



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 : Ecologie et Biologie végétale: قسم

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 Physiologie Végétale.

Intitulé :

**Caractérisation cytogénétique des deux espèces
légumineuses (*Lens culinaris* Medik, *vicia faba* L.)**

Présenté et soutenu par: Annane Imene et Haddad Hamida.

Le : 24 /06/2015

Jury d'évaluation :

Président du jury : Mme Chougui Saida (Maître des conférences –UFM Constantine).

Rapporteur : Mme Hammouda. Bousbia Dounia (Maître des conférences –UFM Constantine).

Examineurs : Melle Chaib Ghania (Maître des conférences –UFM Constantine).

**Année universitaire
2014 – 2015**

Nom : Annane , Haddad et Prénom : Imene, Hamida .

Mémoire pour l'obtention du diplôme de : Master en Biologie et Physiologie végétale

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biologie et Physiologie végétale

Option : les Bases Biologique de la Production Végétale.

Thème : Caractérisation cytogénétique des deux espèces légumineuses

(Lens culinaris Medik, vicia faba L.)

Résumé

Notre travail a été réalisé sur deux espèces légumineuses, la lentille (Dahra, Idlep 3, Idlep 1) et la fève (Aguadulce, Shale, Hista). Le but de notre étude est d'établir des caryotypes de ces deux espèces, en utilisant la technique de cytogénétique classique. Nous avons pu identifier la garniture chromosomique des deux espèces est : $2n=2x=14$ du *Lens culinaris* Medik et $2n=2x=12$; $2n=2x=14$ du *Vicia faba* L. Le caryotype de l'espèce *Lens culinaris* Medik est symétrique trois paires de type submétacentrique et quatre paires chromosomiques de type métacentriques. Pour l'espèce *Vicia faba* L., le caryotype est aussi, symétrique, avec un paire chromosomique de type métacentrique et cinq ou six autres paires chromosomiques de type acrocentriques. Egalement, les satellites sont présents chez les deux espèces. Les chromosomes B sont mis en évidence, aussi, chez les deux espèces.

Mots clés : *Lens culinaris* Medik, *Vicia faba* L., nombre de base, caryotypes, satellites, chromosome B.

Jury d'évaluation :

Président du jury : Mme Chogui Saida (Maître des conférences –UFM Constantine).

Rapporteur : Mme Hammouda Dounia. (Maître des conférences –UFM Constantine).

Examineur: Melle Chaib Ghania (Maître des conférences –UFM Constantine).

Année universitaire : 2014/2015

Remerciements

Tout d'abord, je rends grâce à Dieu le tout puissant qui m'a donné la force, le courage, la santé et la patience d'accomplir ce travail.

Ces pages sont l'occasion pour moi de remercier chaleureusement toutes les personnes qui ont contribué au bon déroulement de ce mémoire.

Je voudrais tout d'abord remercier ma directrice dumémoire, le docteur Hammouda .Bousbia Dounia, de la confiance qu'elle m'a témoignée en m'accordant la réalisation de ce travail. J'ai bénéficié d'un très bon encadrement et de précieux conseils qui m'ont permis de mener ce thème de recherche le mieux possible. Ces quelques mois d'apprentissage à ses côtés m'ont permis d'apprendre beaucoup de choses avec elle.

Qu'il me soit permis, de remercier vivement mes enseignantes ; Melle CHAIB Ghania Maitre desconférences B à l'université de Constantine, d'avoir accepté la charge d'examiner mon travail, également, Mme CHOUGUI Saida, Maitre des conférences A, l'université de Constantine de m'avoir fait l'honneur de présider ce jury.

Ma plus grande gratitude à mes parents pour leur soutien et pour m'avoir permis de faire des études me conduisant à présenter ce master.

J'aimerais aussi remercier mes sœurs et mes frères et aussi mes belles sœurs et mes beaux frères pour leur soutien sans faille.

Je tiens également à remercier l'ensemble du personnel du laboratoire de l'université de Constantine « chaabet el rasas » pour leur générosité et leur bonne humeur particulièrement reconnaissante envers Mme Radia qui ma toujours accueille avec son hospitalité.

J'adresse mes plus sincères remerciements ainsi que le témoignage de mon plus profond respect a mes professeurs surtout Mr BAKA Moubarek .

J'aimerais aussi remercier tout qui mon aider I.T.G.C et C.C.N.C de Sétif qui ma toujours accueille avec son hospitalité.

Dédicace

Cette thèse représente l'aboutissement du soutien et des encouragements que tout mes proches m'ont prodigués je la dédie spécialement.

A mes chers parents, nulle dédicace n'est susceptible de vous exprimer ma profonde reconnaissance et mon immense gratitude pour tous les sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et mes études, puisse Dieu vous prêter bonne santé et long vie afin que je puisse à mon tour, vous combler.

A mon encadreur Melle Hammouda Dounia qui je remercie beaucoup.

A mes très chères sœurs Ibtiseme et petits enfants Yousef ; Anwar et ma sœur Ikram qui ont partagé mes joies durant la réalisation de cette thèse et mes frères.

A mes professeurs à l'Université de Constantine et Sétif, sans oublier à tous ceux qui j'aime.

A tout mes amis ; Asma ; Moufida, Hamida, Sara , Imen, Nawel ,Radia

Rima, Nora, Warda, Berdis, Zobida ,Rima.

A mes collègues de promotion biologie surtout la promo BPV 2015 son exception.

En fin je dédie ce mémoire, à tous ceux qui m'aiment et surtout à ceux que j'aime.

Imene

Dédicace

Je dédie ce mémoire à Mes parents, à la source d'amour et d'affection à ceux qui ont passé leur vie à m'éduquer et à me guider vers la réussite jour après jour .

A ma mère , l'être le plus chère en ce monde que je porte ou que j'aime , que dieu te gardera pour moi

A mon père le plus gentil des pères en signe de reconnaissance pour son amour

A mes chers frères et leurs femmes

A mes chers sœurs ; spécialement : Abla et Rachida et leurs maries et leurs enfants _:Chaker ;Noussiaba ;Assil ;Bayane.

Et toute la famille

A mon encadreur Melle Hamouda Dounia qui je veux remercie bien

A mes amies et surtout monsieur : Harrag Bachir la seul personne qui aide moi tout le temps précieux pour moi et Monsieur Ibrahim .

A mes chères amies qui m'accompagné ependant mes études : Mimi ;Noura ;

Ahlem ;Nawal ;Radia ;Rima ; Warda, surtout Imene .

A mes collègues de promotion biologie surtout la promo BPV 2014-2015 son exception.

En fin je dédie ce mémoire, à tous ceux qui m'aiment et surtout à ceux que j'aime.

Hamida

Liste des figures

- Figure 1 :** Arbre génétique des *papilionideae* (d'après Wojciechowski et al., 2004) .
- Figure 2 :** Dendrogramme représentant les relations phylogénétiques des légumineuses *Papilionoideae*(Zhu et al., 2005).
- Figure 3:** plante de lentille (à gauche) et diverses de variétés de la lentille (à droite) .
- Figure 4 :** Classification de *Vicia faba* L. selon Muratova(**Guen.** et **Duc** . 1996).
- Figure5 :** a Graines de *Vicia faba major*, b Graines de *Vicia faba minor* c Graines de *Vicia faba equina*.
- Figure 6 :** Les graines des variétés des espèces étudiées .
- Figure 7 :**Caryotype de l'espèce *lens culinaris* Medik (variété Dahra).
- Figure 8** Caryotype de l'espèce *lens culinaris* Medik (variété Idlep3)
- Figure 9** Caryotype de l'espèce *lens culinaris* Medik (variété Idlep1)
- Figure 10:** représentation des idiogrammes des trois variétés : les satellites sont marqués
En points noirs
- Figure 11** Caryotype de l'espèce *Vicia faba* L.(variete Aguadulce)..
- Figure 12** Caryotype de l'espèce *Vicia faba* L.(variete Shale).
- Figure 13** Caryotype de l'espèce *Vicia faba* L.(variete Histal).
- Figure 14:** représentation des idiogrammes des trois variétés : les satellites sont marqués
En points noirs.

Liste des tableaux

Tableau 01: Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de lentilles cuites (CIQUAL 2008).

Tableau 02: Valeur Nutritionnelle pour 100mg de fève portagée (V.F.L) (source : www.Gerbeaud.com).

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

Tableau 04 : Liste des espèces et des variétés introduites dans une étude cytogénétique.

Tableau 05 :Données morphométriques de la variété Dahra.

Tableau 06: Données morphométriques de la variété Idlep3.

Tableau 07:Données morphométriques de la variété Idlep 1.

Tableau 08:Données morphométriques de la variété Aguadulce.

Tableau 09:Données morphométriques de la variété Shale.

Tableau 10:Données morphométriques de la variété Hystal.

Tableau 11 :Les caractères caryomorphologiques de sept paires chromosomiques chez trois Variétés du *Vicia faba* L.

Liste des abréviations

m : Métacentrique sensu largo

sm :Submétacentrique

t: Acrocentrique

St : satellite.

FISH : hybridation in situ par fluorescence.

NOR : organisation ribosomique nucleolaire

ITGC : institut technique des grandes cultures.

µm : Micro mètre.

ICARDA : International Center for Agricultural Research Dry Areas Centre International de la Recherche Agricole en Zones Arides).

Fig : Figure

H : heure

Mn : minute

N : normalité

Résumé

Notre travail a réalisé sur deux espèces légumineuses, la lentille (Dahra, Idlep 3, Idlep 1) et la fève (Aguadulce, Shale, Hista). Le but de notre étude est d'établir des caryotypes de ces deux espèces, en utilisant la technique de cytogénétique classique. Nous avons pu identifier la garniture chromosomique des deux espèces est : $2n=2x=14$ du *Lens culinaris* Medik et $2n=2x=12$; $2n=2x=14$ du *Vicia faba* L. Le caryotype de l'espèce *Lens culinaris* Medik est symétrique trois paires de type submétacentrique et quatre paires chromosomiques de type métacentriques. Pour l'espèce *Vicia faba* L., le caryotype est aussi, symétrique, avec un paire chromosomique de type métacentrique et cinq ou six autres paires chromosomiques de type acrocentriques. Egalement, les satellites sont présents chez les deux espèces. Les chromosomes B sont mis en évidence, aussi, chez les deux espèces.

Mots clés : *Lens culinaris* Medik, *Vicia faba* L., nombre de base, caryotypes, satellites, chromosome B.

Abstract

This work was carried out on two species legumes lens and (Dahra,Idlep3,Idlep1)and bean(Aguadule, Shale, Hista).The aim of our study is to establish karyotypes of both species, using the Technical classical cytogenetic. One could identify the chromosome of the two species($2n = 2x = 14$ for *Lens culinaris* Medik and $2n = 2x = 12$; $2n = 2x = 14$ *Vicia faba* L). The karyotype of the species *Lens culinaris* Medik is symmetrical: three pair's chromosome submetacentric type and four pairs of metacentric chromosome type. For the species *Vicia faba* L., the karyotype is symmetrical, with a type metacentric chromosome and five or six other pairs of acrocentric chromosome type. Also, the satellites are present in both species. B chromosomes are detected also tow the species.

Key words : *Lens culinaris* Medik, *Vicia faba* L., karyotype, satellites, chromosome B.

الملخص

أجريت دراستنا على نوعين من البقوليات العدس *Lens culinaris* Medik (Dahra, Idlep3, Idlep1) و الفول *Vicia faba* L. (Aguadulce, Shale, Hista). الهدف من هذا العمل هو إنشاء النمط الوراثي لكلا النوعين, وذلك باستعمال تقنية سيتوجينيته التقليدية cytogénétique classique. تمكنا من تحديد القالب الصبغي لكلا النوعين ($2n=2x=14$ للعدس و $2n=2x=14$; $2n=2x=12$ للفول). النمط الوراثي للعدس متناظر وهو ثلاثة أزواج من الكروموزومات من نوع submétacentrique وأربع أزواج من الكروموزومات نوع métacentriques, وبالنسبة للفول كذلك النمط الوراثي متناظر يحتوي على زوج واحد من نوع métacentrique و خمسة أو ستة أزواج من نوع acrocentriques. و أيضا توجد الأقمار les satellites والكروموزومات B في كلا النوعين .

الكلمات المفتاحية :

chromosome B, satellites, caryotypes, *Vicia faba* L . , *Lens culinaris* Medik
nombre de base.

Sommaire

| | |
|--|-----------|
| Introduction..... | 1 |
| Chapitre I : Synthèse bibliographique..... | 3 |
| 1- 1 Généralités sur les Fabacées..... | 3 |
| 1-2Présentation des espèces d'étude..... | 6 |
| 1-2-1 Les lentilles (<i>Lens culinaris</i> Medik.)..... | 6 |
| 1-2-1-1 Origine et distribution géographique..... | 7 |
| 1-2-1-2Systématique des fèves..... | 7 |
| 1-2-2 la fève (<i>Vicia faba</i> L.)..... | 8 |
| 1-2-2-1 Origine et distribution géographique..... | 8 |
| 1-2-2-2 Systématique des fèves..... | 9 |
| 1-2-2-4 Aspects cytogénétiques chez <i>Vicia faba</i> L..... | 11 |
| 1-3 Importance agronomiques et économiques des espèces étudiées..... | 12 |
| 1-3-1 Importance des légumineuses en Algérie..... | 12 |
| 1-3-2-La lentille | 13 |
| 1-3-3 La Fève | 15 |
| 1-4 Caractéristiques cytogénétiques..... | 16 |
| 1-4-1 Génome..... | 16 |
| 1-4 -2 Caryotype..... | 16 |
| 1-4-3Critèresd'identification des chromosomes..... | 16 |
| Chapitre II : Matériel et méthodes..... | 20 |
| 2-1 Matériel..... | 20 |
| 2-2 Méthode utilisée..... | 22 |
| Chapitre III : Résultats et discussion..... | 24 |
| 3-1 Résultats..... | 24 |
| 3-1-1 La lentille (<i>Lens culinaris</i> Medik, $2n=2x=14$)..... | 24 |
| 3-1-1-1 Variété Dahra | 24 |
| 3-1-1-2 Variété Idlep 3..... | 27 |
| 3-1-1-3 Variété Idlep..... | 29 |

| | |
|--|-----------|
| 3-1-2 La fève (<i>Vicia faba</i> L., $2n=2x=12$; $2n=2x=14$)..... | 31 |
| 3-1-2-1 variété Aguadulce..... | 31 |
| 3-1-2-2 Variété Shale..... | 33 |
| 3-1-2-3 Variété Hystal..... | 35 |
| 3-2 Discussion | 37 |
| 3-2-1 La lentille..... | 37 |
| 3-2-2 La fève | 40 |
| Conclusion et perspectives..... | 44 |
| Références bibliographiques..... | 46 |
| Résumé | |
| ANNEXES | |

Introduction

Les légumineuses constituent une immense famille de plantes dont le seul caractère commun est d'avoir un ovaire libre, constitué par un seul carpelle qui donne un fruit appelé « gousse » ou « légume ». on compte 475 genres environ 16400 espèces se répartissant en trois familles : *Mimosiddeae*, *Caesalpinoideae* et *Papilionoideae* (ou *Fabaceae*).

Les Fabacées, avec 10000 espèces représentent d'ailleurs la plus grande partie des légumineuses, on y trouve des arbres, la plupart exotiques, voire des lianes, mais surtout de nombreuses espèces herbacées vivaces ou annuelles (**Guignard et al.**, 2004).

Beaucoup d'espèces sont cultivées pour leurs graines qui sont riches en amidon (le Fève, l haricot, le Pois, le Pois chiche) en huile (Arachide, Soja), ou en protéines (Fenugrec, Lupin, Soja) les trèfles, les luzernes, le sainfoin et le loties servent à l'alimentation des bétails.

Les légumineuses alimentaires représentent de par la superficie qu'elles occupent, une place importante dans le système agricole et l'agroéconomie 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). A 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*) en Amérique Latine, le Pois Chiche (*Cicer arietinum* L.), la lentille (*Lens culinaris*) et la Fève (*Vicia faba*) dans le bassin méditerranéen, le Soja (*Glycine max*) en Asie sans oublier l'Arachide (*Arachis hypogea*) et le Pois (*Pisum sativum*) dans le monde entier. (**Lazrek et al.**, 2008). Ces légumineuses à graines permettent d'apporter au moins 33% des besoins humains en protéines alimentaires (**Vance et al.**, 2000).

La richesse des légumineuses en protéines permet de corriger dans une certaine mesure les carences en protéines animales, ainsi que le déséquilibre alimentaire des populations qui ont tendance à se nourrir exclusivement de céréales, selon (**Obaton**, 1980) un hectare de

légumineuses alimentaires produit un tonne de protéines, soit 10 fois plus qu'une production d'un élevage à viande sur la même surface.

L'Algérie, comme beaucoup de pays en voie de développement attribue une place de choix à cette culture dotée d'une bonne valeur nutritive, les légumes secs telles que le pois chiche, le petit pois, la lentille se placent après les céréales. Malgré les efforts déployés, la production nationale reste encore très insuffisante (**Toulaiti**, 1988). La région de l'Est algérien présente un climat méditerranéen relevant des étages bioclimatiques humide, subhumide et semi-aride, elle se caractérise par une grande diversité de légumineuses spontanées et cultivées. Parmi les légumineuses alimentaires, la culture de la lentille a été favorisée par le Ministère Algérien de l'Agriculture depuis les années 2007-2008 (**FAO**, 2006).

