

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 والحياة

قسم : بيولوجيا و علم البيئة **Département : Biologie et Ecologie Végétale**
Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences Biologiques
Spécialité : Biologie et Génomique Végétale

Intitulé :

**Etude comparative des caryotypes de deux espèces
légumineuses : *Lens culinaris* Medik., et *Cicer arietinum* L.**

Présenté et soutenu par : FAREH Billel

AIDOUNI Khadidja Doria

Le : 16 /06/2015

Jury d'évaluation :

Présidente du jury : Mme. KHALFALLAH Nadra (Professeur - UFM Constantine).

Rapporteur : Mme. HAMMOUDA –BOUSBIA Dounia (Maitre de conférences B- UFM Constantine).

Examineur : Mr. KELLOU Kamel (Maitre-assistant A- UFM Constantine).

***Année universitaire
2014 – 2015***

Remerciements

*On tient à remercier particulièrement notre encadreur, **Mme Hammouda-Bousbia Dounia** Maitre de conférences B UFM, pour son aide précieuse et ces conseils judicieux .on lui assurent le témoignage de notre profonde reconnaissance.*

*Nos vifs remerciements s'adressent à **Mme Khalfallah .N** Professeur à l'Université des frères Mentouri, Laboratoire génétique, biochimie et biotechnologie végétale pour son aide et ces conseils et d'avoir accepté de présider notre jury.*

*Mes remerciements s'adressent particulièrement à **Mr Kellou .K**, maître assistant à l'Université des frères Mentouri qui fait l'honneur d'examiner notre travail.*

*On adresse nos sincères remerciements à **Mr Belbekri N.** et **Melle Djaghar Radhia** et **Mme. Bouldjedj Rima** ingénieurs de laboratoire pour leurs aide et leurs encouragements et à **Mr Benbelkacem .A**, directeur de l'INRA qui nous a aidés à mener à bien ce travail.*

A mes amis de promotion

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Ma très chère et douce Mère, mon très cher Père
à qui m'adresse au ciel les vœux les ardents
pour la conservation de leur santé et de leur
vie, Qu'Allah vous garder en bonne santé.
Pour ma grande famille; sœurs, frères, neveux
et nièces pour qui je souhaite le meilleur
avenir et la meilleure des chances dans la vie.
Pour mes sœurs d'avoir le meilleur de la santé,
et l'amour.

Mes frères à devenir des hommes les plus
réussis.

Mes neveux et nièces d'avoir une vie joyeuse et
un avenir brillant et à réaliser leurs rêves.
Pour tous les amis qui ont été là pour moi à
travers mes années dans cette Université. Pour
les souvenirs que je ne l'oublierai jamais.
Et je tiens à me remercier, pour essayer mon
mieux pour ne pas décevoir personne.

Billel

Dédicace

Ce mémoire représente l'aboutissement du soutien et des encouragements que tous mes proches m'ont prodiguée 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 longue vie afin que je puisse à mon tour, vous combler.

A mes très chères sœurs Bouchra et Anouar et mon petit frère Aymen qui ont partagé mes joies et mes stress durant la réalisation de ce mémoire

A mes meilleurs amies Selma, maya, Billel, Nadia, et Kheir Eddine

A toute ma famille, mes amis sans oublier à tous ceux qui j'aime

Doria

Résumé

Notre travail a été réalisé sur deux espèces légumineuses **la lentille** (Metropol, Flip 90-31, Syrie 229) et **le pois chiche** (Flip et Ghab5). 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 ($2n=2x=14$ pour le *Lens culinaris* Medik. et à $2n=2x=16$ pour *Cicer arietinum* L.). Le caryotype de l'espèce *Lens culinaris* Medik. est symétrique trois paires chromosomiques de type submétacentrique et quatre paires chromosomiques de type métacentriques. Pour l'espèce *Cicer arietinum* L., le caryotype est aussi, symétrique, avec quatre paires chromosomiques de type submétacentrique et quatre autres paires chromosomiques de type métacentriques. Egalement, les satellites sont présents chez les deux espèces. Les chromosomes B sont mis en évidence, seulement, chez la lentille.

Mots clés : *Lens culinaris* Medik., *Cicer arietinum* L., caryotypes, satellites, chromosome B

Abstract

Our work was carried out on two legume species, Lentil (**Metropol, Flip 90-31, Syrie 229**), and chickpeas (**Flip and Ghab5**). The objective of our study is to establish karyotypes of both species, using conventional cytogenetic technique. We could identify the chromosome of the two species ($2n=2x= 14$ for *Lens culinaris* Medik., and $2n=2x= 16$ for *Cicer arietinum* L.). The karyotype of the species *Lens culinaris* Medik. is symmetric, three chromosome pairs submetacentric type and four pairs of metacentric chromosome types. For the species *Cicer arietinum* L., the karyotype is symmetrical with four chromosome pairs submetacentric type and four other chromosome pairs of metacentric kind. Also, the satellites are present in both species. B chromosomes are detected, only at lentils.

