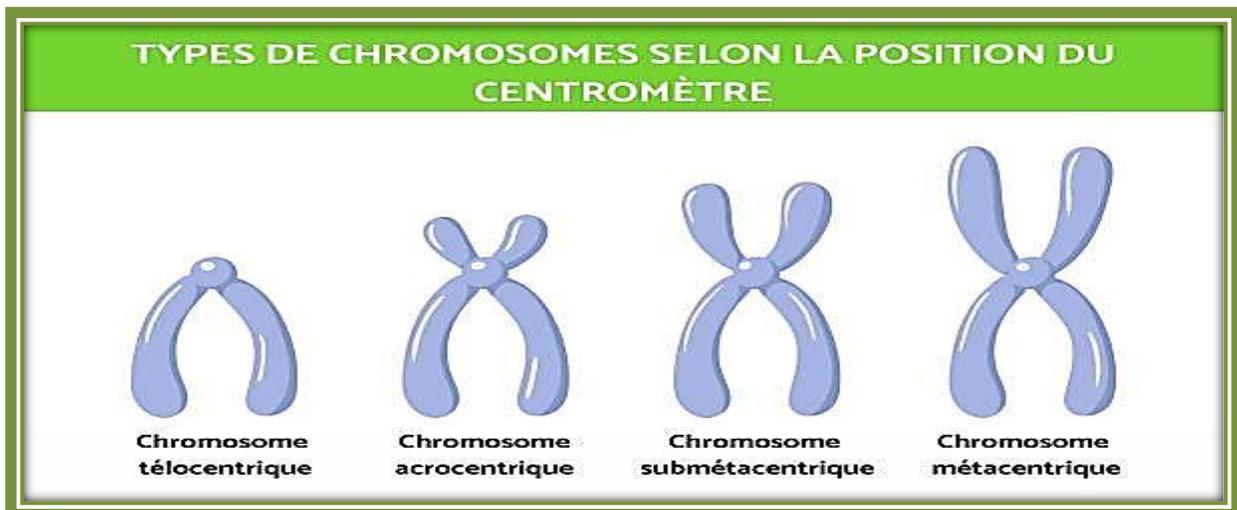


Figure 8 : Schémas des différents types de chromosomes (Andreet al. 1983).

❖ **Les différents types de chromosomes**

Chromosome métacentrique : le bras p (bras court) est égal au bras q (bras long).

Chromosome sub métacentrique : le bras p est inférieur au bras q.

Chromosome acrocentrique : le bras p est nettement inférieur à q.

Chromosome télacentrique présente un centromère très proche de ses télomères. (**Figure 10**)

2.3. Le Caryotype

Un caryotype n'est autre qu'une photographie des chromosomes prise au moment où ils sont visibles (Caquet, 2010). Le premier niveau d'étude de la structure physique d'un génome est l'observation microscopique. Elle est réalisée à des stades du cycle cellulaire où les chromosomes sont bien individualisés et présentent la meilleure morphologie (plaquemétaphasique des noyaux en mitose) ou décondensés (stades pachytènes et diplotènes de la première division méiotique). On peut alors dénombrer les chromosomes et observer leur morphologie (Morot-Gaudry et Briat, 2004).

Différents paramètres interviennent dans la description de la morphologie des chromosomes tel que : 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)** (Tableau 3).

Donc un caryotype est constitué de deux parties :

- **un caryogramme** : qui est la représentation systématique des chromosomes.
- **un idiogramme** : qui est la représentation schématique des chromosomes

Tableau 3 : Nomenclature chromosomique proposée par (Levan et al. 1964).

Position du centromère	D (µm)	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 sub-médiane	2.50-5.00	1.70-3.00	37.50-25.00	Submétacentrique
Région sub-terminale	5.00-7.50	3.00-7.00	25.00-12.50	Subtélolocentrique
Région terminale	7.50-10.00	7.00-∞	12.5-0.00	Acrocentrique
Point terminale	10.00	∞	0.00	Télolocentrique

$D = BL - BC$ (différence entre les longueurs des bras longs (BL) et des bras courts (BC)).

$R = BL / BC$ (rapport des longueurs des bras).

$I.C = BC / LT \times 100$ (indice centromérique). LT (Longueur total du chromosome).

2.3.1. 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). Un caryotype symétrique présente des chromosomes approximativement de la même taille et de type méta ou submetacentrique, ce qui lui donne un aspect homogène. Un caryotype asymétrique possède des chromosomes de tailles différentes et de type subtélocentriques, télocentrique ou acrocentrique (**Siljak–Yakovlev, 1986**). L'asymétrie est considérée comme un paramètre indicatif de l'évolution de l'espèce.

2.3.2. Zones vitales des chromosomes

Satellites

Le satellite du chromosome est un segment chromosomique séparé de la partie principale du chromosome par la constriction nucléolaire secondaire. L'ensemble du satellite et de la constriction nucléolaire secondaire est appelé la région satellite. L'existence de l'ADN satellitaire 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 (2012) a défini l'ADN satellitaire 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.

Constrictions secondaires

Les constrictions 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) (**Winter, 2000**).

Chromosomes B

Chez les végétaux ainsi que chez certains insectes, il existe des chromosomes qu'on désigne sous le terme de chromosomes surnuméraires, des chromosomes, qui semblent ne véhiculer aucune information génique fondamentale pour la cellule (**Gorenflot et Raicu, 1980**). Ce type de chromosome (B) a été découvert par Stevens en 1908 qui observe dans les cellules d'un Coléoptère, la présence de chromosomes surnuméraires de petite taille. (Longley 1927), observe ce même type de chromosome chez le maïs (*Zea mays*), et le sépare nettement de la garniture chromosomique habituelle. En 1928, ce fut Randolph, le premier qui a introduit le terme de chromosome B qui singularisait ainsi nettement ce modèle par rapport aux chromosomes normaux dits chromosomes A. Ce même auteur a remarqué également l'apparente absence de traduction phénotypique chez les plantes porteuses de chromosomes B (**Theret et al. 1985**).

La plupart des chromosomes B sont principalement ou entièrement hétéro chromatiques (c'est-à-dire largement non codants), mais certains contiennent des segments eu chromatiques importants en fait, les chromosomes B agissent comme des éléments génétiques égoïstes. Cependant, cet effet est contrebalancé pour la sélection contre l'infertilité. (**Graphodatsky, Alexander S. 2013**).