Parmi les légumineuses alimentaires, la culture de la lentille a été favorisée par le Ministère Algérien de l'Agriculture depuis les années 2007-2008 (<http://www.minagri.dz>). La lentille *Lens culinaris* Medik ($2n=2x=14$) est une légumineuse de domaine traditionnel en Asie à l'ouest, l'Ethiopie et l'Afrique du Nord (**Sharma et Muelbauer**, 2007 ; **Brink et Belay**, 2006, **Staginnus** et al., 1999). En Algérie, Beaucoup de variétés de lentilles cultivées ont disparu. De nos jours la lentille cultivée est soit locale de mélanges variables ou d'origine européenne. Plusieurs variétés ont été introduites, et plusieurs nouvelles d'entre elles ont été sélectionnées en fonction de leur capacité d'adaptation aux différentes conditions agroclimatiques rencontrées dans le pays (**FAO**, 2006). la fève est une culture importante, et est considérée comme sources cruciales de protéines pour les humains et pour les animaux, notamment pour les pays méditerranéens et la Chine (**Crépona et al.**, 2010). La fève, représente une production mondiale de 3515748 T (**FAOSTAT**, 2011). En Algérie, la fève est cultivée dans différentes régions du pays. La production nationale de la fève verte de la campagne 2011 est de 1976367qx.

Dans le cadre d'un projet de recherche portant sur une étude cytogénétique des Fabacées (légumineuses alimentaires), mené au laboratoire de Génétique, Biochimie et Biotechnologies végétales, nous nous sommes intéressés à l'étude comparative caryomorphologique de six variétés appartenant à deux espèces légumineuses différentes: la lentille (*Lens culinaris* Medik, $2n=2x=14$) et la fève (*Vicia faba* L., $2n=2x=12$, $2n=2x=14$), dévoilées par la technique de coloration classique.

Il s'agit de mettre en évidence :

- L'identification des chromosomes du génome de chaque espèce.
- l'établissement et la Caractérisation des différents caryotypes.
- L'analyse comparative entre les chromosomes des espèces étudiées.

Chapitre I : Revue bibliographique

1-1 Généralités sur les Fabacées

La famille des légumineuses (ou *Fabaceae*) est très diverse, elle comprend des espèces importantes sur le plan économique dont les légumineuses à graines, les oléagineuses, les plantes fourragères, les arbustes, ainsi que les arbres tropicaux ou subtropicaux. Cette famille est classée en trois sous-familles : les *Caesalpinioideae*, les *Mimosoideae* et les *Papilionoideae* (*Faboideae*). La plupart des plantes cultivées appartiennent à cette dernière sous-famille.

Les *Caesalpinioideae* regroupent environ 150 genres et 2200 espèces et sont principalement constituées de plantes ornementales et d'arbres à bois ou alimentaires (Young et al., 2003). Par ailleurs, les *Mimosoideae* sont constituées de 62 genres, dont 2500 espèces sont présentes principalement dans les forêts tropicales et subtropicales avec notamment les genres *Acacia* et *Albizia*. (Young et al., 2003). Les *Papilionoideae*; qui représentent la sous-famille la plus diverse avec 429 genres et environ 12000 espèces et qui regroupent les espèces cultivées les plus importantes économiquement. Trois groupes majeurs sont présents au sein de cette sous-famille : les *Phaseolides*, par exemple : le Soja (*Glycine max*), le Haricot (*Phaseolus vulgaris*), et parmi les *Galegoïdes*: la Fève (*Vicia faba* L.), le Pois (*Pisum sativum*), la Luzerne (*Medicago sativa*) et le Pois chiche (*Cicer arietinum*). Enfin, le groupe des *Aeschynomeneae*: comme l'Arachide (*Arachis hypogaea*) (Young et al., 2003) (Fig. 1).

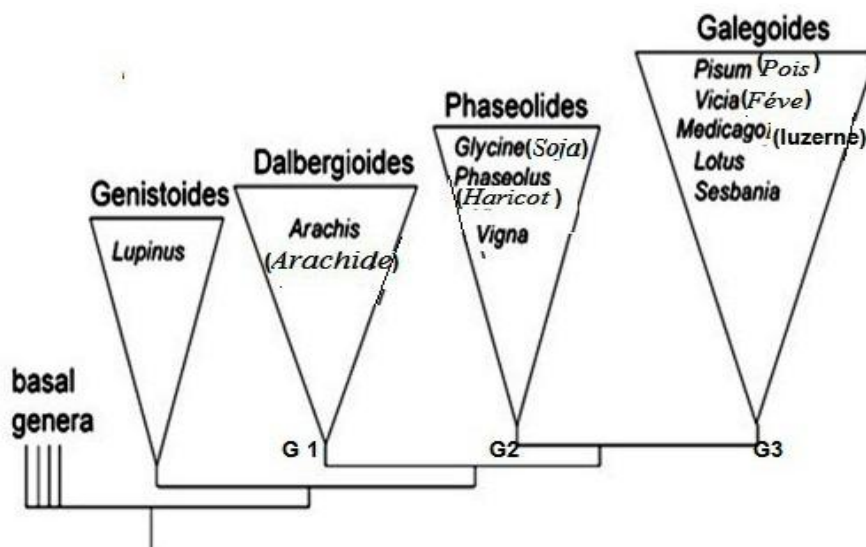


Figure 1 : Arbre génétique des papilionoïdes (d'après Wojciechowski et al., 2004).

Les *Papilionoideae* sont des fleurs en forme de papillon avec un pétale supérieur appelé étendard, deux pétales latéraux ou ailes et une carène formée par deux pétales inférieurs unis; les sépales au nombre de 5, sont soudés en tube ; les 10 étamines sont habituellement incluses dans les pétales, unies par leurs filets en un tube qui entoure le pistil, ou avec une étamine (**Maxted et Bennett, 2001**) (Fig2)..

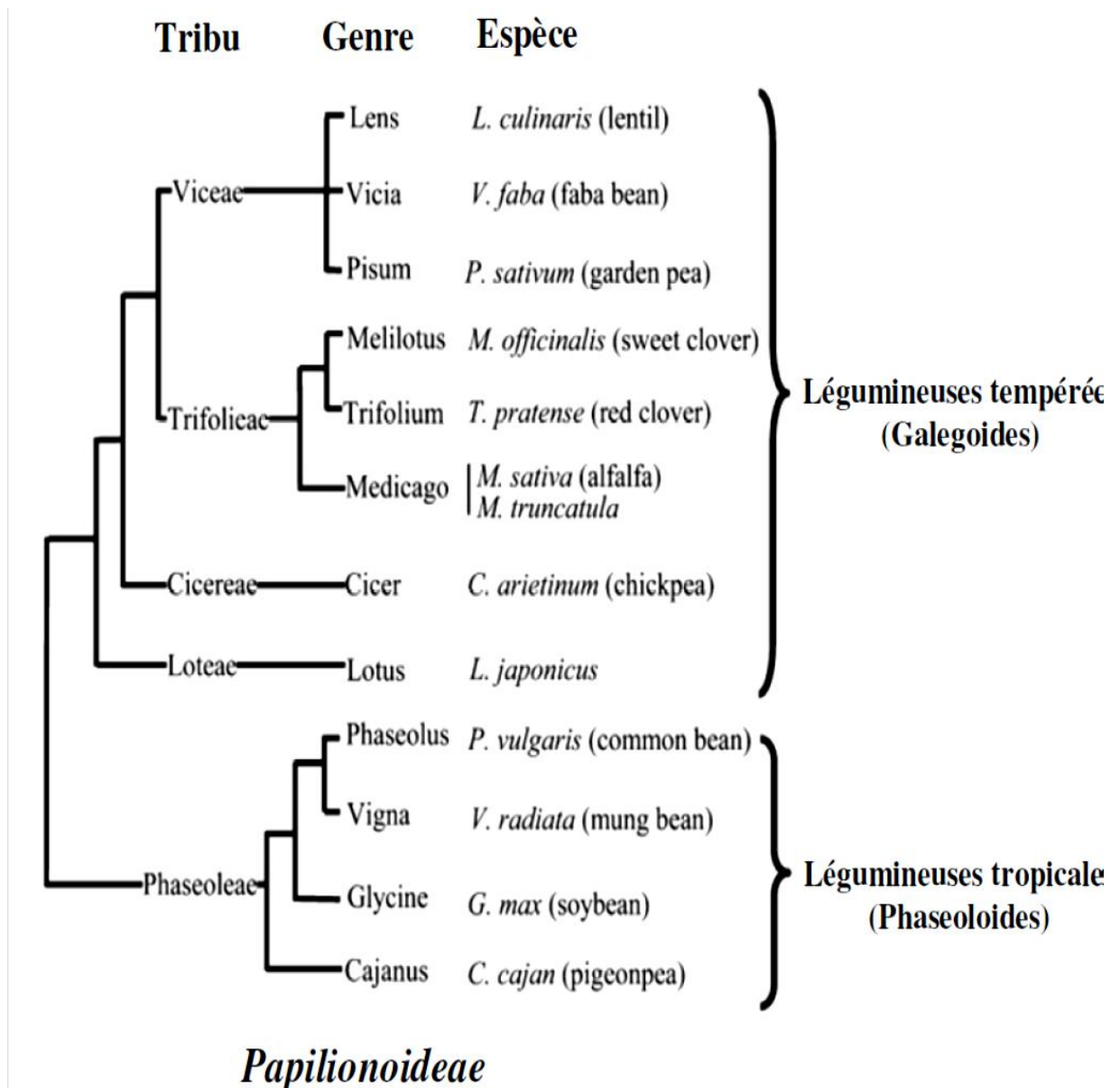


Figure 2 : Dendrogramme représentant les relations phylogénétiques des légumineuses *Papilionoideae* (**Zhu et al., 2005**).

Leur capacité à établir des symbioses avec les bactéries du genre *Rhizobium* leur permet de produire de grandes quantités d'ammonium.

Les légumineuses ont une grande importance au niveau agricole. Elles sont classées au deuxième rang mondial derrière les céréales. Elles sont cultivées pour leurs graines et constituent une part importante de l'alimentation dans le monde, particulièrement dans les pays en développement où elles sont source de protéines pour l'homme. Mais aussi pour la production animale en termes de nourriture animale et de fourrages. Elles contiennent généralement 20-30% de protéines et sont particulièrement riches en lysine (**Durantigius**, 1997 ;**Djballi**, 2008). Elles comportent également des huiles. Cependant, les légumineuses jouent un rôle important dans les écosystèmes naturels, en agriculture et en agroforesterie.

Les Fabacées avec 10000 espèces représentent d'ailleurs la plus grande partie des légumineuses, on y trouve des arbres ,la plupart exotiques ,voire des lianes , mais surtout de nombreuses espèces herbacées vivaces ou annuelles (guignard et al., 2004) ,souvent volubiles et grimpantes , soit par enroulement (*Phaeilus,Physostigma*), soit grâce à des vrilles foliaires (*Lathyrus, Pisum ,Vicia*).

Beaucoup d'espèces sont cultivées pour leurs graines qui sont riches en amidon (Fève, Haricot, Lentille, Pois, pois chiche), en huile (Arachide, Soja)ou en protéines (Fenugrec ,lupin, Soja)les trèfles, les luzernes, les sainfoin et les lotie servent à l'alimentation du bétail (**Come et al.** ,2006).

De ce fait, les Légumineuses sont parmi les plantes les plus étudiées (**Patriarca et al**, 2004 ; **Gage**, 2004; **Stacey et al**, 2006). Notamment, l'émergence de deux plantes modèles : le lotier *Lotus japonicus* (**Handberg et Stougaard**, 1992 ; **Udvardi et al**, 2005) et la luzerne *Medicago truncatula*(**Barker et al**, 1990) a permis d'accélérer l'étude des mécanismes de mise en place de la symbiose.

Les légumineuses Une des plus importantes familles parmi les dicotylédones... C'est la famille végétale qui fournit le plus grand nombre d'espèces utiles à l'homme, qu'elles soient alimentaires, industrielles ou médicinales, comprenant des plantes herbacées, des arbres, des arbustes ou des lianes, à feuilles habituellement composées, souvent trifoliolées, rarement simples, généralement avec des stipules.

Les légumineuses alimentaires tiennent une part très importante des travaux accomplis dans des domaines aussi divers que l'agronomie, la génétique, l'entomologie, la phytopathologie et la physiologie (**Baudoin et al.**, 2001).

Les légumineuses constituent la troisième super famille par ordre d'importance chez les angiospermes, constituent un des groupes de végétaux supérieurs les plus abondant et les plus diversifié (Allen, 1981 ; Broughton, 1984). Cette famille possède 674 genres et plus de 18000 espèces, la plaçant en seconde position derrière les *Poaceae*, en terme de diversité (Polhill et al., 1981).

Ce sont des plantes hermaphrodites, autogame (sauf la fève à tendance allogame et haricot d'Espagne et Orteil de prêcheur (*P. coccineus*), allogames). La visite des fleurs par les insectes peut dans une faible proportion induire des croisements (fève).

1-2 Présentation des espèces d'étude

1-2-1 Les lentilles (*Lens culinaris* Medik)

La Lentille cultivée, la Lentille comestible ou la Lentille (*Lens culinaris* Medik., 1787) est une espèce. Les lentilles font partie des légumes secs appréciés en Europe même si la production mondiale est faible : 2 800 000 tonnes par an. La lentille fait partie de l'alimentation humaine depuis la préhistoire. Trônant parmi les légumineuses ayant la plus petite taille, la lentille a l'avantage de nécessiter un temps de cuisson plus court que la majorité des légumineuses. Durant la dernière décennie ; on estime que la consommation mondiale de lentilles a augmenté d'environ 3% par année. (Saskatchewan, 2000).



Figure 3: plante de lentille (à gauche) et diverses de variétés de la lentille (à droite).

La lentille cultivée (*Lens culinaris*) est une légumineuse importante et populaire utilisée principalement pour l'alimentation humaine, la paille peut également être utilisée comme aliment de qualité supérieure pour le bétail ou en tant que source de matières organiques pour

l'amélioration des sols (**Saskatchewan,Pulse ,Growers**, 2000). La lentille est surtout cultivée pour ses graines mûres qui sont consommées principalement en sauce et en soupe. Les jeunes gousses, les graines germées et les feuilles se consomment comme légume.

Les graines de lentille peuvent servir de nourriture parfois aux animaux, en particulier les volailles pour leur procurer des protéines. La lentille se cultive parfois pour le fourrage ou comme engrais vert (**Brink et Belay**, 2006) (Fig3).

2-1-1 Origine et distribution géographique

L'ancêtre du *Lens culinaris* est le *Lens orientalis* (**Ladizinsky et al.**,1984).Le centre d'origine de la lentille cultivée se situe au Proche-Orient (**Zohary**, 1972)d'où elle s'est diffusée vers la Méditerranée, en Asie, en Afrique et en Europe, c'est un des plus anciens légumes secs cultivés (**Brink et Belay**, 2006). La lentille est maintenant cultivée partout dans le monde : sous-continent indien, Moyen-Orient, Afrique du Nord, Europe du Sud, le Nord et le Sud d'Amérique et en Australie (**Chahota et al.**,2007).

2-1-2 Systématique des lentilles

L'espèce *Lens culinaris* (lentille cultivée) appartient au genre *Lens*, classé dans la tribu des *Viciae*. Lors d'une révision récente du genre *Lens* (**Brink et Belay**, 2006), 4 espèces sont retenues :

Lens culinaris: a été divisée en quatre sous espèces principales :

- _ subsp. *culinaris* (la lentille cultivée),
- _ subsp. *odemensis*,
- _ subsp. *orientalis*,
- _ subsp. *tomentosus*.

- *Lens ervoides*
- *Lens nigricans*
- *Lens lamottei*

La lentille cultivée est classée en deux groupes selon la taille de la graine. Le groupe *macrosperma* prédominant principalement en Afrique du Nord, en Europe et en Amérique (diamètre supérieur à 6 mm), tandis que Le groupe *microsperma* (diamètre inférieur à 6 mm) domine en Asie, en Egypte, et en Ethiopie (**Brink et Belay**, 2006).

2-1-2 Classification taxonomique





Règne : Plantae

Super division : Spermatophyta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous classes: Rosidae

Ordre : Fabales.

Famille :Fabaceae

Genre : *Lens*

Espèce : *Lens culinaris* Medik

2-1-3 Evolution de la culture de la lentille en Algérie.

La lentille a été cultivée avant 1830 dans jardins des fellahs (surtout en Kabylie), jusqu'à 1940 une étude a révélé que les lentilles rencontrées en Afrique du nord appartiennent à deux sous espèces : la lentilles petite verte de puy (*Lens exculenta* Moench ,sp. *Microsperma*vra. Dupuyensis Barul.) a été première des variétés européennes introduites en grande culture en Algérie. Dans certaines régions ,des cultures de puy vert et de lentille large ont coexisté et des croisements naturels se sont produits qui ont donnée naissance à la ((lentille verte d'Algérie)).(Vandenberg et Slinkard,1990).

2-2 la fève (*Vicia faba* L.)