Key words: *Lens culinaris* Medik, *Cicer arietinum* L., karyotypes, satellites, B chromosome.

ملخص

عملنا هذا أنجز على نوعين من البقوليات, العدس (Metropole, Flip 90-31, Syrie 229), و الحمص (Ghab5 et Flip). و الهدف من دراستنا هو إقامة نمط نووي (Caryotype) لكلا النوعين باستخدام تقنية الوراثة الخلوية التقليدية (Cytogénétique classique). هذه الأخيرة مكنتنا من تحديد عدد الصبغيات للنوعين المدروسين ($2n=2x=14$) بالنسبة للعدس, ($2n=2x=16$) بالنسبة للحمص.

النمط النووي للعدس (*Lens culinaris* Medik.) متناظر (Cémitrique), حيث ثلاثة أزواج من الصبغيات من نوع Submétacentrique, وأربعة أزواج من نوع Métacentrique.

النمط النووي للنوع الثاني (*Cicer arietinum* L.) أيضا متناظر (Cémitrique), حيث أربعة أزواج من نوع Submétacentrique, و أربعة Métacentrique.

كما أننا وجدنا أيضا, أن الأقمار (Les satellites) ظهرت في كل من النوعين (العدس و الحمص), بينما الصبغيات ب (Chromosomes B) ظهرت إلا في نوع واحد و هو العدس.

الكلمات المفتاحية: *Cicer arietinum* L. , *Lens culinaris* Medik. , نمط نووي (Caryotype), أقمار (Satellites), صبغيات ب (Chromosomes B).

SOMMAIRE

Introduction	1
Chapitre I: Revue bibliographique	
1-1 Présentation générale des légumineuses	3
1-2 Famille des Fabacée	4
1-3 Autres légumineuses d'importance	5
1-3-1 La lentille (<i>Lens culinaris</i> Medik).....	5
• Origine et historique.....	5
• Description de la plante	5
• Position systématique du <i>Lens Culinaris</i> Medik.....	6
1-3-2 Le pois chiche (<i>Cicer arietinum</i> L).....	8
• Origine et historique	8
• Description de la plante.....	9
• Classification systématique du <i>Cicer arietinum</i> L.....	10
1-4 Importance économique et intérêts agronomiques des espèces étudiée	11
1-4-1 La lentille (<i>Lens culinaris</i> Medik).....	11
• Intérêt économique	11
• Intérêt agronomique	12
• Intérêt nutritionnel.....	12
1-4-2 Le pois chiche (<i>Cicer arietinum</i> L.....	13
• Intérêt économique.....	13
• Intérêt agronomique.....	13
• Intérêt nutritionnel	14
1-5 caractéristiques cytogénétiques	15
1-4-1 Critères d'identification des chromosomes	15
1-4-2 Chromosomes B	16
Chapitre II : Matériel et méthode	
2-1 Matériel	18
2-2 Méthodes utilisées	19

2-2-1 Germination	20
2-2-2 Prélèvement.....	20
2-2-3-Prétraitement.....	20
2-2-4- Fixation	20
2-2-5- Stockage	21
2-2-6- Hydrolyse.....	21
2-2-7- Coloration.....	21
2-2-8- Ecrasement.....	21
2-2-9- Observation et Photographie.....	21

Chapitre III : Résultats et discussion

3-1 Résultats Lentille.....	22
3-1-1 La lentille (<i>Lens culinaris</i> Medik).....	22
3-1-1-1 variétés Syrie 229.....	22
3-1-1-2 variétés Metropol.....	24
3-1-1-3 variété Flip 90-31.....	26
3-2 Discussion.....	28
3-3- Résultats Pois chiche.....	31
3-3-1 Le pois chiche (<i>Cicer arietinum</i> L.).....	31
3-3-1-1 Variété Flip.....	31
3-3-1-2 Variété Ghab 5.....	33
3-4 Discussion.....	35
Conclusion et perspectives.....	39
Références bibliographiques.....	41
Annexe.....	49

Liste des figures :