Les chromosomes B peuvent jouer un rôle positif sur les chromosomes A normaux dans certaines circonstances. par exemple l'allopoléidie chez le blé, les chromosomes B suppriment l'appariement homologue qui réduit l'appariement multiple entre chromosomes homologues. L'appariement bivalent est assuré par un gène sur le chromosome 5 du locus Ph du génome B. Les chromosomes B ont également les effets suivants sur les chromosomes A :

- Augmenter la distribution asymétrique du chiasma
- Augmenter les fréquences de croisement et de recombinaison: augmente la variation
- Provoquer une augmentation des chromosomes non appariés: infertilité (**Dvorak, Deal et Luo 2006**).

Chapitre II
Matériel et
méthode

II. 1 Matériel végétal

Le matériel d'étude est constitué de deux variétés de l'espèce *Vicia faba* L. ($2x=2n=12$) : Usontono et Gladice. Les origines et les caractéristiques de ces variétés sont représentées dans le tableau 4 ci-dessous. Dans notre étude, nous avons choisis deux variétés comme modèle expérimental, une de variété *major* et l'autre de variété *minor* (**figure 11**).

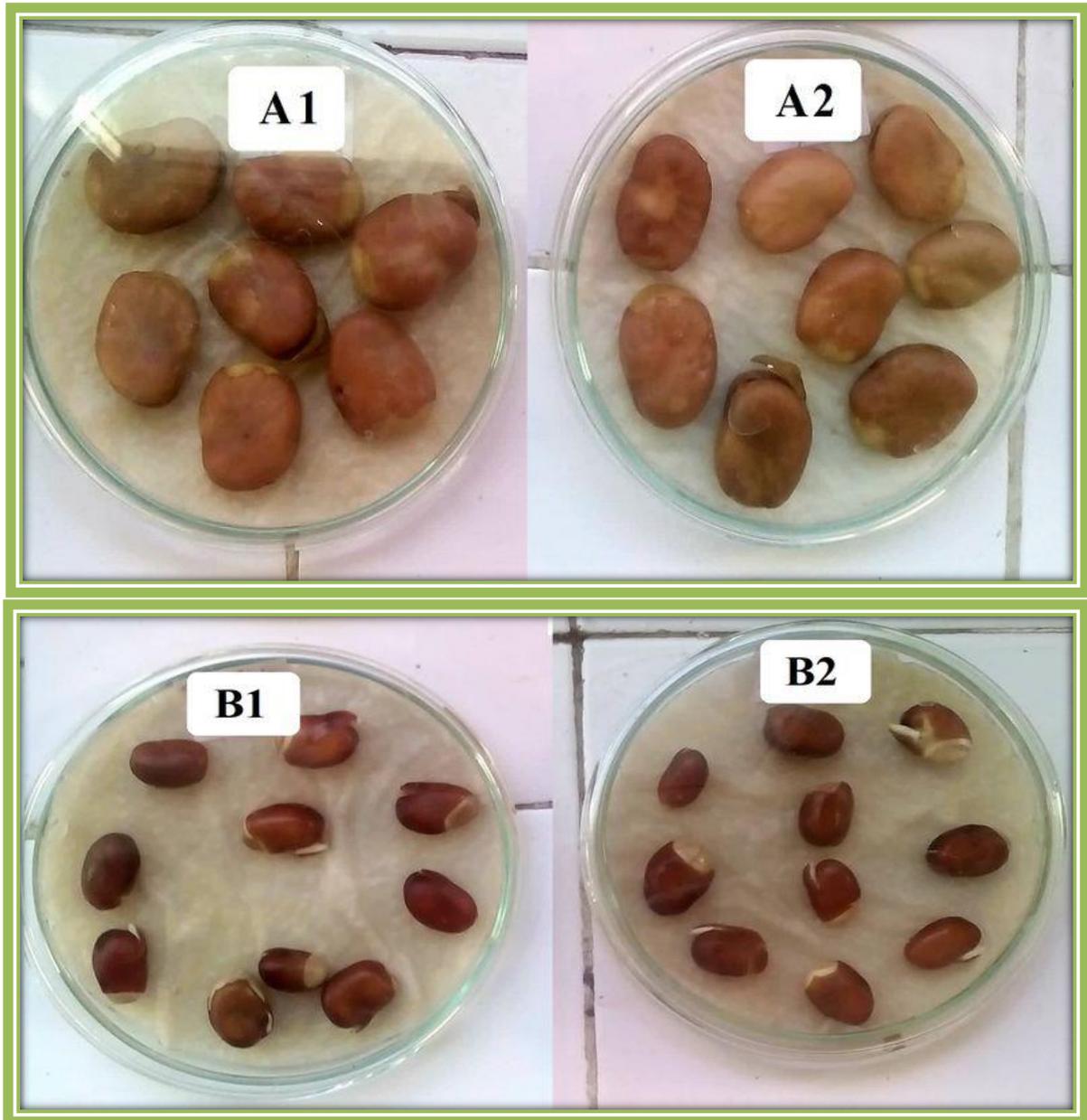


Figure 9 : les graines des variétés de l'espèce *Vicia faba* L.

A/ Graines *major* (Usontono) B/ Graines *minor* (Gladice)

Tableau 4:Liste des génotypes introduits dans notre étude cytogénétique

Espèce	Variété	Garniture chromosomique	Source	Origine	Caractéristiques
<i>Vicia faba</i>	Usontono	$2n=2x=12$	ElKhroub / Constantine	France	- Fève -Grosses graines -Alimentation humaine
	Gladice	$2n=2x=12$	ElKhroub /Constantine	France	-Féverole -Petites graines -Fourragères

II. 2 Méthode utilisée

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 manipulations, différentes méthodes sont décrites par **Jahier et al. (1992)**, 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 suivileurs recommandations, avec quelques modifications introduites dans les étapes prétraitementet 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 imbibée 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, ou les radicules atteignent une longueur de 0.5 à 1 cm.

3. Prétraitement

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

- 1) Bloquer les divisions mitotiques au stade métaphase.
- 2) Contracter les chromosomes.

L'agent mitoclasique utilisé dans notre travail est : la 8-hydroxyquinoleine. 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% .

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'éclaircissage 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 30 min. 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. (figure 12).



Figure 10 : la coloration avec le réactif de Schiff

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. (**figure 13**)



Figure 11 :l'écrasement des graines

9. Observation et photographies

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

10. Analyses statistiques

Les données morfo métriques, concernant les garnitures chromosomiques des deux variétés étudiées, sont calculées comme suivant :

- La lecture des valeurs de longueurs des bras longs (BL) et des bras courts (BC) en mm puis faire la conversion en μm .