2-2-1 Origine et distribution géographique

On ne connaît pas de forme ancestrale aux fèves et tous les rapprochements taxonomiques tentés avec *Vicia narbonnensis* et *Vicia galilea*, en particulier, se sont heurtés aux incompatibilités (**Bond** et **Poulsen**, 1983). Selon Guen et Duc (1996), le centre de diversification de l'espèce *Vicia faba* L. serait localisé au Proche et Moyen-Orient. A partir de ce centre d'origine, différentes migrations auraient eu lieu:

- L'une, la plus importante, se serait faite autour du bassin méditerranéen. A partir de cette première migration, une extension vers l'Europe du Sud (Espagne, Italie) et de l'Ouest (France) se serait produite à la suite de conquêtes et d'échanges commerciaux.

- Une seconde migration vers l'Est, et en particulier vers l'Inde et l'Afghanistan, se serait opérée en même temps qu'une migration vers le sud et plus spécialement vers l'Ethiopie. Une aire secondaire de diversification se serait constituée dans ces régions.

- Les grandes migrations vers l'Europe Centrale et l'Europe du Nord auraient débuté aux environs de l'âge du fer.

- La migration la moins bien connue est celle réalisée vers la Chine.

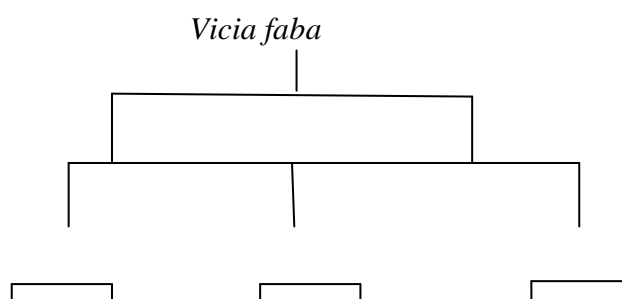
- Des migrations tardives (XVIème siècle) ont également eu lieu vers l'Amérique du Sud pour le type major au temps des conquêtes coloniales espagnoles et portugaises. Ces fèves ont produit des cultivars très adaptés à la culture d'altitude (fève de Cuzco au Mexique et fèves des Andes en Amérique du Sud). Du fait de cette adaptation très particulière, le Pérou, la Bolivie, la Colombie, l'Equateur et le Mexique peuvent être considérés comme d'importants centres secondaires de diversification.

Il en résulte de ces diverses migrations et de la constitution des centres secondaires de diversification aussi différents comme l'Ethiopie, l'Amérique latine, l'Europe et la Chine que la variabilité génétique de l'espèce *Vicia faba* L. est considérable (**Guen** et **Duc**, 1996).

2-2-2 Systématique des fèves

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*, *Vicia faba equina* et *Vicia faba major* (**Fig4**) et (**Fug5**).

Espèce :



| | | | |
|-----------------|------------------|-----------------|---|
| Sous-espèces | <i>Paucijuga</i> | | <i>eu faba</i> |
| Variétés | <i>minor</i> | <i>equina</i> | <i>major</i> |
| Sous variétés : | <i>tenuis</i> | <i>rigidaru</i> | <i>gosaret iculata clausad ehiscens</i> |

Figure 4 : Classification de *Vicia faba* L. selon Muratova(**Guen.** et **Duc .** 1996)
 Les distinctions entre sous-espèces, variétés et sous variétés botaniques, pour toutes les classifications, sont basées sur des différences de poids, de taille et de forme des grains (**Guen** et **Duc.** 1996).

- *Vicia faba major*, la fève maraîchère à grosses graines destinées à la consommation humaine .
- *Vicia faba minor*, la petite fève ou féverole utilisée pour l'alimentation du bétail .
- *Vicia faba equina*, la fève à cheval à grains moyens aussi appelée féverole ou févette dans certaines régions. Comme son nom l'indique elle est également destinée à L'alimentation du bétail. (**Gallais** et **Bannerot**, 1992).

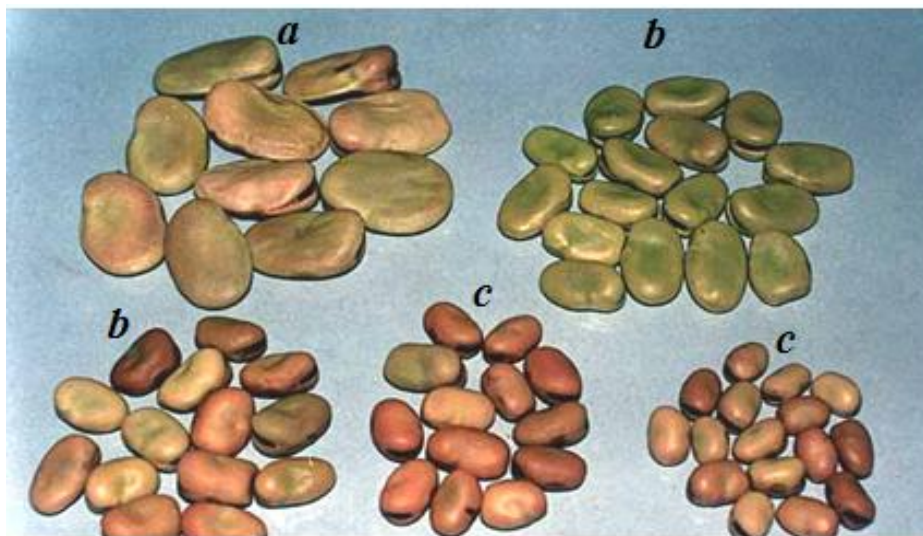
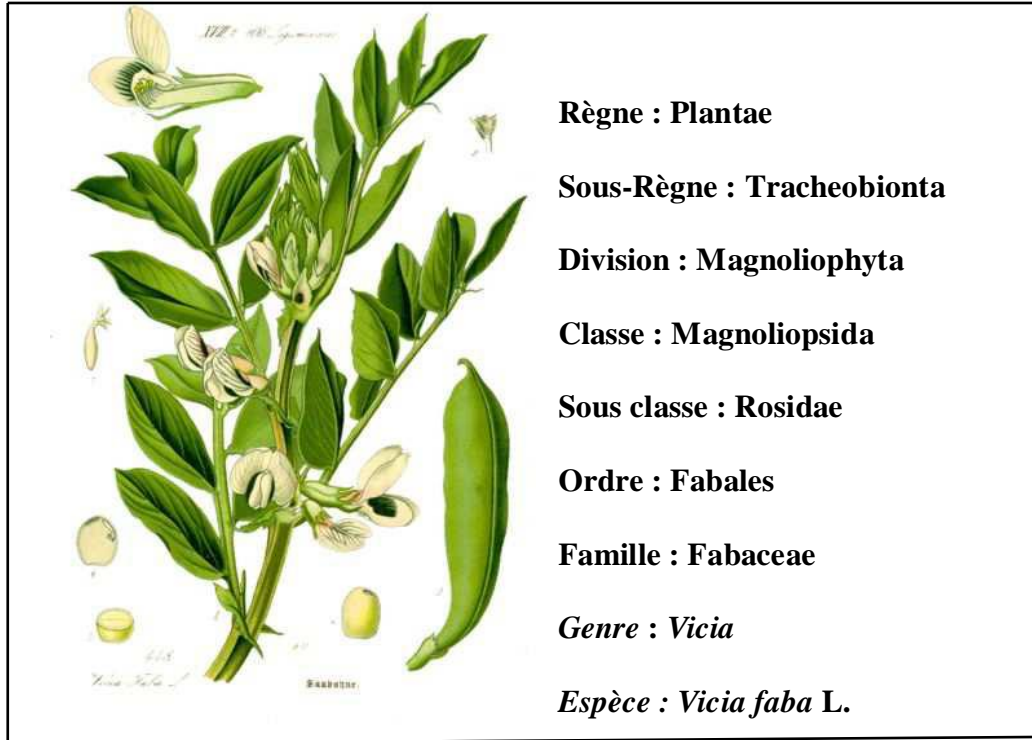


Figure 5 : (a) Graines de *Vicia faba major*,(b)Graines de *Vicia faba minor*(c)Graines de *Vicia faba equina*.

2-2-2-1 Classification taxonomique

D'après **Wojciechowski et al.**(2004),cette classification est décrite comme suite :



2-2-3 Aspects cytogénétiques chez *Vicia faba* L.

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**). Ces chromosomes sont multi brins et présentent, sous forme super enroulée, une quantité considérable d'ADN. Cet ADN, dont la quantité peut varier dans de larges mesures d'une cellule à l'autre dans un même groupe d'organes, est représenté, en grande partie, par de l'ADN. C'est sans doute l'une des raisons pour lesquelles, malgré la somme des travaux réalisés sur les chromosomes de *Vicia faba* L., peu de travaux sont aujourd'hui réalisées sur la cartographie du génome de l'espèce.

2-2-3-1 Caryotype et cycle cellulaire

Le caryotype de *Vicia faba* est très simple. Toutes les variétés de la plante sont diploïdes, et possèdent 6 paires de grands chromosomes, dont 5 paires de chromosomes acrocentriques et une paire de chromosomes métacentriques mesurant 15 µm de long, soit environ le double de la longueur des premiers (**Duc, 1997**).

Le noyau de ses cellules renferme 26,7 pg d'ADN dont beaucoup d'hétérochromatine (**Bennett, 1976**), ce qui est très élevé par rapport à beaucoup d'autres plantes. En

comparaison, le pois *Pisum sativum* n'en possède que 9,8 pg (Grant et Owens, 2001). Il dure environ 19,3h au total (Evans et Scott, 1963).

2-2-5 Ressources génétiques de *Vicia faba* L. en Algérie.

La féverole 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 restantes datant du 10^e millénaire avant le présent (BP) ont été identifiées dans le nord de la Syrie (Tano et al., 2006).

Il existe une grande différence entre *Vicia faba* L. et les autres espèces appartenant à la complexité *Vicia galilea*, *Vicia johannis* et *Vicia hyaeniscyamus*. (Zohary et al., 1973., Duc 1999). Le genre *Vicia* comprend environ 120 espèces réparties principalement dans les régions tempérées de l'hémisphère nord. La taxonomie interspécifique de *Vicia faba* L. prête à confusion plusieurs variétés qui ont été distinguées sur la base de la morphologie et la taille des graines du cultivar et qui ont été nommées comme mentionné ci-dessous. (Brink, 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 (Séville, Fève à longue cosse, marais) en Afrique du Nord. 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 régressé depuis la mise au point d'aliments du bétail et d'importantes plantations à base d'*Atriplex* qui ont été réalisées. (INRAA, 2006).

3 Importance agronomiques et économiques des espèces étudiées

3-1 Importance des légumineuses en Algérie.

La nouvelle politique du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural vise à un développement économique du pays et se fixe comme objectif, la sécurité alimentaire. Dans le cadre de cette politique, dix programmes spécifiques et prioritaires ont été établis ; ils concernent les productions végétales et le développement des légumes secs.

Pour tous ces programmes, l'approche adoptée porte sur la valorisation des ressources phytogénétiques locales pour chaque filière en fournissant un cadre et des modalités de revitalisation progressive de ces territoires.

Du fait de la diversité agricole du territoire algérien, on distingue quatre grands types de milieux : les régions côtières tempérées, les zones de montagnes, les steppes couvrant les hautes plaines et le Sahara (oasis). La fève est cultivée dans ces différentes régions du pays.

3-2 La lentille :

3-2-1 Intérêt économique:

A travers le monde, la lentille sont deux des plus importantes légumineuses à graines. La production mondiale de lentilles en 2011 a été estimée à près de 4,4 millions tonnes sur une aire totale de 4,2 millions d'hectares (**FAOSTAT-Agriculture**, 2011). Les principaux pays producteurs sont le Canada (1531900 t sur 998400 ha) et l'Inde (943800 t sur 1597400ha). En Afrique du nord, le Maroc (45438 t sur 57980 d'ha) est le principale pays producteur .Même année, les légumes secs ont enregistré des hausses pour les quantités importées à l'exception des lentilles qui ont connu des baisses et qui s'explique par l'accroissement de la production locale annuelle (**Ministère du Commerce**, 2011). Néanmoins, la production locale de la lentille (3800 tonnes sur 3700 ha) reste très faible au regard des importations qui s'élèvent à 93432 tonnes (**FAOSTAT-Agriculture**, 2011).

3-2-2 Intérêt agronomique :

En Algérie, on distingue les lentilles de culture locales et les lentilles de culture européenne. Les premières, cultivées depuis les temps ancestraux sont des mélanges variables de formes diverses. Beaucoup de variétés anciennement cultivées ont disparu. Pour ce qui est de la richesse floristique, il n'existe pas en Algérie, de mise au point permettant d'avoir une idée précise. Il faut signaler que quelques variétés de lentille ont été sélectionnées dans les différentes zones agro-climatiques incluant des variétés locales (**FAO**, 2006). La culture de cette légumineuse enrichit également le sol en azote, donc induit une diminution en apport en engrais et assurer un assolement et une rotation (graminées et légumineuses) pour optimiser l'exploitation agricole et la diversification de la production agricole.

3-2-3 Intérêt nutritionnel :

La lentille présente plusieurs intérêts nutritionnels, parmi ces intérêts on distingue :

- Leur index glycémique est très faible favorisant ainsi la satiété et limitant la sécrétion d'insuline par l'organisme.
- Leur forte teneur en protéines végétales (environ 24% crues et 8% cuites) en font un plat complet pour un dîner végétarien, accompagné par exemple de légumes. Leur amino gramme (teneur en différents acides aminés constituant les protéines contenues dans un aliment) présente toutefois un faible taux en Méthionine, un acide aminé soufré essentiel, raison pour laquelle il est généralement conseillé de les associer à des produits céréaliers à base de blé, de riz ou de soja (ou de consommer des noix au cours du même repas). Les lentilles contiennent toutefois des lectines, facteur antinutritionnel à l'origine d'une moindre assimilation des nutriments.
- Leur richesse en fibres (près de 4g pour 100g) permet de favoriser la satiété tout en contribuant au faible index glycémique des lentilles.

- Leur richesse en minéraux – notamment en Fer (bien qu’il soit présent sous une forme peu assimilable par l’organisme, les lentilles représentent une source intéressante), Magnésium, Phosphore et Potassium – contribue à couvrir les besoins quotidiens. Au même titre qu’elles représentent une bonne source de vitamines du groupe B, notamment B1 (thermosensible, la cuisson prolongée est toutefois à l’origine d’une perte importante de cette vitamine) et B9.
- Leur teneur en antioxydants (catéchines et procyanidines de la famille des flavonoïdes, saponines dont certaines études mettent en évidence leur intérêt dans le cadre de la réduction du taux de triglycérides sanguins) représente une raison supplémentaire de consommer fréquemment cet aliment.

Tableau 1: Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de lentilles cuites (CIQUAL, 2008).

| | | | |
|-------------|---------|-------------|----------|
| Protéine | 8.2 g | Glucides | 12.6 g |
| Lipides | 0.5 g | Sodium | 3.0 mg |
| Potassium | 309 mg | Magnésium | 25 mg |
| Phosphore | 164 mg | Fer | 3 mg |
| Calcium | 27 mg | Cuivre | 0.24 mg |
| Manganèse | 0.42 mg | Sélénium | 2.8 µg |
| Zinc | 1.03 mg | Vitamine B1 | 0.12 mg |
| Vitamine B2 | 0.06 mg | Vitamine B3 | 0.66 mg |
| Vitamine B5 | 0.47 mg | Vitamine B6 | 0.169 mg |
| Vitamine B9 | 56.8 µg | Vitamine C | 1.75 mg |
| Vitamine E | 0.26 mg | | |

3-3 La Fève

3-3-1 Importance économique

La fève (*Vicia faba* L) est aujourd'hui parmi les plantes légumières les plus cultivées dans le monde. Selon les statistiques de la **FAO**, la récolte mondiale s'élève, en 2002, à 4.75 millions de tonnes dont 1.02 millions de fèves vertes et 3.73 millions de fèves sèches.

Sa culture dans les pays du bassin méditerranéen est environ de 25% de la surface totale cultivée et de la production mondiale de fèves, avec un rendement très proche de la moyenne mondiale, 38 qx/ha (**Saxena**,1991).

En Algérie, bien que le rendement a clairement diminué ces deux dernières décennies 4.71 qx/ha (**ITGC**,2010), la fève occupe toujours la première place parmi les légumes secs (**Benachour et al**.,2007). On la cultive sur les plaines côtières et les zones sublittorales (**Zaghouane** ,1991), avec une surface cultivée d'environ 49000 ha, soit 46% de la superficie consacrée aux légumineuses, et production qui dépasse les 200000 qx/an (**ITGC**,2010).

3-3-2 Importance agronomique

Comme toutes les légumineuses, l'espèce *vicia faba* L. assure sa nutrition azotée par deux voies : l'assimilation de l'azote minérale du sol et la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique. Cette aptitude à fixer l'azote atmosphérique limite l'utilisation des engrais azotés qui sont coûteux pour l'agriculteur et néfastes pour la santé humaine et l'environnement (**Nouar**,2007). Plusieurs études agronomiques, entre autres celles conduites à l'ITAB (Institut Technique de la Culture Biologique) et au CREAB MP (Centre Régional de Recherche et d'Expérimentation en agriculture Biologique de Midi –Pyrénées) en France, affirment que l'espèce *vicia faba* L.(fève ou féverole) est indifférente à la nature du précédent cultural. Ce qui la met, le plus souvent, en fin de rotation. Sa bonne utilisation de l'azote amène à privilégier des précédents à faible restitution et reliquats azotés. Par contre, elle est considérée comme excellent précédent cultures exigeantes en azote, telles que les céréales. Un intervalle minimal de 3 à 4 ans est recommandé entre deux cultures de cette espèce (**Papvc** ,2009).