- **Figure 01** : Description de la plante de la Lentille..... 06
- **Figure 02** : Diverses variétés de lentilles..... 08
- **Figure 03** : Description de la plante du pois chiche..... 10
- **Figure 04** : Les graines des variétés étudiées (*Lens culinaris*Medik.)..... 19
- **Figure 05** : Les graines des variétés étudiées (*Cicer arietinum*L.)..... 19
- **Figure 06** :Caryotype de l'espèce *Lens culinaris*Medik. (**variété Syrie 229**)..... 23
- **Figure 07** :Caryotype de l'espèce *Lens culinaris*Medik. (**variété Metropol**)..... 25
- **Figure 08** :Caryotype de l'espèce *Lens culinaris*Medik. (**variété Flip 90-31**)..... 27
- **Figure09**: Représentation des idiogrammes des trois variétés du *Lens culinaris*Medik..... 31
- **Figure 10** :Caryotype de l'espèce *Cicer arietinum* L. (**variété Flip**)..... 32
- **Figure 11** :Caryotype de l'espèce *Cicer arietinum* L. (**variété Ghab 5**)..... 34
- **Figure 12** : Représentation des idiogrammes des deux variétés du *Cicer arietinum*L..... 37

Liste des tableaux :

- **Tableau 01** : Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de lentilles cuites..... **13**
- **Tableau 02**: Rendement et production mondiale du pois chiche en comparaison avec d'autres cultures..... **13**
- **Tableau 03** :Composition chimique des grains de pois chiche en comparaison avec quelques légumineuses alimentaires et le blé (pour 100g de Ms..... **14**
- **Tableau 04**: Nomenclature chromosomique proposée par **Levan. A**..... **16**
- **Tableau. 05**: Liste des espèces et des variétés introduites dans une étude cytogénétique..... **18**
- **Tableau 06** : Données morphométriques de la variété **Syrie**..... **24**
- **Tableau 07** : Données morphométriques de la variété **Metropole**..... **26**
- **Tableau. 08** : données morphométrique de la variété **Flip 90-31**..... **28**
- **Tableau 09** : Données morphométrique de la variété **Flip**..... **33**
- **Tableau 10** : Données morphométrique de la variété **Ghab 5**..... **35**
- **Tableau 11** : Comparaison entre les deux espèces *lens culinaris* Medik, et *Cicer arietinum* L..... **40**

INTRODUCTION

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 674 genres et plus de 18000 espèces se répartissant en trois familles : *Mimosiddeae*, *Caesalpinoideae* et *Papilionoideae* (ou *Fabaceae*). (**Polhill et col., 1981**).

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, le 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, 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. Cette plante (*Lens culinaris* Medik) ($2n=2x=14$ chromosome) 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 ; Staginuss 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**). Le pois chiche *Cicer arietinum* L. ($2n=2x=16$ chromosome) est une autre légumineuse annuelle et auto fécondée qui produit des graines de grandes dimensions.

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 sommes intéressés à l'étude comparative caryomorphologique de cinq variétés appartenant à deux espèces légumineuses différentes: la lentille (*Lens culinaris* Medik, $2n=2x=14$) et le pois chiche (*Cicer arietinum* L., $2n=2x=16$), dévoilées par la technique de coloration classique.

Il s'agit de mettre en évidence :

- L'identification des chromosomes et 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

Chapitre I: Revue bibliographique

1-1 Présentation générale des légumineuses

La famille des Légumineuses est une des plus importantes 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.

Les légumineuses occupent la deuxième place, après les céréales, pour les terres cultivées et la production. En 2004, plus de 300 millions de tonnes de légumineuses à graines ont été produites sur une superficie de 190 millions d'hectares, soit 13% des terres cultivées (**FAO 2006**).

En Europe, en 2000, 4% des surfaces cultivables sont occupés par les légumineuses à graines, principalement du pois chiche (43%) et du soja (18%). L'Union Européenne est le premier producteur mondial de Pois chiche (3,1 Mt de Pois chiche en 2000, soit environ le tiers de la production mondiale) pour la nourriture animale essentiellement. Les légumineuses fourragères sont une autre source de protéines pour l'alimentation du bétail (luzerne, trèfle) soit sous la forme de foin ou bien consommées dans les prairies ou les parcours. Les principales espèces fourragères cultivées sont la luzerne et le trèfle blanc, puis le trèfle violet, puis loin derrière: le lotier, le sainfoin et le trèfle incarnat. En 2003, les surfaces de luzerne cultivée en pur étaient de 320 000 ha dont environ 100 000 ha pour la déshydratation. Les prairies et cultures fourragères représentent 45% de la surface agricole cultivée (**Huygue 2005**).