- Le calcul 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 μm .
- 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 ($r = BL/BC$).
- L'indice centromérique ($CI= (C / (L/C)) \times 100$).
- 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 (R).

Les moyennes et les écarts types sont traités par l'Excel 2019, avec un nombre de répétitions (plaques métaphasiques pour chaque variété) est de 5.



Figure 12 : photo microscope de type Leica DM 4000 (fluorescent).

***Chapitre III:
Résultats et
discussion***

III-Résultats et discussion

III-1 Résultats

III -2-1 Description des Caryotypes

L'établissement du caryotype de chaque variété est basé sur différents paramètres:

✚ La taille des bras courts (BC) et bras longs (BL), la position du centromère, la présence des satellites (sat), des constructions secondaires (cs) et des chromosomes B.

D'autres caractères sont également utilisés :

- ✚ La longueur totale (LT) ;
- ✚ La longueur relative des chromosomes (LR) ;
- ✚ Le rapport du bras long sur le bras court (r) ;
- ✚ L'asymétrie du caryotype (I.a.s) ;
- ✚ Le rapport du plus grand chromosome sur le plus petit chromosome (R) ;
- ✚ L'indice centromérique (IC).

Les caryotypes des variétés **Usontono** (*Vicia faba* L. var. *major*) et **Gladice** (*Vicia faba* L. var. *minor*) constituent chacun un génome, composé de 6 paires de chromosomes, c'est donc une espèce diploïde et son nombre de base est de ($x=6$) avec une paire de chromosomes métacentrique et le reste acrocentriques et ou subtélocentriques.

Nous décrivons les caractéristiques morphométriques qui caractérisent le caryotype de chaque variété dans des tableaux puis les aspects caryo-morphologiques des différents chromosomes :

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

III -2-1-1 La variété Usontono

La variété Usontono (*Vicia faba L .major*) est une variété facile à cultiver, son caryotype est caractérisé par la présence de six paires chromosomiques, dont cinq paires sont acrocentriques et à l'exception la paire (1) métacentrique.

La comparaison du caryogramme par rapport à l'idiogramme montre une importante variation dans la taille des chromosomes :

- ✓ La paire la plus long est de 13.18 μ m alors que la plus petite est de 5.46 μ m (Figure 15, Tableau 5) ce qu'explique un rapport (R) élevé R=2.41
- ✓ Le rapport entre la longueur des bras longs et des celles des bras courts(r) varie entre 1.05et6.06.
- ✓ La longueur totale relative (LR) varie 23.95%et 12.61%.
- ✓ L'indice centromérique varie entre 48.78 et 14.16 %
- ✓ L'indice d'asymétrie est de 79.02% (**Tableau 5**).

Tableau 5: Morphométriques de Génotype Usontono

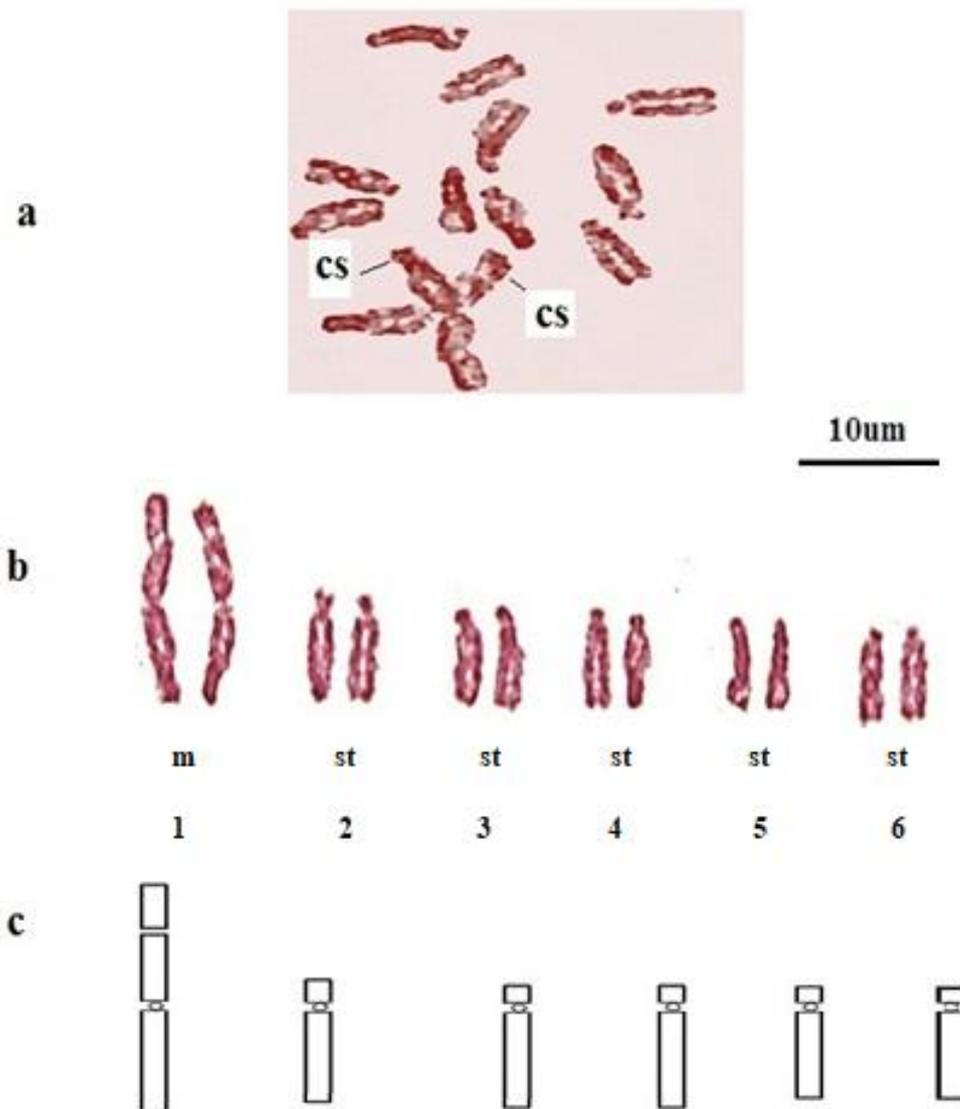
CHR	Types	LT	LR%	BL	BC	r (L/C)	Indice Centr %
1*	m	13.18 \pm 0.82	23.95 %	6.75 \pm 0.21	6.43 \pm 0.49	1.05	48.78%
2	st	6.78 \pm 0.50	15.16%	5.51 \pm 0.40	1.27 \pm 0.16	4.32	18.78%
3	st	6.71 \pm 0.63	15.00 %	5.71 \pm 0.55	0.99 \pm 0.18	5.76	14.88%
4	st	6.56 \pm 0.56	14.65 %	5.61 \pm 0.49	0.95 \pm 0.100	5.90	14.47%
5	st	5.88 \pm 0.48	13.13 %	4.99 \pm 0.45	0.88 \pm 0 .09	5.67	15.05%
6	st	5.64 \pm 0.30	12.61 %	4.84 \pm 0.23	0.79 \pm 0.12	6.12	14.16%

*Présence de constriction secondaire.