3-3-3 Intérêt nutritionnel.

Les légumineuses sont d'une importance incontestable. Elles jouent deux rôles : dans l'amélioration de la fertilité du sol et dans l'alimentation humaine et du cheptel. Les légumineuses à graines permettent d'apporter au moins 33% des besoins humains en protéines alimentaires. Cette part est fournie essentiellement par les cultures du petit pois, le haricot,

pois chiche, et fève (**Vance et al.**,2000). Ces dernières cultures sont d'une importance considérable dans les pays d'Asie, du Nord et du Nord-est de l'Afrique (**Adne**, 2005). Parmi les légumineuses, la fève, qui 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'Éthiopie en deuxième position avec une production de 610845T. La France est classée en troisième position (**FAO**, 2011).

Tableau2: Valeur Nutritionnelle pour 100mg de fève portagère (V.F.L) (source :www.Gerbeaud.com).

| | | | | | | | | | | |
|-----|-------------|----------|----------|-------------|--------|-------|------------|-------|------|-----|
| Kcl | Eau | Protéine | Glucides | Lipides | Fibres | K | Mg | P | Ca | Fe |
| 64 | 82g | 5.4g | 10g | 0.3g | 6.5g | 210mg | 18mg | 105mg | 24mg | 1mg |
| | Vitamine B1 | | | Vitamine B2 | | | Vitamine C | | | |
| | 0.3mg | | | 0.2mg | | | 28mg | | | |

4 CARACTERISTIQUES CYTOGENETIQUES

4-1 Génome

Le génome est défini comme un lot haploïde de chromosomes issu d'une espèce diploïde élémentaire et désigné par une lettre majuscule (**Cauderon**Y, 1989).

4-2 Caryotype

Le caryotype est une représentation systématisée des chromosomes d'une cellule mitotique (ou méiotique), tenant compte du nombre, de la forme, de la taille et de tous autres caractères morphologiques des chromosomes qui peuvent être représentatifs des génomes d'un type cellulaire, d'un individu ou d'une espèce (**Thugues**, 1966). Il est constitué d'un caryogramme et d'un idiogramme.

Il existe deux types de caryotype : symétrique et asymétrique.

4-3 Critère d'identification des chromosomes.

4-3-1 Forme des chromosomes

Lorsque la cellule se divise, les fibres du fuseau sont attachées au centromère de leurs chromosomes et tirent les chromatides sœurs aux pôles opposés. Un chromosome à deux centromères est appelé dicentrique, le chromosome acentrique est celui auquel il manque le centromère. Ces deux types de chromosomes sont instables lors des divisions cellulaires. Seuls les chromosomes qui ont un centromère unique sont régulièrement transmis des parents aux générations (Harlet al, 1995).

La morphologie des chromosomes est marquée par la position de la constriction primaire ou centromère. Différentes méthodes ont été employées pour localiser le centromère, ce qui a également entraîné l'apparition de diverses nomenclatures de la morphologie chromosomique. Un colloque sur la nomenclature des chromosomes humains a eu lieu 1960 à Denver. A cette occasion, deux formules pour localiser le centromère ont été adoptées :

- Le rapport des longueurs des bras : $r = BL/BC$.
- L'indice centromérique : $I = BC/LT * 100$.

Plus tard, trois auteurs suédois (**Levan** et **Freda**, 1964) développent et précisent une terminologie qui diffère très peu de celle de Denver. En plus du rapport BL/BC et l'indice centromérique, **Levan** et **al** (1964) conseillent pour déterminer le type chromosomique d'indiquer en outre la différence entre les longueurs des bras longs et des bras courts :

$d = BL - BC$ (**Siljakyakovlov**. et **Cartier**. 1986).

Ainsi, on peut distinguer six types morphologiques de chromosomes (tableau 3)

-Chromosome métacentrique (m) : le centromère est position médiane, et la valeur du rapport BL/BC est comprise entre 1 et 1.7. on parle de métacentriques sensu stricto (M) lorsque le rapport est exactement égal à 1 et dont le centromère se trouve alors au point médian.

-Chromosome submétacentrique (sm) : le centromère est situé dans la région submédiane et la valeur du rapport BL/BC va de 1.7 à 3.0.

-Chromosome subtélocentrique (st) : le centromère est situé dans la région subterminal et le rapport BL/BC varie de 3,0 à 7,0.

-Chromosome acrocentrique (t) : le centromère est dans la région terminal et les valeurs du rapport BL/BC vont de 7,0 à l'infini. Si le centromère se trouve au point terminal strict, on parle de chromosome télocentrique (T) (Khlfallah, 1990).

Pour la distinction entre chromosomes acrocentriques , métacentriques et submétacentriques on suit le tableau de la nomenclature chromosomique proposée par **Levan et al** 1964.

Tableau 3: nomenclature chromosomique proposée par **Levan et al** 1964.

| Position du centromère | D | R | I.C | Type chromosomique | |
|------------------------|------------|------------|-------------|-----------------------------|--------|
| Position médiane | 0.00 | 1.00 | 50.00 | Métacentrique sensu stricto | M |
| Région médiane | 0.00-2.50 | 1.0-1.70 | 50.00-37.50 | Métacentrique sensu largo | m |
| Région submédiane | 2.50-5.00 | 1.70-3.00 | 37.50-25.00 | Submétacentrique | s m |
| Région subterminale | 5.00-7.50 | 3.00-7.00 | 25.00-12.50 | Subtélocentrique | st |
| Région terminale | 7.50-10.00 | 7.00-12.50 | 12.50-0.00 | Acrocentrique | t |
| Point terminal | 10.00 | ∞ | 0.00 | Télocentrique | T |

4-3-2 chromosomes surnuméraires ‘B’

4-3-2-1 définition

Les chromosomes B font l'objet de recherches intenses, leur présence et leurs effets sont largement décrits dans la littérature.

Le nombre de chromosomes B varie d'une cellule à l'autre, d'un individu à l'autre, d'une population à l'autre et d'un taxon à l'autre. Cette extrême variabilité a fait l'objet d'études considérables par plusieurs auteurs.(**Hammouda**,2013).

En comparaison avec des chromosomes ordinaires (chromosomes "A"), les chromosomes "B" sont des petits chromosomes qui prennent l'aspect globulaire dont la position du centromère est souvent terminale.

4-3-2-2 Rôle des chromosomes "B"

L'apparition des chromosomes "B" est une forme d'adaptation des espèces dans des conditions défavorables et difficiles. Selon la région, cette adaptation se traduit par la présence de ces chromosomes.

Les chromosomes B sont nommés les chromosomes surnuméraires ou mes extra-chromosomes, typiquement ils ont peu d'effet sur le phénotype d'un individu (**Jones et Hoben, 2008**), ils sont présentes dans 15% des espèces eucaryotes (Maria Teruel et al 2009) et leur nombre varie d'une espèce à l'autre de zéro à plusieurs (**Jonathan, 2007**).

Des études de biologie moléculaire ont montré que la majorité des chromosomes B contient l'ADN répétitif, en outre l'ADN ribosomique, l'ADN centromérique et télomérique, ainsi que les transposons qui sont fréquemment présents chez les chromosomes surnuméraires (**Camatchou, 2005**).

- Les chromosomes B ont particulièrement les caractéristiques suivantes :

- ils sont toujours plus petits que les chromosomes A et généralement, ils sont hétérochromatiques.

- les chromosomes B ne sont pas indispensables à l'espèce qui les possède.

- ils n'ont pas d'influence sur la viabilité de l'organisme.

- ils varient entre les cellules, tissus, individus et populations.

- ils ne présentent pas d'homologie avec les chromosomes A.

- ils affectent le comportement mitotique par élimination de distribution préférentielle (**Reiger et al., 1991**).

- ils augmentent le taux de crossing-over et les fréquences de recombinaison.

- ils causent l'augmentation des chromosomes impairs (l'infertilité).

4-3-3 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.

Chapitre II : Matériel et méthodes

1 Matériel

Notre étude porte sur un matériel végétale comporte six variétés appartenant à deux espèces différentes: *Lens culinaris* Medik(2n= 2x= 14) et *Vicia faba* L. (2n= 2x=12 ; 2n= 2x=14). Ces variétés sont fournies par l'institut technique des grands cultures (I.TG.C) de Sétif, Guelma, Ain Mlila ,Khroub et Mila.

Les caractéristiques de chaque variété et son origine sont décrites dans le tableau 4 :

Lens culinaris



Vicia faba



Figure 6 : Les graines des variétés des espèces étudiées

2 Méthode utilisée

Nous avons utilisé la technique de coloration classique décrite par **Shafique et al.**, (1994), pour l'espèce *Lens culinaris* Medik et celle du **Jahier et al.**, (1992), pour l'espèce *Vicia faba* L. Ces méthodes ont pour objectif la réalisation de préparations chromosomiques qui permettent de dénombrer les chromosomes et d'étudier leur morphologie pour l'établissement de caryotypes. Ces méthodes comportent les étapes suivantes :

1-Germination

Les graines du *Lens culinaris* Medik et *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 30mn pour la Lentille et 1h 30mn pour la fève. Les graines sont mises à germées dans des boîtes de pétri, tapissées de papier filtre imbibé d'eau distillée dans 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 mitoclassique, cette opération vise un double objectif :

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

Il existe, parallèlement à la colchicine et l'eau glaciale, d'autres agents mitoclassiques tel que ; α a-bromonaphtalène, 8-hydroxyquinoleine.

Nous avons effectués un prétraitement à la 8-hydroxyquinoleine. La durée de ce prétraitement varie d'une espèce à une autre et d'une variété à une autre :

- *Lens culinaris* Medik : à une durée de 2h30 à 3h15
- *Vicia faba* L. : à une durée de 24h à 25h.

4-Fixation

Les fixateurs détruisent toute vie cellulaire, ils doivent avoir une action rapide pour bloquer toute évolution des divisions cellulaires et permettent de conserver l'intégrité structurale des chromosomes. La fixation s'effectue dans une solution éthanol acide acétique (3V-1V) pendant 48h au réfrigérateur.

5-Stockage

Les points racinaires sont conservés au réfrigérateur à éthanol 70%. Certains fixateurs comme le **carnoy** peuvent également être utilisés comme solution de stockage.

6-Hydrolyse

Cette étape est nécessaire pour obtenir un bon étalement des cellules et des chromosomes entre lame et lamelle. L'agent le plus employé pour la destruction de la paroi pectocellulosique est la solution enzymatique (2% cellulase et 0.2% pectinase). Mais le manque d'enzymes nous a amenés à utiliser l'acide chlorhydrique 1N à 60°C. 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 les désoxyriboses. Elle permet aussi de ramollir les parois rigides « pectocellulosiques » pour faciliter l'écrasement, mais ce n'est pas le cas des Fabacées.

Cette hydrolyse est faite par différentes durées pour chaque espèce :

- *Lens culinaris* Medik : à une durée de 20 minutes.
- *Vicia faba* L.: à une durée de 30 minutes.

7-Coloration :

La coloration est réalisée par le réactif de Schiff pendant 20 minutes à l'obscurité et à température ambiante, la réaction spécifique entre les groupements aldéhydes libérés lors de l'hydrolyse et la fushine basique donne une coloration rouge aux chromosomes.

8-Ecrasement :

L'écrasement des demi-pointes se fait entre lame et lamelle dans une goutte de l'océtoorceine, cette étape assure une bonne dispersion des chromosomes.

9-Observation et photographies :

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

III-Résultats et discussion

3-1 Résultats

Rappelons que, nous avons appliqué la méthode de **Shafique et al.**(1994) pour l'espèce *Lens culinaris* Medik Nous avons par conséquent, suivi leurs recommandations, avec quelques modifications introduites dans les étapes prétraitement et hydrolyse .

Les données morphométriques, concernant les garnitures chromosomiques des espèces étudiées, sont effectuées comme suivant :

- Lecture des valeurs de longueurs des bras longs (BL) et des bras courts (BC) en mm.
- Calcul des valeurs moyennes de la longueur des bras longs et des bras courts en mm et des erreurs standards correspondantes.
- Calculs des longueurs totales ($LT=BL+BC$).
- Calculs des longueurs totales relatives ($LR=LT$ de chaque chromosome $\times 100 / \sum LT$ de toutes les chromosomes).
- Le rapport des bras longs sur les bras courts ($r = BL/BC$).
- Calcul de l'indice d'asymétrie du caryotype ($I.a.s = \sum BL \times 100 / \sum LT$) selon **Arno et Saito** (1980) et **Cerbahm**(1997).
- Le rapport entre la paire chromosomique la plus longue et celle la plus courte de la garniture chromosomique.

3-1-1 La lentille (*Lens culinaris* Medik, $2n=2x=14$)

Caryotypes

Les caryotypes des variétés (**Dahra**, **Idlep1** et **Idlep 3**) constituent, chacun, un génome qui regroupe 7 paires chromosomiques. Donc c'est une espèce diploïde. Le nombre total des paires chromosomiques est de 7 paires dont quatre paires sont métacentriques et trois paires sont sub-métacentriques (Fig.7, Fig8 et Fig9).

Nous décrivons les caractères caryomorphologiques des chromosomes, qui caractérisent le caryotype de chaque variété.

1-1-1 Variété Dahra

Le caryotype de la variété Dahra est caractérisé par la présence de 7 paires chromosomique

(Fig 7). Les calculs de l'indice centromérique (I.C) et le rapport des bras longs sur les bras courts (r) (Tableau 5) nous ont permis de déterminer les chromosomes homologues et classer les différents types chromosomiques. Deux types sont observés : les

métacentriques et les sub-métacentriques (en absence des acrocentriques et les télocentriques).

Il s'agit des paires chromosomiques (1-2- 3 et7) qui sont des métacentriques et les paires (4-5et 6) sont des sub-métacentriques (Fig. 7).

- La longueur totale moyenne (LT) des chromosomes est comprise entre 5.39 μm et 1.59 μm .
- le rapport entre la longueur des bras longs et des celles des bras courts(r) varie entre 1.23 et 2.88 (Tableau 5).

Tableau 5: Données morphométriques de la variété Dahra.

| Chr | types | LT (μm) | LR % | Bras long (μm) | Bras court (μm) | r (L/R) |
|-----|-------|----------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------|
| 1 | m | 5,39 \pm 0,65 | 19,43 \pm 0,65 | 3,09 \pm 0,53 | 2,3 \pm 0,4 | 1,34 \pm 0,15 |
| 2 | m | 5,01 \pm 0,41 | 18,07 \pm 0,25 | 3,06 \pm 0,29 | 1,95 \pm 0,15 | 1,57 \pm 0,03 |
| 3 | m | 4,42 \pm 0,13 | 15,93 \pm 0,15 | 2,72 \pm 0,24 | 1,83 \pm 0,14 | 1,48 \pm 0,07 |
| 4 | sm | 4,08 \pm 0,42 | 14,71 \pm 0,34 | 2,72 \pm 0,19 | 1,35 \pm 0,24 | 2,01 \pm 0,08 |
| 5 | sm | 3,84 \pm 0,28 | 13,85 \pm 0,18 | 2,85 \pm 0,58 | 1,1 \pm 0,06 | 2,59 \pm 0,22 |
| 6 | sm | 3,39 \pm 0,15 | 12,21 \pm 0,31 | 2,51 \pm 0,07 | 0,87 \pm 0,08 | 2,88 \pm 0,06 |
| 7 | m | 1,59 \pm 0,51 | 5,75 \pm 0,65 | 0,88 \pm 0,25 | 0,71 \pm 0,28 | 1,23 \pm 0,08 |

$$\text{I.a.s} = 64.32 \%$$

$$\text{R}=3.38$$

-La longueur totale relative (LR) varie entre 19.43% et 5.75%.

- L'indice centromérique varie entre 28.64 et 42.67%

- le rapport entre la paire chromosomique la plus longue et celle la plus courte (R) est de 3.38 (Tableau 1).

-Signalons que le caryotype de variété présence des chromosomes B.

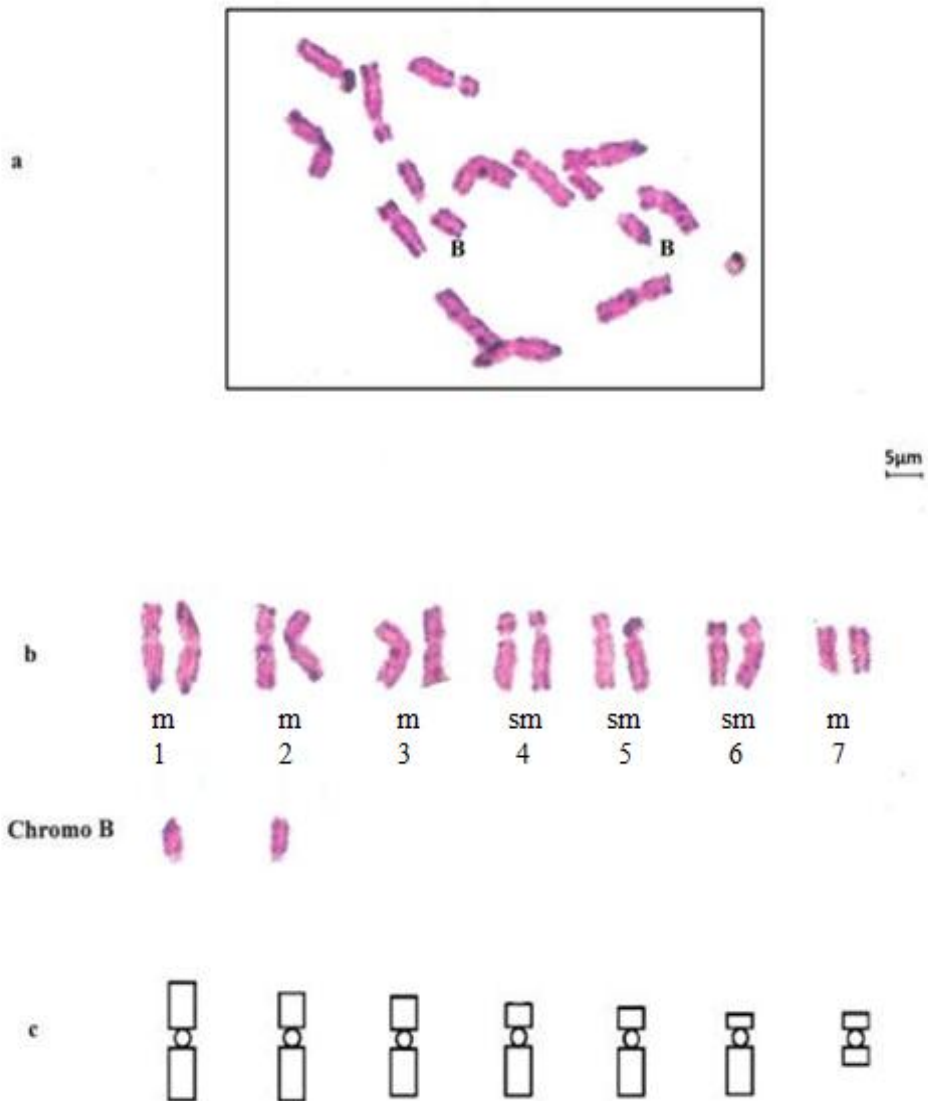


Figure 7 : Caryotype de l'espèce *Lens culinaris* Medik (variété Dahra)

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

1-1-2 Variété Idlep 3

Chez cette variété, nous constatons la présence de sept paires chromosomiques (figure 2).

La majorité des paires chromosomiques sont métacentrique à l'exception des paires 5-6 et 7 qui sont sub-métacentriques (Fig. 8).

- La longueur totale moyenne (LT) des chromosomes est comprise entre **3.71 µm** et **6.2 µm**.

- le rapport entre la longueur des bras longs et des celles des bras courts (r) varie entre 1.3 et 2.38.

- La longueur totale relative (LR) varie entre 18.19 et 10.84.

- L'indice centromérique varie entre 29.82 et 44%

- le rapport entre la paire chromosomique la plus longue et celle la plus courte (R) est de 1.67 (Tableau 6).

- Nous observons la présence d'un chromosome B.

Tableau 6: Données morphométriques de la variété Idlep3.

| Chr | types | LT (µm) | LR % | Bras long (µm) | Bras court (µm) | r (L/R) |
|-----|-------|-----------|------------|----------------|-----------------|-----------|
| 1 | m | 6,2±0,89 | 18,19±1,04 | 3,79±0,55 | 2,41±0,34 | 1,62±0,02 |
| 2 | m | 5,59±0,93 | 16,31±0,39 | 3,19±0,21 | 2,46±0,56 | 1,3±0,06 |
| 3 | m | 5,24±0,88 | 15,27±0,32 | 3,18±0,64 | 2,05±0,24 | 1,61±0,17 |
| 4* | m | 4,84±0,77 | 14,11±0,25 | 2,83±0,12 | 2,01±0,70 | 1,47±0,14 |
| 5 | sm | 4,58±0,36 | 13,35±0,36 | 2,98±0,72 | 1,60±0,17 | 1,86±0,10 |
| 6 | sm | 4,09±0,69 | 11,94±0,64 | 2,87±0,59 | 1,22±0,39 | 2,38±0,28 |
| 7 | sm | 3,71±0,32 | 10,84±0,53 | 2,5±0,44 | 1,20±0,12 | 2,08±0,19 |

* présence de satellite

I.a.s = 62.30 %

R=1.67

1-
1-3

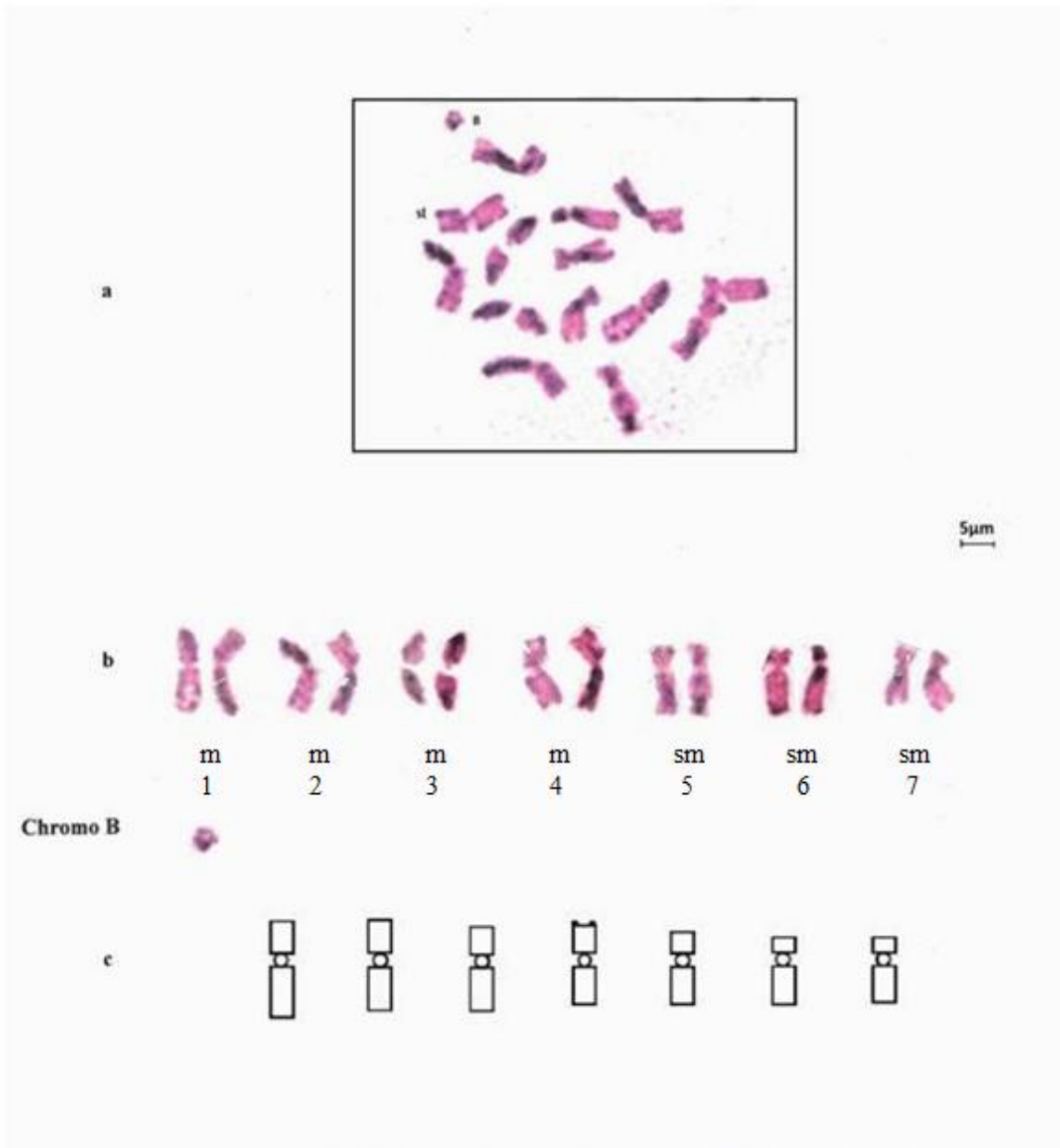


Figure 8 : Caryotype de l'espèce *Lens culinaris* Medik (variété Idlep 3)

- a- Plaqué métaphasique
- b- Caryogramme
- c- Idiogramme

Variété Idlep1

Le caryotype est caractérisé par la présence de sept paires chromosomiques dont quatre paires métacentrique (1-2-3et4) et trois paires su métacentriques (5-6 et7).

- La longueur totale moyenne (LT) des chromosomes est comprise entre 3.81 μm et **7.44 μm** .

- le rapport entre la longueur des bras longs et des celles des bras courts(r) varie entre 1.24 et 2.27.

Tableau 7:Données morphométriques de la variété Idlep1

| Chr | types | LT (μm) | LR % | Bras long (μm) | Bras court(μm) | r (L/R) |
|-----|-------|----------------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|
| 1 | m | 7,44 \pm 0,55 | 18,42 \pm 0,33 | 4,11 \pm 0,11 | 3,26 \pm 0,16 | 1,26 \pm 0,02 |
| 2 | m | 6,76 \pm 0,74 | 17,1 \pm 0,36 | 3,89 \pm 0,62 | 2,97 \pm 0,61 | 1,3 \pm 0,18 |
| 3 | m | 6,23 \pm 0,39 | 15,79 \pm 0,34 | 3,46 \pm 0,79 | 2,77 \pm 0,63 | 1,24 \pm 0,18 |
| 4 | m | 5,59 \pm 0,63 | 14,17 \pm 0,47 | 3,46 \pm 0,43 | 2,13 \pm 0,19 | 1,62 \pm 0,01 |
| 5 | sm | 5,25 \pm 0,08 | 13,3 \pm 0,32 | 3,38 \pm 0,35 | 1,86 \pm 0,30 | 1,81 \pm 0,20 |
| 6 | sm | 4,56 \pm 0,9 | 11,53 \pm 0,57 | 3,05 \pm 0,71 | 1,5 \pm 0,46 | 2,03 \pm 0,23 |
| 7 | sm | 3,81 \pm 0,92 | 9,64 \pm 0,56 | 2,64 \pm 0,55 | 1,16 \pm 0,58 | 2,27 \pm 0,32 |

L.a.s = 60.51 %

R=1.95

La longueur totale relative (LR) varie entre 18.42et 9.64.

- L'indice centromérique varie entre 30.44et 44.46 %

- le rapport entre la paire chromosomique la plus longue et celle la plus courte (R) est de 1.95.

- Nous observons la présence d'un chromosome B.

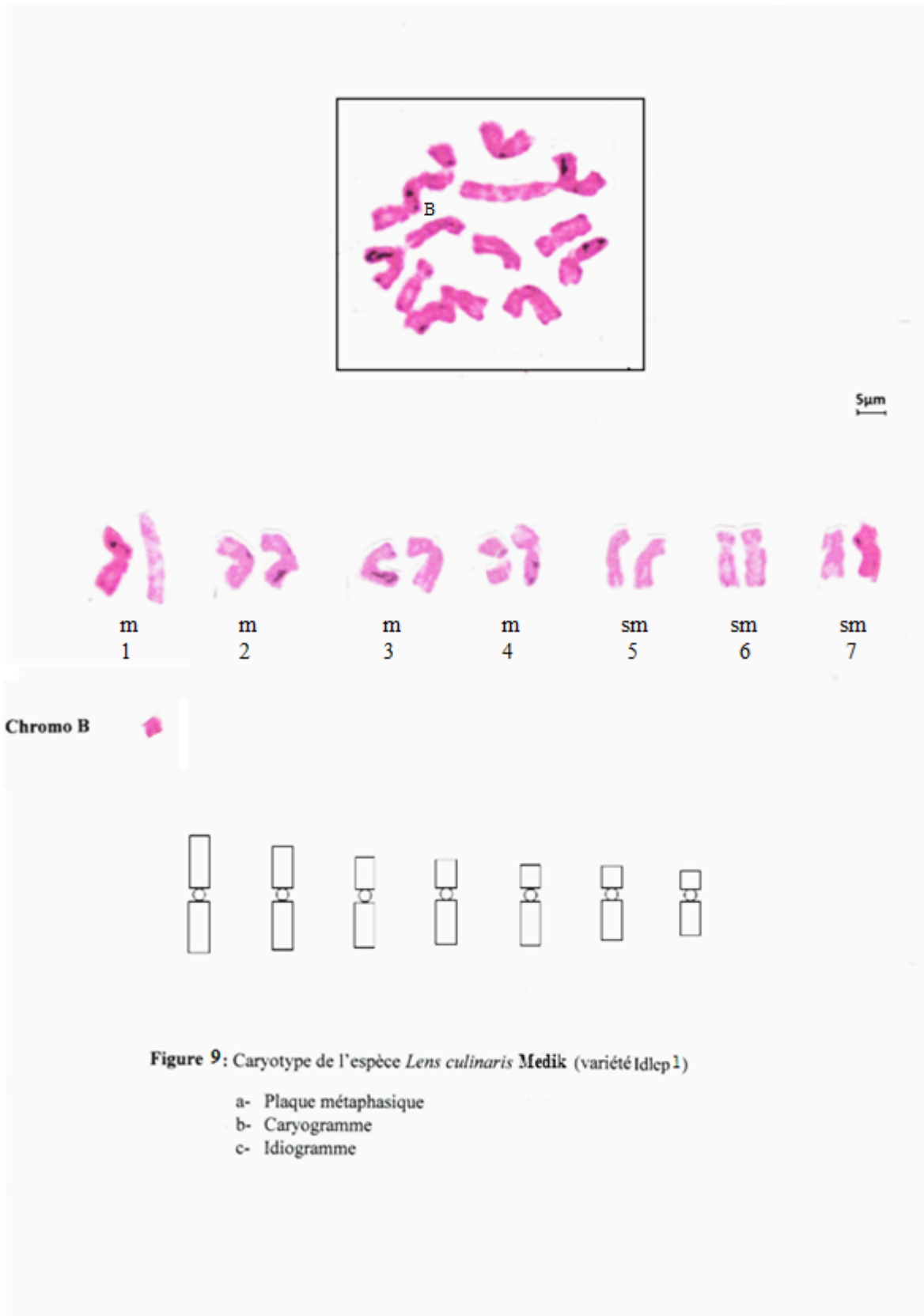


Figure 9: Caryotype de l'espèce *Lens culinaris* Medik (variété Idlep1)

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

3-1-2 La fève (*Vicia faba* L : $2n=2x=12$; $2n=2x=14$)

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

Caryotypes

Les caryotypes des variétés (Aguadulce, Hystal et Shale) 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 (Fig 11, Fig 12 et Fig 13).

Nous décrivons les caractères caryomorphologiques des chromosomes, qui caractérisent le caryotype de chaque variété.

1 2-1 variété Aguadulce

Nous avons choisi comme modèle expérimental la fève d'Aguadulce (eau douce en espagnol), un cultivar de *Vicia faba minor* facile à se procurer en jardinerie et d'une bonne sensibilité aux polluants (Rahoui et al. 2008).

Le caryotype de la variété Aguadulce est caractérisé par la présence de sept paires chromosomiques, donc la majorité des paires chromosomiques sont acrocentriques, à l'exception la paire 6 qui est métacentrique.

Tableau 8: Données morphométriques de la variété Aguadulce

| Chr | types | LT (μm) | LR % | Bras long (μm) | Bras court (μm) | r (L/R) |
|-----|-------|----------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------|
| 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±0,05 | 11,70±0,17 | 4,85±0,07 | 0,67±0,02 | 7,16±0,13 |
|---|---|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|

* présence de satellite

I.a.s=85.78%

R=1.51

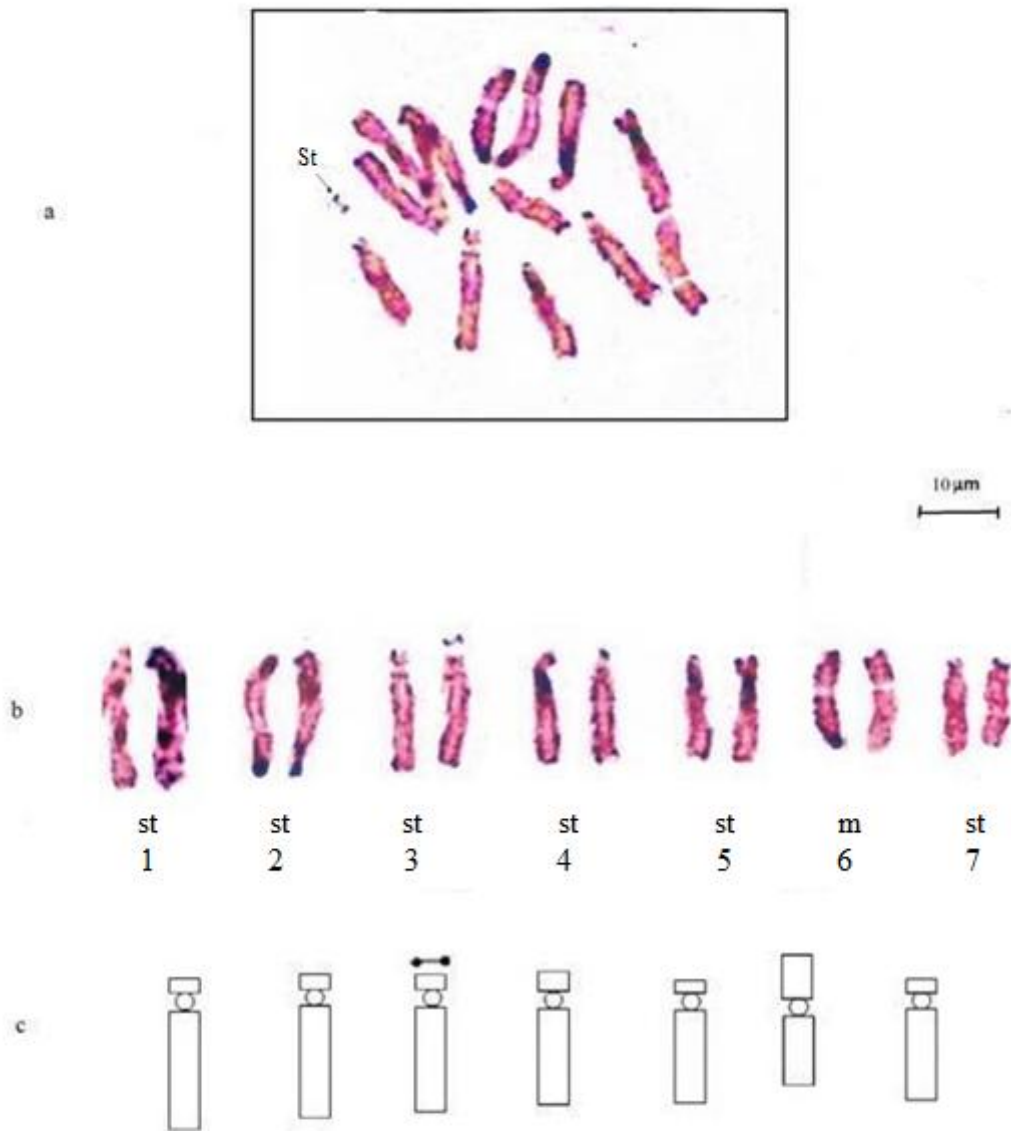


Figure 11 : Caryotype de l'espèce *Vicia faba*L. (variété Aquadulce)

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

- La longueur totale moyenne (LT) des chromosomes est comprise entre 8.37 et 5.52µm

- 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%
- le rapport entre la paire chromosomique la plus longue et celle la plus courte (R) est de 1.51 (Tableau 8).
- Nous observons la présence d'un satellite localisée sur le bras court du chromosome 3

1-2-2Variété Shale

Le caryotype de la variété Shale (du genre *Vicia faba 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.