Type chromosomiques (m:métacentrique, st: subtélocentriques).

I.a.s= 79.02%

R=2.41



$$2n=2x=2m (2cs) +10 st =12$$

Figure 13 : caryotype de l'espèce *Vicia faba* L . (variété Usontono)

- a) plaque métaphasique
- b) caryogramme
- c) idiogramme: Les deux constriction secondaires sont localisées sur la paire chromosomique 1

III -2-1-2 : la variété Gladice

Le génotype Gladice (*Vicia faba minor*) est caryotypiquement caractérisée par la présence de six paires de chromosomes, dont la plupart sont subtélocentriques. (Figure. 13) .

- ✓ La longueur totale moyenne (LT) des chromosomes est comprise entre 16.49 μm et 6.81 μm .
- ✓ Le rapport entre la longueur des bras longs et des celles des bras courts(r) varie entre 8.32 et 1.10.
- ✓ La longueur totale relative (LR) varie entre 24.53 et 12.38 %
- ✓ L'indice centromérique varie entre 47.59 et 10.49%
- ✓ le rapport entre la paire chromosomique la plus longue et celle la plus courte (R) est de 2.42

- ✓ L'indice d'asymétrie est de 80.45% (**Tableau6**).

Tableau 6: Morphométriques de la variété Gladice

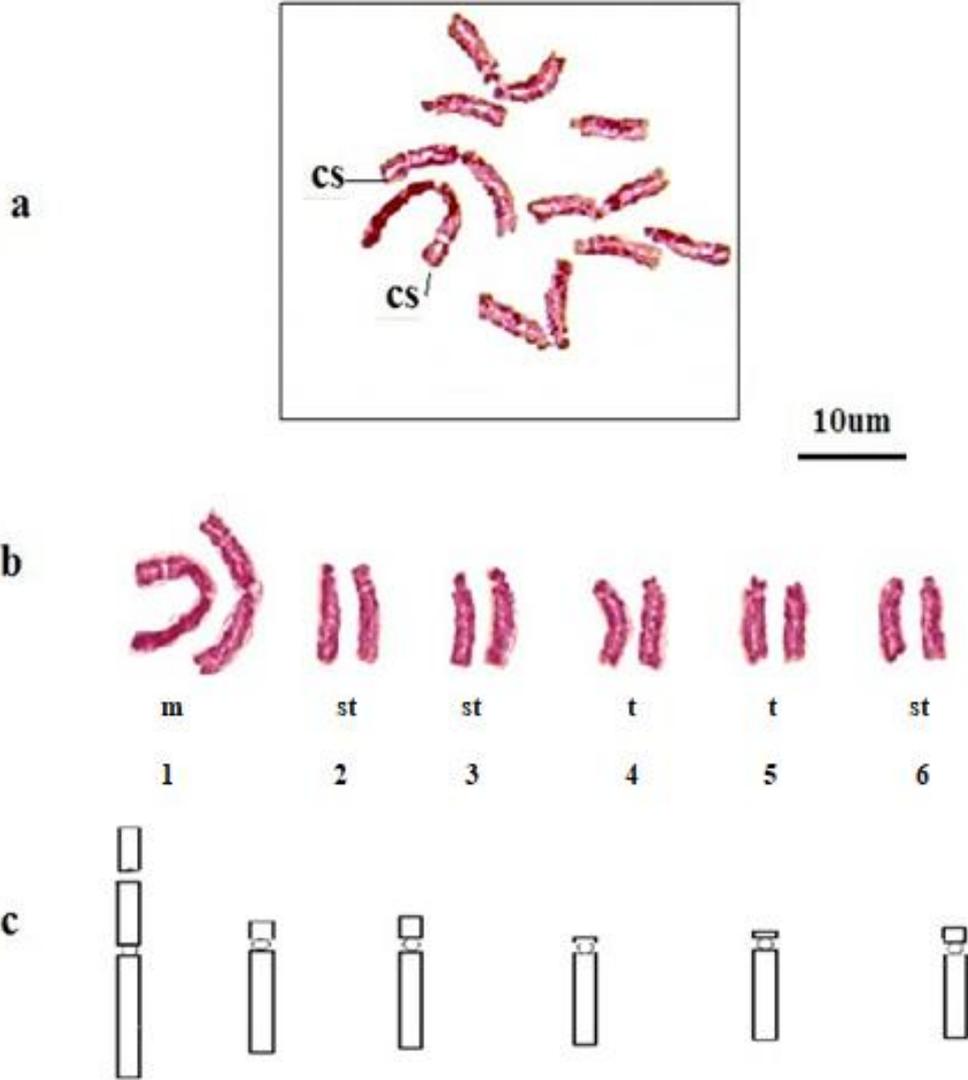
CHR	Types	LT	LR%	BL	BC	r (L/C)	Indice Centr %
1*	m	16.49 \pm 1.27	24.53 %	8.64 \pm 0.81	7.85 \pm 0.40	1.10	47.59%
2	st	8.32 \pm 0.61	15.12%	7.17 \pm 0.59	1.23 \pm 0.14	5.81	14.81%
3	st	8.39 \pm 0.63	15.24 %	6.95 \pm 0.69	1.35 \pm 0.13	5.12	16.17%
4	t	7.64 \pm 0.95	13.88 %	6.84 \pm 0.73	0.95 \pm 0.08	7.2	12.43%
5	t	7.38 \pm 0.95	13.41 %	6.45 \pm 0.69	0.77 \pm 0.03	8.32	10.49%
6	st	6.81 \pm 0.46	12.38 %	5.81 \pm 0.44	0.99 \pm 0.04	5.82	14.65%

*Présence de constriction secondaire.

Types chromosomiques (m: métacentrique, st : subtélocentrique, t: acrocentrique).