Tableau 9:Données morphométriques de la variété Shale.

| Chr | types | LT (μm) | LR % | Bras long (μm) | Bras court(μm) | r (L/R) |
|-----|-------|----------------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------|
| 1* | 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 |
| 2 | 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 |
| 3 | 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 |
| 4 | 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 |
| 5 | 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 |
| 6 | 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

- La longueur totale moyenne (LT) des chromosomes est comprise entre 5.90 et 4.28 μm
- 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%.

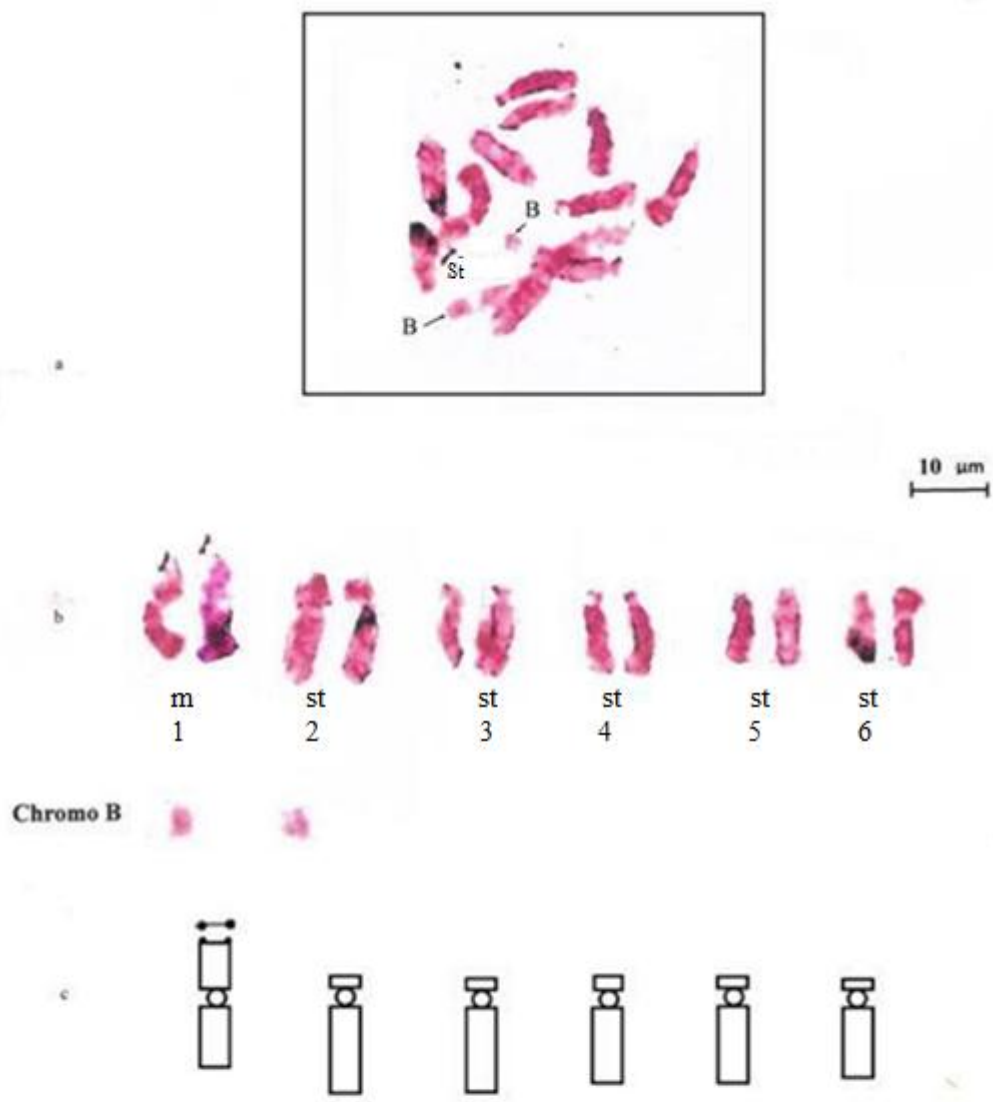


Figure 12 : Caryotype de l'espèce *vicia faba* L. variété Shale

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

- 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).

1-2-3 Variété Histal

Le caryotype de la variété Histal (du genre *Vicia faba minor*) est caractérisé par la présence de 6 paires chromosomiques. il s'agit des cinq paires chromosomique acrocentrique (1,2,3,4 et 5) et une paire chromosomique métacentrique (6).

Tableau 10:Données morphométriques de la variété Histal.

| Chr | types | LT (µm) | LR % | Bras long (µm) | Bras court(µm) | r (L/R) |
|-----|-------|-----------|------------|----------------|----------------|-----------|
| 1 | t | 5,44±0,36 | 21,04±0,42 | 4,90±0,39 | 0,53±0,04 | 9,14±0,47 |
| 2 | t | 4,95±0,08 | 19,16±0,12 | 4,35±0,04 | 0,6±0,04 | 7,23±0,16 |
| 3 | t | 4,06±0,08 | 15,69±0,04 | 3,56±0,06 | 0,49±0,02 | 7,13±0,06 |
| 4 | t | 3,97±0,14 | 15,35±0,14 | 3,49±0,14 | 0,47±0,03 | 7,32±0,21 |
| 5 | t | 3,76±0,17 | 14,56±0,24 | 3,3±0,14 | 0,45±0,03 | 7,22±0,14 |
| 6 | m | 3,65±0,14 | 14,14±0,20 | 2,11±0,12 | 1,54±0,14 | 1,37±0,06 |

I.a.s=84.04%.

R=1.49

- La longueur totale moyenne (LT) des chromosomes est comprise entre 5.44 et 3.65µm
 - le rapport entre la longueur des bras longs et des celles des bras courts(r) varie entre 1.37et9.14.

-La longueur totale relative (LR) varie entre 21.04et14.14%.

- L'indice centromérique varie entre 42.19et9.74%

- le rapport entre la paire chromosomique la plus longue et celle la plus courte (R) est de 1.49 (Tableau 10).

- Nous observons la présence de chromosome B.

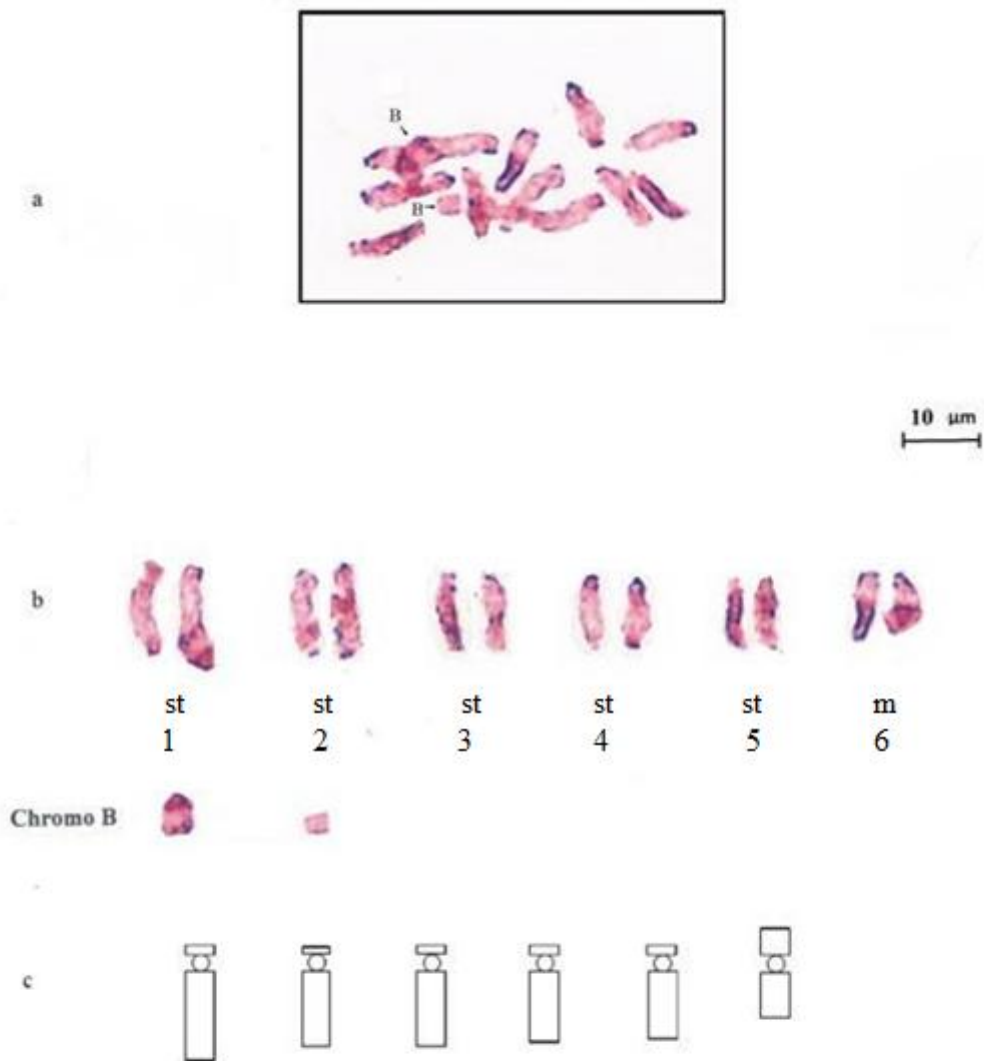


Figure 13 : Caryotype de l'espèce *Vicia faba L.*(variété Hстал)

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

3-2 Discussion

2-1 Lentille.

Les méthodes cytogénétiques à travers le dénombrement chromosomique (réalisé généralement sur le méristème apical des pointes racinaires), permettent dans un premier temps de déterminer le niveau de ploïdie du matériel étudié. Plusieurs paramètres interviennent dans la description de la morphologie des chromosomes : taille, position du centromère, présence ou non de satellites ou de constructions secondaires.

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**) qui donnent une idée sur la forme du caryotype.

L'hypothèse qu'un caryotype symétrique est considéré comme un caryotype primitif, en comparaison à un caryotype asymétrique, d'abord formulée par **Levitzky** (1931) repris par **Stebbins** (1971) est celle généralement admise dans la littérature concernant l'évolution de la morphologie des chromosomes chez les plantes. Bien que l'hypothèse inverse ait aussi été invoquée (**Jones**, 1984).

Signalons que, La lentille cultivée est classée en deux groupes selon la taille de la graine. Le groupe *macrosperma* prédominant principalement en Afrique du Nord, en Europe et en Amérique (diamètre supérieur à 6 mm), tandis que Le groupe *microsperma* (diamètre inférieur à 6 mm) domine en Asie, en Egypte, et en Ethiopie (Brink et Belay, 2006). Nous avons choisi comme modèle expérimental le groupe *microsperma* (les trois variétés).

La comparaison des idiogrammes obtenus lors de l'étude de trois variétés (**Dahra, Idlep3 et Idlep1**) révèle quelques différences remarquables pour la taille des chromosomes et la présence ou absence des satellites :

Contrairement aux variétés **Idlep3** et **Idlep1**, la variété **Dahra** montre la présence d'un satellite situé sur la paire chromosomique 4 (télomère du bras court).

Egalement, des chromosomes B sont mis en évidence chez les variétés **Dahra** et **Idlep.3**

Si nous confrontons nos résultats à ceux d'autres auteurs, nous pouvons remarquer que les résultats obtenus chez *Lens culinaris* Medik (**Dahra, Idlep3 et Idlep 1**) sont similaires à ceux trouvés par **Gaffarzadeh et al.** (2007), concernant les types chromosomiques, mais avec des différences importantes dans la présence/ou absence de satellites.

D'après **Gaffarzadeh** et al. (2007), chez la lentille cultivée, quatre paires chromosomiques de types métacentriques et trois paires sub-métacentriques sont détectées, ce qui est notre cas (Fig10). Ces auteurs ont pu mettre en évidence un satellite sur la paire n°4 (bras long proche au centromère) du *Lens culinaris* (7variétés),Ce qui est le cas de la variété **Dahra**. Par contre, les variétés (**Idlep3** et **Idlep 1**) en sont dépourvues(Fig. 10).

Galasso et al. (2001) a proposé un caryotype avec trois paires chromosomiques métacentrique ou submétacentrique et trois paires acrocentriques. Il a signalé la présence d'une paire de satellites sur le chromosome 4. Ce résultat est conforme à celui du **Gaffarzadeh** et al. (2007). Egalement, ces auteurs, ont pu mettre en évidence un organisateur nucléolaire (N.O.R) sur le chromosome 4 par hybridation *in situ*, en utilisant la sonde (pTa71).

Rappelons que, les satellites sont associés aux organisateurs nucléolaires(**N.O.R**) qui codent pour les gènes ribosomiques.

Selon **Shafique** et al. (1994), le caryotype du *Lens culinaris* est constitué de trois paires chromosomiques métacentriques, quatre paires sumétacentriques et absence de satellites. Sa formule caryologique était $n=x=7=3m+4Sm$.

Nos résultats, en comparaison à ceux des auteurs (**Galasso** et al. 2001, **Gaffarzadeh** et al. 2007) montrent, aussi, la présence des chromosomes B, observés chez les variétés Dahra ,Idlep 3 et Idlep1 (en nombre de 1 à 2). D'après la littérature, la présence des chromosomes B (**Sarvella** 1959;**Stebinn**, 1971, **Amirouche**, 2007, **Hammouda** et **Khalfallah**, 2008 ; 2013) jouent un rôle important dans l'adaptation du végétal aux conditions difficiles du milieu.

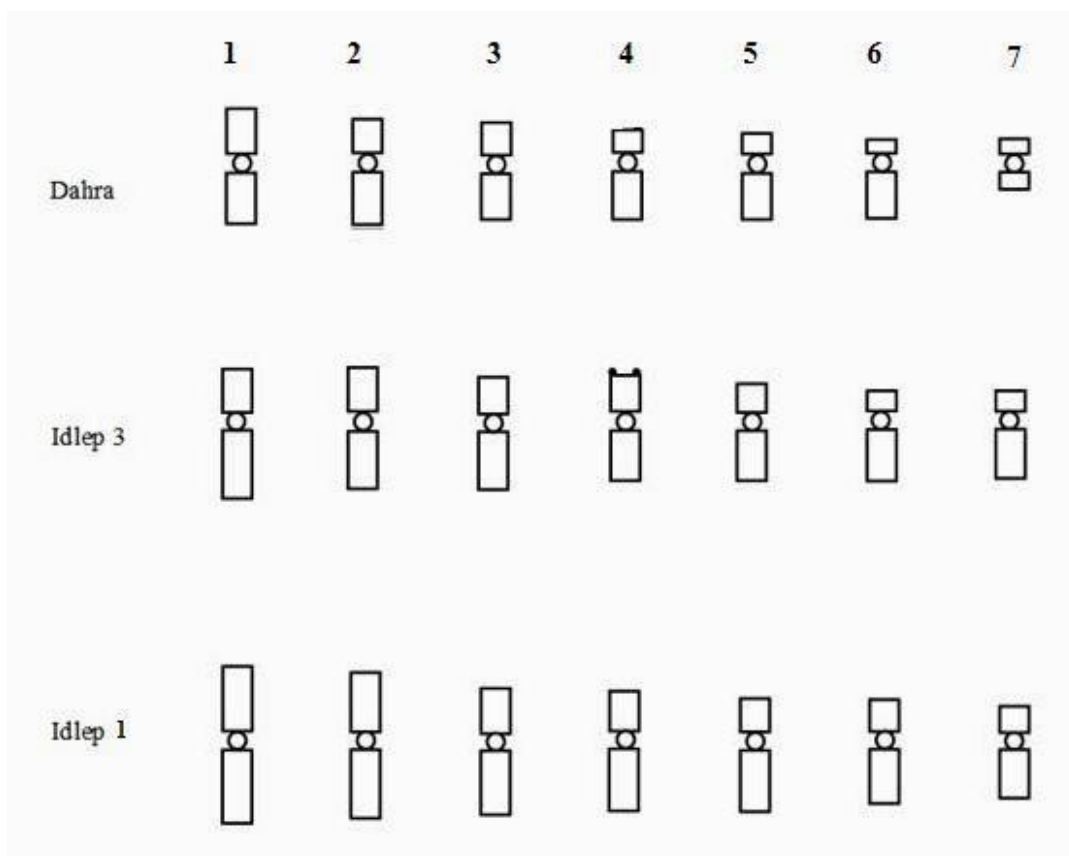


Figure10: représentation des idiogrammes des trois variétés : La présence d'un satellite sur la paire 4 (bras court) de la variété Idlep3.