I.a.s=80.45 %

R =2.42



$$2n=2x=2m (2cs) + 6st + 4t = 12$$

Figure 14 : caryotype de l'espèce *Vicia faba* L. (Variété Gladice)

- a) Plaque métaphasique
- b) Caryogramme
- c) Idiogramme: Les deux constrictiones secondaires sont localisées sur la paire chromosomique 1

III . 3 Discussion

Les méthodes cytogénétiques, à travers le dénombrement chromosomique, permettent de déterminer en premier temps le niveau de ploïdie concernant le matériel étudié, et de mettre en évidence la garniture chromosomique de l'espèce végétale dont le nombre de bases est inconnu.

Plusieurs paramètres interviennent dans la description de la morphologie des chromosomes

- La position du centromère et la taille des chromosomes.
- Existence ou absence des satellites et les constriction secondaires qui identifient les chromosomes marqueurs portant les régions organisatrices nucléolaires (N.O.R).
- La présence ou absence des chromosomes surnuméraires B.

D'autres caractères sont utilisés pour l'étude des caryotypes : la longueur totale des chromosomes (LT), la taille relative des chromosomes (LR), l'indice d'asymétrie de caryotype (I.a.s) et le rapport de la plus longue paire chromosomique et celle de la plus courte (R).

Les caryogrammes et idiogrammes des génotypes étudiés Usontono et Gladice, montrent des variations observables dans la taille des chromosomes, ainsi que dans les types chromosomiques.

La plus grande taille de chromosome observée chez le génotype *major* Usontono est de 13.18µm et la plus petite est de 5.64µm, tandis que pour le génotype *minor* Gladice, la plus grande taille de chromosome est de 16.49µm et la plus petite est de 6.81µm. Les chromosomes de ce dernier sont visiblement plus grands que ceux du génotype Usontono.

Nous remarquons aussi que la taille du plus grand chromosome représente plus du double de la taille du plus petit chromosome, ceci est apparent pour les deux génotypes. Cette observation est confirmée par le rapport « R » qui est supérieur à deux (2.41 pour Usontono et 2.42 pour Gladice). Dans ce cas, nous pouvons diviser les chromosomes en deux catégories :

- ✚ Catégorie A : Les chromosomes très grands, cette catégorie comporte le chromosome 1 pour les deux génotypes.
- ✚ Catégorie B : les chromosomes de taille petite, comparés à ceux de la catégorie A. Cette catégorie inclut les chromosomes 2, 3, 4, 5 et 6 des deux génotypes.

Nous déduisons que ces caryotypes sont de type bimodal.

Les caryogrammes montrent une paire métacentrique (m) et cinq paires subtélocentriques (st) pour le génotype Usontono. Cependant, le génotype Gladice se caractérise par la présence d'une paire métacentrique (m), deux paires acrocentriques (t) et trois paires subtélocentriques (st), avec la présence d'une paire de constriction secondaire au bras court du chromosome « 1 » des deux génotypes. Les formules caryologiques sont disposées comme suit :

$$\text{Usontono} \quad 2n=2x=2m (2cs) +10 st =12$$

$$\text{Gladice} \quad 2n=2x=2m (2cs) + 6st + 4t = 12$$

Les caryotypes sont asymétriques tant pour la forme que pour la taille des chromosomes. Ceci est validé par l'indice d'asymétrie très élevé, ayant sensiblement les mêmes valeurs pour les deux génotypes Usontono et Gladice (79.02% et 80.45% respectivement) et le rapport « R » assez élevé pour les deux variétés (2.41 et 2.42 respectivement).

Ceci est conforme avec les travaux des auteurs cités-ci dessous.

Selon les auteurs **Sharma et Ramesh (1997)**, **Foltête (2010)**, **Duc et al. (2010)** et **Skaptsov et al. (2016)**, *Vicia faba* est une espèce diploïde qui compte 6 paires de chromosomes ($2n = 2x = 12$), dont 5 paires de chromosomes subtélocentriques (acrocentriques) courts et une paire de chromosomes métacentriques longs (15 µm de long, soit environ le double de la longueur des premiers). Ces grands chromosomes sont probablement dérivés de la fusion ancestrale de deux chromosomes acrocentriques. La taille du génome de *Vicia faba* est de $2C = 26.90$ pg.

D'autres auteurs (**Burt, 2002 ; Schubert et Lysak, 2011 ; Yin et al., 2014**), ont révélé que la présence de deux ensembles de chromosomes de taille contrastée caractérisent les caryotypes appelés bimodaux. Cette particularité est généralement associée à l'un des processus suivants ; des réarrangements chromosomiques impliquant des événements de fusion-fission génèrent de gros chromosomes en tant que produits de fusion de petits chromosomes, ou de petits chromosomes résultant de la fission de gros chromosomes.

Le premier processus pourrait expliquer l'importante différence de taille de chromosomes remarquée dans les caryotypes que nous avons étudiés.

Selon Stebbins (1971), les caryotypes les plus évolués sont asymétriques alors que les moins évolués sont symétriques ; l'évolution s'est faite à partir de caryotypes homogènes vers des caryotypes hétérogènes. Ce même auteur définit le caryotype symétrique avec des chromosomes approximativement de la même taille et de type méta ou submetacentrique et le

caryotype asymétrique avec des chromosomes de tailles différentes et de type non seulement métacentrique, mais également télacentrique et acrocentrique.

L'hypothèse qu'un caryotype symétrique est considéré comme un caryotype primitif, d'abord formulée par **Stebbins (1971)**, est celle généralement admise dans la littérature concernant l'évolution de la morphologie des chromosomes chez les plantes (**Hammouda et Khalfallah. 2015**). Ceci nous laisse dire que le caryotype de *Vicia faba* L. est asymétrique et évolué.

D'autres études cytogénétiques (**Errico. 1980 ; Vandana et Chaudhary. 2013**) ont montré la nature asymétrique du caryotype ; les chromosomes subtélacentriques et ou acrocentriques sont les plus fréquents, ainsi représentant le statut avancé des variétés de *Vicia faba* L.