Globalement, les caryotypes des variétés de l'espèce *Lens culinaris* Medik sont symétriques tant pour la forme que pour la taille des chromosomes. L'indice d'asymétrie ayant sensiblement les mêmes valeurs (**64.32% Dahra, 62.30 % Idlep 3, 60.51% Idlep 1**).

2-2 La Fève.

Rappelons que, les variations dans la forme des chromosomes (plaques métaphasiques) sont

dû au fait que le degré de spiralisation ou de condensation n'est pas le même pour les chromosomes métaphasiques (Fig.11, Fig.12, Fig.13).

De nombreux travaux ont fait l'objet d'étude de la fève (**Bengt et al** 1996, **Pandey** 2007 ; **Chafi et Bensoltane**, 2009 ; **Annathurai Gnanasam bandam et al.**, 2012 ; **Jukanti et al.**, 2012, **Hiremath et al.** 2012, **Matagne** 2015). Ces travaux portent essentiellement sur différents aspects (agronomiques, biométriques, biochimiques et moléculaires et cytogénétiques). En caryologie, malgré la somme des travaux réalisés sur les chromosomes de *Vicia faba* L., reste à difficile d'établir la cartographie du génome de l'espèce.

D'après la littérature (**Guen et Duc**, 1996 ; **Duc**, 1997), le caryotype de *Vicia faba* est très simple. Toutes les variétés de la plante sont diploïdes, et possèdent 6 paires de grands chromosomes, dont 5 paires de chromosomes acrocentriques et une paire de chromosomes métacentriques mesurant 15 µm de long, soit environ le double de la longueur des premiers.

D'après le tableau 11 et la figure14, Les trois variétés (Aguadulce, Shale , Hystal), en comparaison, montrent des variations importantes, concernant le nombre de chromosomes, leurs tailles, la localisation des satellites et la présence ou absence de chromosomes B :

- Le nombre total des chromosomes ($2n = 2x = 14$) observé chez la variété Aguadulce est plus élevé que celui des deux autres variétés ($2n = 2x = 12$). ceci s'explique par un nombre de base ($x = 7$ ou $x = 6$) différent.

- Contrairement à la variété Hystal, les deux variétés Aguadulce et Shale présentent des satellites localisés sur les paires chromosomiques 3 et 1 respectivement.

- Présence de chromosomes B, seulement chez les variétés Shale et Hystal (en nombre de 2).

Tableau 11: Les caractères caryomorphologiques de 7 paires chromosomiques chez trois Variétés du *Vicia faba* L.

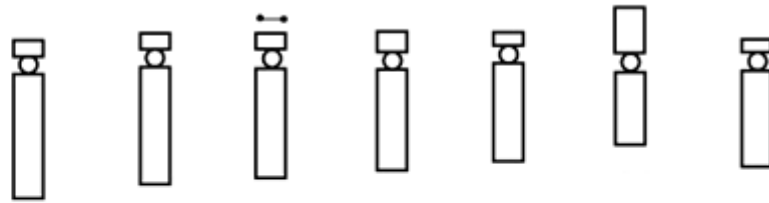
| Chromosomes | caractères | Variété |
|-------------|------------|---------|
|-------------|------------|---------|

| | | Aguadulce | Shale | Histal |
|---|-----|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1 | LT | 8.37 ±0.31 | 5.90 ±0.30 | 5.44 ±0.36 |
| | LR | 17.73 ±0.31 | 19.88±0.07 | 21.04±0.42 |
| | L | 7.39 ±0.20 | 3.51±0.2 | 4.90±0.39 |
| | S | 0.98 ±0.19 | 2.39±0.44 | 0.53±0.04 |
| | L/S | 7.54 ±0.4 | 1.47±0.11 | 9.14±0.47 |
| 2 | LT | 8.13 ±0.39 | 5.39 ±0.23 | 4.95 ±0.08 |
| | LR | 17.20 ±0.16 | 18.18±0.03 | 19.16±0.12 |
| | L | 7.28 ±0.36 | 4.65±0.54 | 4.35±0.04 |
| | S | 0.83 ±0.07 | 0.63±0.08 | 0.6±0.04 |
| | L/S | 8.66 ±0.24 | 7.34±0.12 | 7.23±0.16 |
| 3 | LT | 7.05 ±0.57 | 4.93±0.29 | 4.06±0.08 |
| | LR | 14.92 ±0.20 | 16.67±0.15 | 15.69±0.04 |
| | L | 6.2 ±0.54 | 4.35±0.21 | 3.56±0.06 |
| | S | 0.85 ±0.11 | 0.58±0.09 | 0.49±0.03 |
| | L/S | 7.21 ±0.09 | 7.40±0.32 | 7.32±0.21 |
| 4 | LT | 6.39 ±0.6 | 4.64±0.22 | 3.97±0.14 |
| | LR | 13.52 ±0.24 | 15.65±0.25 | 15.35±0.14 |
| | L | 6.07 ±0.58 | 4.10±0.17 | 3.49±0.14 |
| | S | 0.81 ±0.07 | 0.54±0.06 | 0.47±0.03 |
| | L/S | 7.65 ±0.27 | 7.059±0.21 | 7.32±0.21 |
| 5 | LT | 6.07 ±0.42 | 4.50±0.04 | 3.76±0.17 |
| | LR | 12.85 ±0.13 | 15.17±0.17 | 14.56±0.24 |
| | L | 5.54 ±0.37 | 3.98±0.03 | 3.3±0.14 |
| | S | 0.67 ±0.07 | 0.52±0.06 | 0.45±0.03 |
| | L/S | 8.2 ±0.43 | 7.60±0.30 | 7.22±0.14 |
| 6 | LT | 5.67 ±0.15 | 4.28±0.38 | 3.65 ±0.14 |

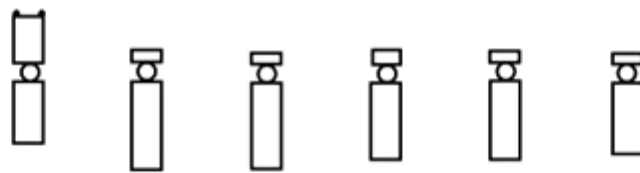
7

| | | | |
|-----|------------|------------|------------|
| LR | 12.01±0.23 | 14.45±0.22 | 14.14±0.20 |
| L | 3.16±0.22 | 3.75±0.06 | 2.11±0.12 |
| S | 2.51±0.15 | 0.53±0.06 | 1.54±0.14 |
| L/S | 1.25±0.05 | 7.07±0.08 | 1.37±0.06 |
| LT | 5.52±0.05 | | |
| LR | 11.70±0.17 | / | / |
| L | 4.85±0.07 | | |
| S | 0.67±0.02 | | |
| L/S | 7.16±0.13 | | |

Aguadulce



Shale



Histal



Figure 14: représentation des idiogrammes des trois variétés : les satellites sont marqués
En points noirs

Si nous confrontons nos résultats à ceux d'autres auteurs, nous pouvons remarquer que les résultats obtenus chez *vicia faba* L.(variétés Aguadulce, Shale et Hystal) sont différents par rapport à ceux trouvés par **Guen et Duc** (1996)et **Matagne** (2015) . Selon ces auteurs, 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 ($2n=2x=12$) (**Guen et Duc** , 1996), ce qui est inverse dans notre cas . Les chromosomes de la variété Aguadulce ($2n=2x=14$) sont grand de taille (Tab 11), alors que ceux des variétés Shale et Hystal ($2n=2x=12$) sont de petite taille.

D'après les auteurs cité ci-dessus, les grands chromosomes, mesurant 15 μm de long, soit environ le double de la longueur des premiers, dans notre cas, la plus grande longueur totale ne dépasse pas 8.37 μm (Tab 11). Les mêmes auteurs ont signalé la présence de constriction secondaire, alors que dans notre cas, on observe la localisation des satellites sur les paires de chromosomes 1 de la variété Shale et 3 d'Agadulce .Egalement, notre matériel végétal présente des chromosomes B, qui sont absents dans les variétés de références.

D'après la littérature (**Sarvella** 1959;**Stebinn**, 1971, **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.

Globalement, les caryotypes des variétés étudiées sont symétriques tant pour la forme que pour la taille des chromosomes. L'indice d'asymétrie ayant sensiblement les mêmes valeurs (**85.78 %** Aguadulce, **82.11%** Shale, **84.04 %** Hista).

Conclusion et perspectives

Le travail que nous avons entrepris a permis d'élargir nos connaissances sur les aspects caryomorphologiques des deux espèces légumineuses alimentaires, la lentille (*Lens culinaris* Medik, $2n=2x=14$) et la fève (*Vicia faba*, L. $2n=2x=12$, $2n=2x=14$)

Dans le protocole expérimental, nous avons introduit de simples modifications, concernant le prétraitement et l'hydrolyse.

L'analyse caryologique des variétés des deux espèces *Lens culinaris* et *Vicia faba* montre des variations importantes :

- **Chez la lentille**, les caryotypes sont symétriques tant pour la forme que pour la taille: 4 paires chromosomiques de type métacentriques et 3 paires submétacentriques sont observées.
- Nous observons, aussi, la présence de satellites, seulement, chez la variété Idlep3, localisés sur le chromosome 4. Ce résultat est conforme avec celui des auteurs.

- La présence des chromosomes B chez les trois variétés étudiées en nombre de 1 à 2.
- **Chez la fève**, les caryotypes sont symétriques : 6 ou 5 paires chromosomiques acrocentriques et 1 paire métacentrique sont détectées.
- Le nombre de base est différent : $x=7$ (variété Aguadulce) ; $x=6$ (Histal et Shale)
- La présence de satellites qui situés sur les chromosomes 1 et 3 de la variété Shale et Aguadulce respectivement.
- Absence des chromosomes B, uniquement, chez la variété Aguadulce.

Rappelons que, les satellites sont des zones vitales des chromosomes associées aux organisateurs nucléaires (N.O.R) qui codent pour les gènes ribosomiques.

Les variétés de La lentille sont bien adaptées aux conditions défavorables climatiques, et ceci s'explique par la présence des chromosomes B.

la comparaison des chromosomes de 6 variétés appartenant à deux espèces différentes ((*Lens culinaris* Medik, *Vicia faba*) révèle des différences remarquables (tableau suivant) :

| Critères caryomorphologiques | Lentilles (<i>Lens culinaris</i> Medik.) | Fève (<i>Vicia faba</i> L.) |
|-------------------------------------|---|--|
| Nombre des chromosomes | $2n=2x= 14$ | $2n=2x= 14$ $2n=2x=12$ |
| Taille des chromosomes | moyenne | Grande |
| Satellites | Présence | Présence |
| Constrictions secondaires | Absence | Absence |

| | | |
|---------------------------|---|---|
| Type chromosomique | 04 métacentrique + 03 sub-métacentrique | 01 métacentrique + 05 ou 06 acrocentrique |
| Chromosomes B | Présence | Présence |

En perspectives, nous souhaiterons d'envisager d'autres techniques modernes et moléculaires tel que :

- le N-banding pour la localisation des régions organisatrices nucléolaires associés aux satellites et constriction secondaires (zones vitales du génome)..
- le C-banding pour la détermination du taux d'hétérochromatine (séquences d'ADN non codantes) des génomes des espèces étudiés.
- la FISH pour la localisation des gènes ribosomique et la recherche des mutations chromosomiques chez les géniteurs et sa génération.

References bibliographiques

Adne A., 2005. Characterization and genome organization of new luteoviruses and Nanoviruses infecting cool season legume food edit cuvillierverlag Gottingen, pp157.

Bacha F. et Ouane S. M., 2003. Etude de l'effet du stress hydrique sur les activités des enzymes nitrate réductase et nitrogénase de la culture du pois chiche (*Cicer arietinum* L.). Institut National de la Recherche agronomique d'Algérie., 13 .1111-1992.

Baudoin J.P., 2001. Contribution des ressources phytogénétiques à la sélection variétale de légumineuses alimentaires tropicales. Biotechnol. Agron. Soc. Environ ; 5(4) : 221-230.

- Benacheur, K., Louadik et Terzo, M., 2007.** Rôle des abeilles sauvages et domestiques (Hymenoptera apoidea) dans la pollinisation de la féve (*Vicia faba* L.) en région de Constantine (Algerie). *J. Plant Physiol*, 152, 213-219.
- Brink M. et Belay G. K. P., 2006.** *Vigna subterranea* (L.) Verdc.. Record from Protabase.
- Broughton, W.J., Hernandez, G., Blair, M., Beebe, S., Gepts, P., Vanderleyden, J., (2003).** Beans (*Phaseolus* spp.) . model food legumes. *Plant and Soil*. 252, 55–128.
- Camatchou JPM., 2005.** B chromosomes. In . Gregry TR (ed) *The evolution of the genome*. Elsevier, San Diego, PP 223-286..
- Chahota, RK., Kishore, N., Dhiman, KC., Sharma, TR., Sharma, SK., 2007.** Predicting.
- Chibani M. et Lemnakher S., 2006.** Identifica cytogenetique des especes (secale cereale, triticum aestivum L., triticosecale witimack par les techniques N-banding et C banding. 121p.
- Ciqual., 2008.** Table de composition nutritionnelle des aliments.
- Djebali N., 2008.** Etude des mécanismes de résistance de la plante modèle *Medicago truncatula* vis-à-vis de deux agents pathogènes majeurs des légumineuses cultivées : *Phomamedicaginis* et *Aphanomyces euteiches*. Thèse, Doc, Toulouse, 209 pp.
- Duc G., 1997.** Faba bean (*Vicia faba* L.). *Field Crops Res*, 53, 99-109p.
- Evans H J. Scott D., 1963.** Influence of DNA synthesis on the production of chromatid. Etude comparative de la morphologie des chromosomes et Patterns C-bandes dans plusieurs génotypes de *Lens culinaris* *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 10, 1811 -1816.
- Galasso, I. T., Schmidt, and D., Pignone, 2001.** Identification of *Lens culinaris* sp. *Culinaris* chromosomes by physical mapping of repetitive DNA sequences. *Chromosome Res*. 9, 199-209.
- Gallais A. et Bannerot H., 1992.** Amélioration des espèces végétales cultivées: objectifs et critères de sélection. Paris: INRA.
- Gauderon Y., 1989.** Cytogénétique et amélioration du blé .Le Sélectionneur Français, INRA. 19, 89-101.
- Gepts, P., Beavis, W.D., Brummer, E.C., Shoemaker, R.C., Stalker, H.T., Weeden, N.F., Young, N.D., 2005.** Legumes as a Model Plant Family. *Genomics for Food and Feed Report of the Cross-Legume Advances through Genomics Conference*. *Plant Physiology*. 137, 1228–1235.
- Giller K.E., 2001.** Nitrogen fixation in tropical cropping systems 2nd Ed. CAB. International Walling Ford. ISBN : 0859472, p 423.
- Graham P.H., Vance C.P., 2000.** Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extension needs. *Field. Crops Research*, 65, 93–106.

- Grant W.F, Owens E.T., 2001.** Chromosome aberration assays in *Pisum* for the study of environmental mutagens. *Mutat.Res. - Rev. Mut. Res.*, 488(2).93-118.
Growers, Saskatoon SK.
- Guignard J., Dupont F.,2004.** Botanique- systématique moléculaire- Ed. Masson.13^e édition.
- Hammouda D. Khalfallah N., 2009.** Analyse des génomes et anomalies chromosomiques chez *XTrtticosecale* Wittmack. *Revue des régions arides Numéro special 24(2/2010) Actes du3^eme Meeting International”Gestion et valorisation des ressources et Applications Biotechnologiques dans Agrosystèmes Arides et Sahariens, Djebba- Tunisie, Tome. p313-317.*
- Hartl, L., Weiss, H., Stepwn,U., Zeller, F.J. and Jahoor, A., 1995.** Molecular identification of powden mildew resistance genes in common wheat (*Triricm aestivum* L.). *theor. Appl.genet.* 90 ,601-606.
- 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.,1992 .** Technique de cytogénétique végétale .Jahier J. (Ed) .INRA. Paris, P 171.
- Jonathan C. Laùb.,2007.** Localization and trascription of retrotransposant-derived element on the maize Bchromosomes. *Chromosome Research*, 15. 383-398.
- Jones.,1984.** Dose-response relationships and inundative biological control. *Phytopathology.* 84 .780-784.
- Kumar J. and Abbo S., 2001.** Genetics of flowering time in chickpea and its bearing on productivity in semiarid enviroments. *Advances Agronomique*, 72.107-138.
- LadizinskyG .,1987.** Pulse domestication before cultivation. *Econ. Bot*, 41. 60-65.
- Le Guen J et Duc G., 1996.** La Féverole. In : Amélioration des Espèces Végétales Cultivées leguminosarum symbiovarviciae isolées du pois (*pisum sativum*) et de lalentille (*lens culinaris*) cultivés dans deux zones éco-climatiques subhumide et semi-aride de l'est algérien mimoir **doc, p119.**
- Levan A. and Freda K., 1964.** Secondary associantion between genetically equivalent bivalents. *Hereditas*, 52 . 201-220.
- Levitzky G.A.,1931.** The karyotype in systematics. *Bull. Appl. Bot. Cenet. Plant Breed*;27 : 220-240.
- Lin, A., Zhu, Y.and Tong, Y., 2005.** Evaluation of genotoxicity of combined soil pollution bycadmium and imidacloprid. *Sci. China Ser. C (Life Sci.)*. 48(0),7-13.

Maxted ,BennettS.J., 2001. Legume diversity in the Mediterranean region .Plant Genetic Ressources of legumes in the Mediterranean .Dordrecht, Netherlands Kluwer Academic,p 39.

Ministère du Commerce., 2011.

Mutch, L.A.Tamimi, S.M. Young, J.P.W., 2003. Genotypic characterisation of rhizobia..

Obaton., 1980. Activité nitrate réductase et nitrogénase en relation avec la photosynthèse et les facteurs de l'environnement, Bulltin ASF, 55-60.

Papvc : Pole Agronomique Productions Végétales Chambres d'Agriculture de Bretagne (Revue)-Cap Agro.Printemps 2009,41-42.

Saskatchewan Pulse Growers., 2000. Pulse production manual. Saskatchewan Pulse.

Saxena.M.C .,1991.Status and scope for production of fababean in Mediterrane ancountries.OptionsMéditerranées .Série Séminaires ;10:15-20.

Sehari N.H.etude de l'effet du stress salin (val) sur le comportement écophysologique d'une l'égumineuse cultivée « lens culinaris L » en sola' bentonite :92p.

Shafique-UR-Rehman and Ch.MuhammadAltaf. 1992. Received for Publication 24 March .

Sharma, P. C. and GUPTA, P. K., 1983. Cytological studies in the genus *Cicer* L. In: Proceedings of the XV International Congress of Genetics, New Delhi, 12—21 Dec. 1983. Oxford and IBH Publishing Company, New Delhi, India, Abstract No, 1257.

Siljak-yakovles S. and CARTIER D.,1989.Hétérochromation patterns in some taxa ofcrepispraemorsa complex .Caryologia.39,27-32.

Souna Kada .,2011 Reponses Physiologiques et biochimique des graines de la féve (*vicia faba L.*)Mimoir de la mag .Université d'Oran :74p.

Stebbin G. L., 1971.Chromosomal Evolution in Higher Plants. Addison Wesley Publishing Co,CA, USA.

Toulaiti., 1988.L'agriculture algérienne : les causes de l'échec, Ed. Office des puplication suniverssitaire ,Alger,550p.des publications universitaire, Alger, 550p.

Transgressives egregants in early generation using single seed descent method-derivedmicromacro spermagenepool of lentil (*Lens culinary* Medikus). Euphytica**156**: 305–310.

Vance, C.P. Graham, P.H. and Allan, D.L., (2000).*Biological Nitrogen Fixation: Phosphorus - A Critical Future Need?* In: Nitrogen Fixation: From Molecules to Crop Productivity. Current Plant Science and Biotechnology in Agriculture. 38 , Springer Netherlands,509-514p.

Wajciechowski ,M.F., Lavin M., Sanderson , M.I., 2004.Aphytogeny of legumes Leguminosa based on analysis of the plastid mat k gene resolves many wellsupportedsubclades with the family .Am I , pp.1846 1862.

Zhu J.K.,2001-Plant salt tolerance .Trends in plant Science; 6 :66-71.

Zohary D. and Hopf M., 2000. Domestication of plants in the old world. 3rd edn. Oxford University Press, New york.

Site internet

http: www .Gerbeaud .com.

Annexes

Préparation des solutions utilisées.

1-La 8 Hydroxy-quinoléine à 0.002%.

Ajouté 0.03 g la 8 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-Solution standard à 1% :

4.5ml de solutionmère, 55ml d'eau distillée.

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.

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

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

Données morphométriques de la variété Dahra.

| CH1 | PL 1 | PL2 | PL3 | MOY | ECART |
|-----|-------|-------|-------|-------------|------------|
| LT | 15,81 | 16,19 | 17,57 | 16,52333333 | 0,65487912 |
| LR | 18,99 | 18,81 | 20,49 | 19,43 | 0,65222695 |
| L | 8,62 | 9,79 | 10,04 | 9,483333333 | 0,53601928 |
| S | 7,19 | 6,4 | 7,53 | 7,04 | 0,40993902 |
| L/S | 1,19 | 1,52 | 1,61 | 1,44 | 0,15636496 |
| CH2 | | | | | |
| LT | 14,71 | 15,81 | 15,58 | 15,36666667 | 0,41026414 |
| LR | 17,67 | 18,37 | 18,17 | 18,07 | 0,25495098 |
| L | 8,92 | 9,6 | 10,66 | 9,72666667 | 0,62005376 |
| S | 5,79 | 6,21 | 4,92 | 5,64 | 0,46524187 |
| L/S | 1,54 | 1,54 | 1,29 | 1,45666667 | 0,10206207 |
| CH3 | | | | | |
| LT | 13,39 | 13,49 | 13,76 | 13,54666667 | 0,13533908 |
| LR | 16,08 | 15,68 | 16,05 | 15,93666667 | 0,15753307 |
| L | 7,8 | 7,64 | 8,31 | 7,91666667 | 0,24742002 |
| S | 5,59 | 5,85 | 5,45 | 5,63 | 0,143527 |
| L/S | 1,39 | 1,3 | 1,52 | 1,403333333 | 0,07820912 |
| CH4 | | | | | |
| LT | 11,94 | 13,14 | 12,45 | 12,51 | 0,42585209 |
| LR | 14,34 | 15,27 | 14,52 | 14,71 | 0,3487836 |
| L | 8,15 | 8,66 | 8,25 | 8,353333333 | 0,19109335 |
| S | 3,79 | 4,48 | 4,2 | 4,15666667 | 0,24539084 |
| L/S | 2,15 | 1,93 | 1,96 | 2,013333333 | 0,08436034 |
| CH5 | | | | | |
| LT | 11,35 | 12,16 | 11,82 | 11,77666667 | 0,28760505 |
| LR | 13,63 | 14,13 | 13,79 | 13,85 | 0,1805547 |
| L | 7,89 | 9,26 | 9,55 | 8,9 | 0,626937 |
| S | 3,46 | 2,9 | 3,27 | 3,21 | 0,20137031 |
| L/S | 2,28 | 3,19 | 2,61 | 2,693333333 | 0,32575553 |
| CH6 | | | | | |
| LT | 10,56 | 10,14 | 10,45 | 10,38333333 | 0,15400216 |
| LR | 12,68 | 11,78 | 12,19 | 12,21666667 | 0,3186168 |
| L | 7,8 | 7,59 | 7,7 | 7,69666667 | 0,07427427 |
| S | 2,76 | 2,55 | 2,75 | 2,68666667 | 0,08376555 |
| L/S | 2,82 | 2,97 | 2,8 | 2,863333333 | 0,06570134 |
| CH7 | | | | | |
| LT | 5,48 | 5,1 | 4,08 | 4,88666667 | 0,51192447 |
| LR | 6,58 | 5,92 | 4,76 | 5,753333333 | 0,65151106 |
| L | 2,89 | 2,92 | 2,29 | 2,7 | 0,25129664 |
| S | 2,59 | 2,18 | 1,79 | 2,18666667 | 0,28287217 |
| L/S | 1,11 | 1,33 | 1,27 | 1,23666667 | 0,08041559 |

Données morphométriques de la variété Idlepl

| CH1 | PL 1 | PL 2 | PL3 | MOY | ECART |
|-----|-------|-------|-------|-------------|------------|
| LT | 17,82 | 18,82 | 20,33 | 18,99 | 0,89350434 |
| LR | 17,75 | 16,99 | 19,84 | 18,19333333 | 1,04355961 |
| L | 10,8 | 11,62 | 12,38 | 11,6 | 0,5587486 |
| S | 7,02 | 7,2 | 7,95 | 7,39 | 0,3487836 |
| L/S | 1,53 | 1,61 | 1,55 | 1,563333333 | 0,0294392 |
| CH2 | | | | | |
| LT | 15,97 | 18,57 | 16,87 | 17,1366667 | 0,9336309 |
| LR | 15,7 | 16,77 | 16,47 | 16,31333333 | 0,39027768 |
| L | 9,6 | 10,13 | 9,61 | 9,78 | 0,21435951 |
| S | 6,92 | 8,43 | 7,26 | 7,53666667 | 0,56010416 |
| L/S | 1,38 | 1,2 | 1,32 | 1,3 | 0,06480741 |
| CH3 | | | | | |
| LT | 15,28 | 17,5 | 15,37 | 16,05 | 0,88850999 |
| LR | 15,02 | 15,8 | 15 | 15,27333333 | 0,32259366 |
| L | 9,14 | 10,82 | 9,34 | 9,76666667 | 0,6488965 |
| S | 6,14 | 6,68 | 6,03 | 6,283333333 | 0,24600136 |
| L/S | 1,14 | 1,61 | 1,54 | 1,43 | 0,17930421 |
| CH4 | | | | | |
| LT | 14,13 | 16,09 | 14,26 | 14,8266667 | 0,77499462 |
| LR | 13,89 | 14,53 | 13,92 | 14,11333333 | 0,25537554 |
| L | 8,46 | 8,78 | 8,75 | 8,663333333 | 0,12496666 |
| S | 5,67 | 7,31 | 5,51 | 6,163333333 | 0,70446197 |
| L/S | 1,49 | 1,2 | 1,58 | 1,423333333 | 0,14041605 |
| CH5 | | | | | |
| LT | 13,46 | 15,43 | 13,23 | 14,04 | 0,8550731 |
| LR | 13,23 | 13,93 | 12,91 | 13,3566667 | 0,36887215 |
| L | 8,48 | 10,3 | 8,59 | 9,123333333 | 0,721607 |
| S | 4,94 | 5,13 | 4,64 | 4,903333333 | 0,1746902 |
| L/S | 1,71 | 2 | 1,85 | 1,853333333 | 0,1025508 |
| CH6 | | | | | |
| LT | 13,17 | 13,04 | 11,4 | 12,5366667 | 0,69757915 |
| LR | 12,94 | 11,77 | 11,13 | 11,9466667 | 0,64901207 |
| L | 9,7 | 8,65 | 8,03 | 8,793333333 | 0,59692266 |
| S | 3,47 | 4,39 | 3,37 | 3,743333333 | 0,39757599 |
| L/S | 2,79 | 1,97 | 2,38 | 2,38 | 0,28991378 |
| CH7 | | | | | |
| LT | 11,87 | 11,26 | 10,96 | 11,36333333 | 0,32789734 |
| LR | 11,67 | 10,17 | 10,7 | 10,8466667 | 0,53788165 |
| L | 8,37 | 7,43 | 7,17 | 7,65666667 | 0,44639295 |
| S | 3,5 | 3,83 | 3,79 | 3,70666667 | 0,12734468 |
| L/S | 2,39 | 1,93 | 1,89 | 2,07 | 0,19646883 |

Données morphométriques de la variété Idlep3

| CH1 | PL 1 | PL 2 | PL3 | MOY | ECART |
|-----|-------|-------|-------|-------------|------------|
| LT | 17,82 | 18,82 | 20,33 | 18,99 | 0,89350434 |
| LR | 17,75 | 16,99 | 19,84 | 18,19333333 | 1,04355961 |
| L | 10,8 | 11,62 | 12,38 | 11,6 | 0,5587486 |
| S | 7,02 | 7,2 | 7,95 | 7,39 | 0,3487836 |
| L/S | 1,53 | 1,61 | 1,55 | 1,563333333 | 0,0294392 |
| CH2 | | | | | |
| LT | 15,97 | 18,57 | 16,87 | 17,1366667 | 0,9336309 |
| LR | 15,7 | 16,77 | 16,47 | 16,31333333 | 0,39027768 |
| L | 9,6 | 10,13 | 9,61 | 9,78 | 0,21435951 |
| S | 6,92 | 8,43 | 7,26 | 7,53666667 | 0,56010416 |
| L/S | 1,38 | 1,2 | 1,32 | 1,3 | 0,06480741 |
| CH3 | | | | | |
| LT | 15,28 | 17,5 | 15,37 | 16,05 | 0,88850999 |
| LR | 15,02 | 15,8 | 15 | 15,27333333 | 0,32259366 |
| L | 9,14 | 10,82 | 9,34 | 9,76666667 | 0,6488965 |
| S | 6,14 | 6,68 | 6,03 | 6,283333333 | 0,24600136 |
| L/S | 1,14 | 1,61 | 1,54 | 1,43 | 0,17930421 |
| CH4 | | | | | |
| LT | 14,13 | 16,09 | 14,26 | 14,8266667 | 0,77499462 |
| LR | 13,89 | 14,53 | 13,92 | 14,11333333 | 0,25537554 |
| L | 8,46 | 8,78 | 8,75 | 8,663333333 | 0,12496666 |
| S | 5,67 | 7,31 | 5,51 | 6,163333333 | 0,70446197 |
| L/S | 1,49 | 1,2 | 1,58 | 1,423333333 | 0,14041605 |
| CH5 | | | | | |
| LT | 13,46 | 15,43 | 13,23 | 14,04 | 0,8550731 |
| LR | 13,23 | 13,93 | 12,91 | 13,3566667 | 0,36887215 |
| L | 8,48 | 10,3 | 8,59 | 9,123333333 | 0,721607 |
| S | 4,94 | 5,13 | 4,64 | 4,903333333 | 0,1746902 |
| L/S | 1,71 | 2 | 1,85 | 1,853333333 | 0,1025508 |
| CH6 | | | | | |
| LT | 13,17 | 13,04 | 11,4 | 12,5366667 | 0,69757915 |
| LR | 12,94 | 11,77 | 11,13 | 11,9466667 | 0,64901207 |
| L | 9,7 | 8,65 | 8,03 | 8,793333333 | 0,59692266 |
| S | 3,47 | 4,39 | 3,37 | 3,743333333 | 0,39757599 |
| L/S | 2,79 | 1,97 | 2,38 | 2,38 | 0,28991378 |
| CH7 | | | | | |
| LT | 11,87 | 11,26 | 10,96 | 11,36333333 | 0,32789734 |
| LR | 11,67 | 10,17 | 10,7 | 10,8466667 | 0,53788165 |
| L | 8,37 | 7,43 | 7,17 | 7,65666667 | 0,44639295 |
| S | 3,5 | 3,83 | 3,79 | 3,70666667 | 0,12734468 |
| L/S | 2,39 | 1,93 | 1,89 | 2,07 | 0,19646883 |

Données morphométriques de la variété 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 la variété 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 la variété Histal

| 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 | 15,12333333 | 0,08524475 |
| LR | 19,08 | 19,37 | 19,04 | 19,16333333 | 0,12734468 |
| L | 13,24 | 13,35 | 13,27 | 13,2866667 | 0,04020779 |
| S | 1,77 | 1,9 | 1,84 | 1,83666667 | 0,04600725 |
| L/S | 7,48 | 7,02 | 7,21 | 7,23666667 | 0,16345234 |
| CH3 | | | | | |
| LT | 12,33 | 12,32 | 12,53 | 12,39333333 | 0,08376555 |
| LR | 15,67 | 15,65 | 15,76 | 15,69333333 | 0,04143268 |
| L | 10,83 | 10,81 | 10,97 | 10,87 | 0,06164414 |
| S | 1,5 | 1,51 | 1,56 | 1,523333333 | 0,0227303 |
| L/S | 7,22 | 7,15 | 7,03 | 7,133333333 | 0,06794606 |
| CH4 | | | | | |
| LT | 12,13 | 11,9 | 12,32 | 12,1166667 | 0,14871673 |
| LR | 15,42 | 15,12 | 15,52 | 15,35333333 | 0,14719601 |
| L | 10,73 | 10,43 | 10,82 | 10,66 | 0,14439529 |
| S | 1,4 | 1,47 | 1,5 | 1,45666667 | 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 | 1,39666667 | 0,0389444 |
| L/S | 7,11 | 7,1 | 7,46 | 7,223333333 | 0,14497126 |
| CH6 | | | | | |
| LT | 11,39 | 10,98 | 11,12 | 11,16333333 | 0,14736576 |
| LR | 14,48 | 13,95 | 14,01 | 14,1466667 | 0,20522346 |
| L | 6,48 | 6,28 | 6,63 | 6,463333333 | 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 |