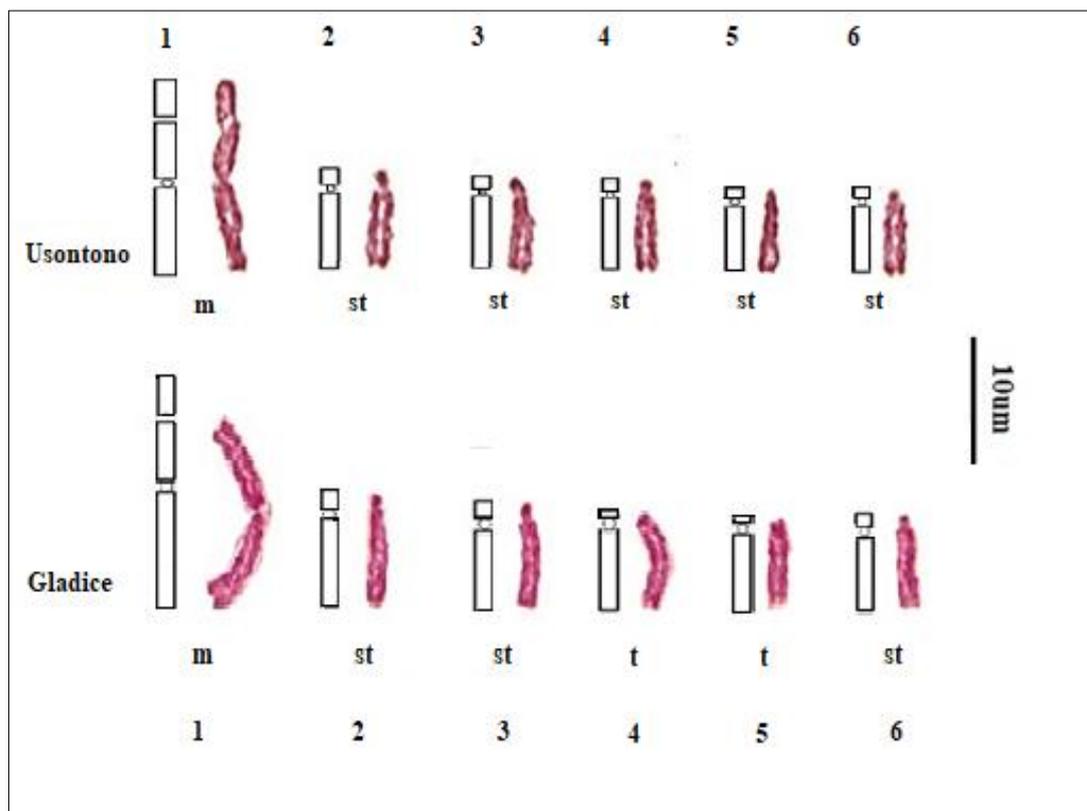


Figure 15 : Représentation de caryogramme et idiogramme des deux génotype de *Vicia faba*. Chromosomes acrocentriques (t), métacentriques (m).et subtélacentrique (st). Une constriction secondaire sur le chromosome 1 des deux génotypes.

***Conclusion
et perspectives***

Conclusion et perspectives

Les résultats présentés dans cette étude apportent de nouvelles connaissances sur les aspects caryologique de deux 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 similaire chez les génotypes étudiés $2n=2x=6$, les caryotypes des deux génotypes sont asymétriques dont la présence de 5 paires subtélocentriques et une paire métacentrique chez Usontono et une paire métacentrique, deux paires acrocentriques et trois paires subtélocentriques chez Gladice. Une constriction secondaire sur le chromosome «1 » a aussi été observée, chez les deux variété.

Les tailles des chromosomes de la variété *minor* (ou féverole) Gladice sont supérieures à celles de la variété *major* (ou fève) Usontono (**Tableau 17**).

Les caryotypes sont de type bimodal, et se présente avec un groupe de grands chromosomes et un autre constitué de chromosomes de taille moyenne.

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

Ce travail a permis d'éclaircir certaines facettes de la cytogénétique chez l'espèce *Vicia faba* L., en particulier la bimodalité de son caryotype et la localisation des constructions secondaires (zones vitales), ainsi que la différence de tailles de chromosome entre la variété *major* et *minor* (féverole).

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.

Aspects caryo-morphologiques					
A. caryologiques					A. morphologiques
Génotype	Nombre et types des chromosomes	Taille des chromosomes	Constriction secondaire	CHR. B	Variété
Usontono	2n=2x=12 - 2m - 10st	Moyenne	Présence	Absence	<i>major</i>
Gladice	2n=2x=12 - 2m - 6st - 4t	Grande	Présence	Absence	<i>minor</i>

Tableau 7 : Récapitulatif des résultats

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 nucléolaire (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 ribosomiques et la recherche des mutations chromosomiques.
- **La GISH** (Genomic in Situ Hybridization). Permettant aussi de comprendre l'organisation hétéro chromatique, la localisation des gènes ribosomiques, l'homologie du génome chez les hybrides et leurs garnitures.

***Références
Bibliographiques***

Références

- **Amirouche N, 2007**, Le complexe polyploïde *Dactylis glomerata* L. en Algérie Diversité génétique et synthèse systématique, Thèse de doctorat d'état en biologie végétale, Algérie, p171.
- **Anne-Sophie Foltête**, « *Effets génotoxiques et systèmes de détoxification chez *Vicia faba* (Fabaceae) dans le cadre de l'évaluation des sols pollués* » .
- **Anonyme, 2007**. La féverole de la plante à ses utilisations. Intérêt culturelle de la fève. 15p.
- **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.
- **Bentama, N et Boursas, S, 2016**, Etude de la variation chromosomique chez l'espèce *Vicia faba* L, Mémoire de Master, Université des frères Mentouri, Constantine, p 34-72.
- **Bolkhoskikh 1972**. chromosomes numbers of flowering plants p 52
- **Burnie et al, 2011**. Botanica enclopédie de botanique et d'horticulture plus de 10.000 plantes du monde entier Postdam, Allemagne (2011),p.922-947. *
- **(Burt, 2002 ; Schubert et Lysak, 2011 ; Yin et al ., 2014)** .caryotype bimodal p 1 et 3 le 7 octobre 2019 .
- **Chaux CL.et Foury CL., 1994**. Production légumières secs. Légumineuse potagères légumes et fruits. Tome 3. Technique et documentation Lavoisier .pp7-13.
- **Caquet 2010** .250 examens de laboratoire 11ème édition 2010 P 80-82 .
- **Cronk Q., Ojeda I. And Pennington R.T. 2006**. Légume comparative genomics: progress in phylonetics and phylogenomics. Current Opinion in plant biology 9: 99-103.
- **Couplen et marmy 2012**.les plantes et leurs noms, histoires, insolites. paris 2012 .p 125-126
- **Dridi 2011**.caractérisation phénomorphologique de quelques lignées de la fève sélection adaptées aux conditions de culture dans les régions froides P 71-94
- **Duc G, . 1997**. Faba bean (*Vicia faba* L.). Field Corps Res, 53 .99-109p.
- **FAO, 2006**, Deuxième rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques, INRAA, FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture).
- **FAO, 2016** , La situation mondiale de l'alimentation et de l'agriculture , p191.

- **Gepts, P., Beavis, W.D., Brummer, E.C., Shoemaker, R.C., Stalker, H.T., Weeden, N.F., Young, N.D., 2005.** Légumes as a Model Plant Family. Genomics for Food and Feed Report of the Cross-Legume Advances through Genomics Conference. Plant Physiology. 137, 1228– 235.
- **Gérard Duc, Shiyong Bao, Michael Baum, Bob Redden, Mohammed Sadiki, Maria Jose Suso, Margarita Vishniakova, Xuxiao Zong,** « Diversity maintenance and use of *Vicia faba* L. genetic resources », *Field Crops Research*, vol. 115, 2010, p. 270–278
- **Hamadache, A.,** "Prospection et collecte de populations spontanées du dactyle (*Dactylis glomerata* L.) en vue de leur utilisation agronomique", *Ann, INA*, Vol. 13, n° 2, (1989), 411-420 .
- **Hammouda D et Khalfallah N, 2015,** Étude comparative de la caryomorphologie chez six géotypes du *Lens culinaris* Medik. *European Scientific Journal*, August Edition, Vol.11, No.24, p 214 - 225.
- **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.
- **INRAA., 2006.** rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture Deuxième rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques Juin 2006. Institut National de la recherche agronomique d'Algérie.13 :1111-1992.
- **Jahier J, Chever A M, Eber F, Delourne R et Tanguy A M ,1992,** Techniques de la cytogénétique végétale, Ed, INRA, Paris, p 183.
- **Jensen 2010.** Peoples B ; et Nielsen M ; faba bean in karyotype systems field crops research p 115 , 203 .
- **Judd W.S., Campbell C.S., Jules Bouharmont., Kellogg E.A. et Stevens P. 2001.** Botanique systématique : une perspective phylogénétique. Edition de boeck.
- **Khaldi B ; Zekri S ;2002** l'économie des légumineuses alimentaires dans le monde procédure 2eme séminaire du réseau REMAFEVE/REMALA le devenir des légumineuses alimentaire , Hammamet Tunisie , p 100 .
- **Kumar J. and Abbo S., 2001.** Genetics of flowering time in chickpea and its bearing on productivity in semiarid environments. *Advances Agronomique*, 72.107-138.
- **Laumonier R., 1979:** Cultures légumières et maraîchères, Tome III. Ed.J.B.BAILLIÈRE, 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 De la fève (*Vicia faba* L) mémoire 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.
- **Morot –Gaudry ,2004 . la génomique en biologie végétale INRAA 2004 . p 582.**
- **N.K. Sharma &B.Ramesh,** « *Karyotype Analysis in Faba Bean* », *Annals of Arid Zone*, vol. 36, n° 4, 1997, p. 363-366
- **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.
- **Osman et al.** Bulletin of the National Research Centre (2020).
- **Peron J-Y., 2006** Références. Production légumières. 2^{ème}ed. 613 p .
- **Skaptsov MV, Smirnov SV, Kutsev MG, Shmakov AI (2016)** Problems of a standardization in plant flow cytometry. *Turczaninowia* 19(3): 120–122 [In Russian] doi: 10.14258/turczaninowia.19.3.9
- **Siljakyakovlov S. et Cartier D., 1986.** Hétero chromatin patterns in some taxa of crepispraemorsa complex. *Caryologia*; 39.27-32.
- **Stebbin G. L., 1971.** Chromosomal Evolution in Higher Plants. Addison Wesley Publishing Co ,CA, USA.
- **Thomas f., 2008.** la féverole confirme son intérêt. Techniques culturales simplifiées n°48. 4^{ème} édition. 102p.
- **Vandana, Chaudhary BR.** Intervarietal karyotypic variation in *Vicia faba* L. *Caryologia: International journal of cytology, cytosystematics and cytogenetics* 2013; 66(1): 6-11.
- **Winter 2000** .l'essentiel en génétique ‘’port royal livres , paris 2000 , p 400 .
- **Zaghoane o., 1991.** The situation of faba bean (*Vicia faba* l.) In Algeria . Option méditerranéenne. Present statut and future perspectives of faba bean production. I.c.a.r.d. aserie a, n°10.pp123-125.
- **Zaidi ; Mahiout .2012 .** voyage au cœur des aliments p 200 .

Annexes

Annexe 1 : Préparation des solutions utilisées.

- a. La 8 Hydroxy-quinoléine à 0.002%. Ajouté 0.03 g de la 8 Hydroxy-quinoléine en poudre dans 100 ml d'eau agité pendant 4 h à 16C°.
- b. Carmin acétique (de Belling) : 1g de Carmin 40, 45 ml d'acide acétique pure dilués avec 55ml d'eau distillée
- c. La colchicine : 0.05 g de colchicine en poudre dans 100 ml d'eau.
- d. L'Ethanol Acétique : On prend 3 volumes d'éthanol pour un volume d'acide acétique.
- e. L'HCl 1N :

Prendre HCl fumant PM : 36.46g/l

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

soit : $30.36 * 100/37 = 82.78$ ml dans 1 litre

Annexe 2 : Données morphométriques de la variété Usontono

<i>CHR1</i>	PLQ1	PLQ2	PLQ3	PLQ4	PLQ5	Moyennes	Ecart-types
<i>LT</i>	12,831	13,308	14,43	13,219	12,1595	13,1895	0,82812
<i>L</i>	6,5615	6,6245	7,0495	6,923	6,6175	6,7552	0,216986
<i>C</i>	6,2695	6,6835	7,3805	6,29	5,542	6,4343	0,600266
<i>CHR2</i>	PLQ1	PLQ2	PLQ3	PLQ4	PLQ5	Moyennes	Ecart-types
<i>LT</i>	6,2145	6,785	7,333	7,251	6,3525	6,7872	0,50743
<i>L</i>	5,132	5,355	5,8885	1,4445	5,1945	5,5125	0,40077
<i>C</i>	1,0825	1,43	5,9925	1,2585	1,158	1,2747	0,16106
<i>CHR3</i>	PLQ1	PLQ2	PLQ3	PLQ4	PLQ5	Moyennes	Ecart-types
<i>LT</i>	6,4725	6,43	7,6475	7,016	6,0025	6,7137	0,6340
<i>L</i>	5,507	5,2365	6,4675	6,122	5,2385	5,7143	0,55479
<i>C</i>	0,9655	1,1935	1,18	0,894	0,764	0,9994	0,18571
<i>CHR4</i>	PLQ1	PLQ2	PLQ3	PLQ4	PLQ5	Moyennes	Ecart-types
<i>LT</i>	6,5165	6,218	6,9945	7,2305	5,8525	6,5624	0,56074
<i>L</i>	5,6945	5,242	5,9485	6,1935	4,983	5,6123	0,49767
<i>C</i>	0,822	0,976	1,046	1,037	0,8695	0,9501	0,10040
<i>CHR5</i>	PLQ1	PLQ2	PLQ3	PLQ4	PLQ5	Moyennes	Ecart-types
<i>LT</i>	5,9545	6	6,3405	6,0415	5,0635	5,88	0,48082
<i>L</i>	5,162	4,993	5,373	5,229	4,218	4,995	0,45531
<i>C</i>	0,7925	1,007	0,9675	0,8125	0,8455	0,885	0,09625
<i>CHR6</i>	PLQ1	PLQ2	PLQ3	PLQ4	PLQ5	Moyennes	Ecart-types
<i>LT</i>	5,39	5,675	5,979	5,9015	5,2875	5,6466	0,30457
<i>L</i>	4,7295	4,893	5,1665	4,91	4,5355	4,8469	0,23398
<i>C</i>	0,6605	0,782	0,8125	0,9915	0,752	0,7997	0,12136

CHR : Chromosome ; PLQ : Plaque métaphasique ; LT : Longueur totale ; L : Bras long ; C : Bras court.

Annexe 3 : Données morphométriques de la variété Gladice

<i>CHR1</i>	PLQ1	PLQ2	PLQ3	PLQ4	PLQ5	Moyennes	Ecart-types
<i>LT</i>	17,8575	16,0185	16,1175	14,792	17,675	16,4921	1,27657077
<i>L</i>	9,7385	8,734	7,933	7,7525	9,057	8,643	0,81805
<i>C</i>	8,119	7,2845	8,1845	7,0395	8,618	7,8491	0,66158
<i>CHR2</i>	PLQ1	PLQ2	PLQ3	PLQ4	PLQ5	Moyennes	Ecart-types
<i>LT</i>	8,0775	7,8	9,3535	7,9685	8,4235	8,3246	0,61876635
<i>L</i>	6,638	7,049	8,0985	6,691	7,389	7,1731	0,59940
<i>C</i>	1,4395	1,16	1,255	1,2775	1,0345	1,2333	0,14986436
<i>CHR3</i>	PLQ1	PLQ2	PLQ3	PLQ4	PLQ5	Moyennes	Ecart-types
<i>LT</i>	7,7685	8,209	9,258	7,9	8,84	8,3951	0,63539696
<i>L</i>	6,379	6,512	7,7455	6,465	7,677	6,9557	0,69179058
<i>C</i>	1,3895	1,288	1,5125	1,435	1,163	1,3576	0,13575318
<i>CHR4</i>	PLQ1	PLQ2	PLQ3	PLQ4	PLQ5	Moyennes	Ecart-types
<i>LT</i>	7,8785	6,293	8,914	7,281	7,86	7,6453	0,95805895
<i>L</i>	6,824	6,067	8,0185	6,455	6,8635	6,8456	0,73062776
<i>C</i>	1,0545	0,981	0,8955	0,826	0,9965	0,9507	0,08998236
<i>CHR5</i>	PLQ1	PLQ2	PLQ3	PLQ4	PLQ5	Moyennes	Ecart-types
<i>LT</i>	7,257	7,048	7,986	6,923	7,716	7,386	0,45115241
<i>L</i>	6,451	5,483	7,2495	6,1415	6,9725	6,4595	0,69678144
<i>C</i>	0,806	0,81	0,7365	0,7815	0,7435	0,7755	0,03428374
<i>CHR6</i>	PLQ1	PLQ2	PLQ3	PLQ4	PLQ5	Moyennes	Ecart-types
<i>LT</i>	6,5785	6,8685	7,491	6,22	6,9205	6,8157	0,46928757
<i>L</i>	5,553	5,8465	6,455	5,2705	5,958	5,8166	0,44613695
<i>C</i>	1,0255	1,022	1,036	0,9495	0,9625	0,9991	0,0399459

CHR : Chromosome ; PLQ : Plaque métaphasique ; LT : Longueur totale ; L : Bras long ; C : Bras court.

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biotechnologie génomique végétale

Intitulé : Identification et caractérisation de caryotype bimodal chez l'espèce *Vicia faba* L.**Résumé**

Le présent travail se rapporte sur l'étude caryo-morphologique des chromosomes de l'espèce *Vicia faba* L, les variétés Gladice et Usontono. En se basant sur la technique classique, nous avons pu déterminer et identifier la garniture chromosomique de chaque variété.

Donc, la forme caryotypique de ces variétés est décrite comme suit :

$2n=2x=2m$ (2cs) +10 st =12 (Usontono) et $2n=2x=2m$ (2cs) + 6st + 4t = 12 (Gladice.). Signalons la différence de taille des chromosomes des deux génotypes étudiés : ceux de la variété *minor* (Gladice) sont de taille supérieure à ceux de la variété *major* (Usontono).

Le caryotype est asymétrique pour les deux variétés, avec une paire chromosomique métacentrique(m), et cinq autre paires subtélocentriques (st) chez Usontono, tandis que la variété Gladice possède trois types chromosomiques dont : une paire métacentrique (m) deux paire acrocentriques (t) et trois paires subtélocentriques (st), avec la présence d'une paire de constriction secondaire au bras court du chromosome « 1 » chez les deux variétés.

Ce qui confirme la présence d'un caryotype bimodal chez l'espèce *Vicia faba*, caractérisé par deux ensembles de chromosomes (courts et longs), dont 5 chromosomes (acrocentriques) courts et 1 chromosome métacentrique long (~15 µm de long, soit environ le double de la longueur des premiers). Ces grands chromosomes sont probablement dérivés de la fusion ancestrale de deux chromosomes acrocentriques.

Mots-clefs : *Vicia faba*, caryotype bimodal, chromosome, constriction secondaire, satellite.

Laboratoires de recherche :

Laboratoire de Génétique, Biochimie et Biotechnologies végétales. (Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Encadreur : Pr. Hammouda D. (Professeur- Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Examineur 1 : Baaziz K (MCB- Université Frères Mentouri, Constantine 1).

Examineur 2 : Kacem S.N. (MCB- Université Frères Mentouri, Constantine 1).