La famille des légumineuses est très diverse avec trois sous familles: Mimosoideae, Caesalpinioideae, et Papilionoideae (**Doyle et Luckow 2003**) et compte environ 20.000 espèces (**Geptset et al. 2005**). La sous famille des Papilionoideae regroupe les espèces cultivées les plus importantes économiquement: le soja (*Glycine max*, $2n = 4x = 40$), le haricot (*Phaseolus vulgaris*, $2n = 2x = 22$), le pois (*Pisum sativum*, $2n = 2x = 14$), la luzerne (*Medicago sativa*, $2n = 4x = 32$), l'arachide (*Arachis hypogaea*, $2n = 4x = 40$), le pois chiche (*Cicer arietinum*, $2n = 2x = 16$), et la fève (*Vicia faba*, $2n = 2x = 16$). Ces légumineuses cultivées forment deux groupes appelés Galegoïdes et Phaseoloïdes (Figure 1), à l'exception de l'arachide qui appartient au groupe des Aeschynomeneae (**Broughton et al. 2003**).

Les légumineuses sont cultivées principalement comme source de protéines pour la consommation humaine (haricot, pois, fève,...) ou l'alimentation animale (soja,

luzerne,...) grâce à la fixation symbiotique de l'azote. Elles sont aussi une source importante d'huiles végétales (arachide) et de bois de qualité (bois de rose, ébène).

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 et 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 col., 1981**).

Les légumineuses à graines constituent toujours une part importante de l'alimentation mondiale, 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*.Medik) et la Fève (*Vicia faba*) dans le bassin méditerranéen, le Soja (*Glycine max*) en Asie sans oublier l'Arachide (*Arachi shypogea*) et le Pois (*Pisum sativum*) dans le monde entier.

Les graines de légumineuses sont plus riches en protéines (elles contiennent généralement 20-30% de protéines)et moins riches en glucides que celles de céréales, on distingue les espèces à graines riches en protéines et en huile, sans amidon, classées comme oléagineux (soja, arachide) et les espèces à graines riches en protéines, classées comme protéagineux (pois, féverole) ou légumes secs (haricot, lentille, pois chiche).

Cependant, les légumineuses jouent un rôle important dans les écosystèmes naturels, en agriculture et en agroforesterie. Leur capacité à établir des symbioses avec les bactéries du genre *Rhizobium* leur permet de produire de grandes quantités d'ammonium (**Djbali, 2008**).

1-2 Famille des Fabacées

Anciennement connu sous l'appellation de légumineuses, La famille des Fabacées est considérée après les Astéracées- comme étant la seconde famille des Eudicots. Cette famille regroupe des plantes dicotylédones à intérêt économique mondiale, des espèces alimentaires, fourragères et ornementales. Dans d'autres citations, la notion de superfamille est remplacée par celle d'« ordre », par conséquent l'ordre de légumineuses se répartit en trois familles : les Mimosacées, les Césalpiniacées et les Fabacées, dont la plupart sont des espèces fixatrices d'azote et qui ont une importance sur le plan économique (**Hopkins, 2003**).

Les *Caesalpinioidea* 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 *Mimosoidea* sont constituées de 62 genres, dont 2500 espèces sont présentes

principalement dans les forêts tropicales et subtropicales avec notamment les genres *Acacia* et *Albizia*. 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)

Les *Papilionoideae* ont 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).

Les Fabacées constituent la troisième famille des angiospermes, elles ont une distribution quasi cosmopolite et se trouvent dans les zones tropicales, subtropicales ou tempérées, Cette famille s'accommode d'une très large gamme d'habitats, et inclut autant de plantes herbacées, aquatiques ou xérophytes, que des arbustes, des arbres ou des plantes grimpantes à lianes volubiles ou à vrilles (Heywood, V.H, 1996)

1-3 Autres légumineuses d'importance

1-3-1 La lentille (*Lens culinaris* Medik.)

- **Origine et historique**

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 Agriculture and Food, 2000).

- **Description de la plante de Lentille (*Lens culinaris* Medik.)**

C'est une plante herbacée annuelle diploïde ($2n=14$). La tige de la lentille est mince, atteints rarement plus de 45 cm de hauteur et à une croissance indéfinie, les deux premiers nœuds de la tige sont vestigiaux et se situent au niveau du sol ou sous la surface (Saskatchewan Pulse Growers, 2000).

Les feuilles sont pennées et comportent jusqu'à 10 paires de folioles très étroites terminées en vrilles. La première fleur de la tige principale est située à l'aisselle du 11e, 12e, ou

13e nœud et sont de couleur blanchâtres veinées du violet ; (**Vandenberg et Slinkard, 1990**).

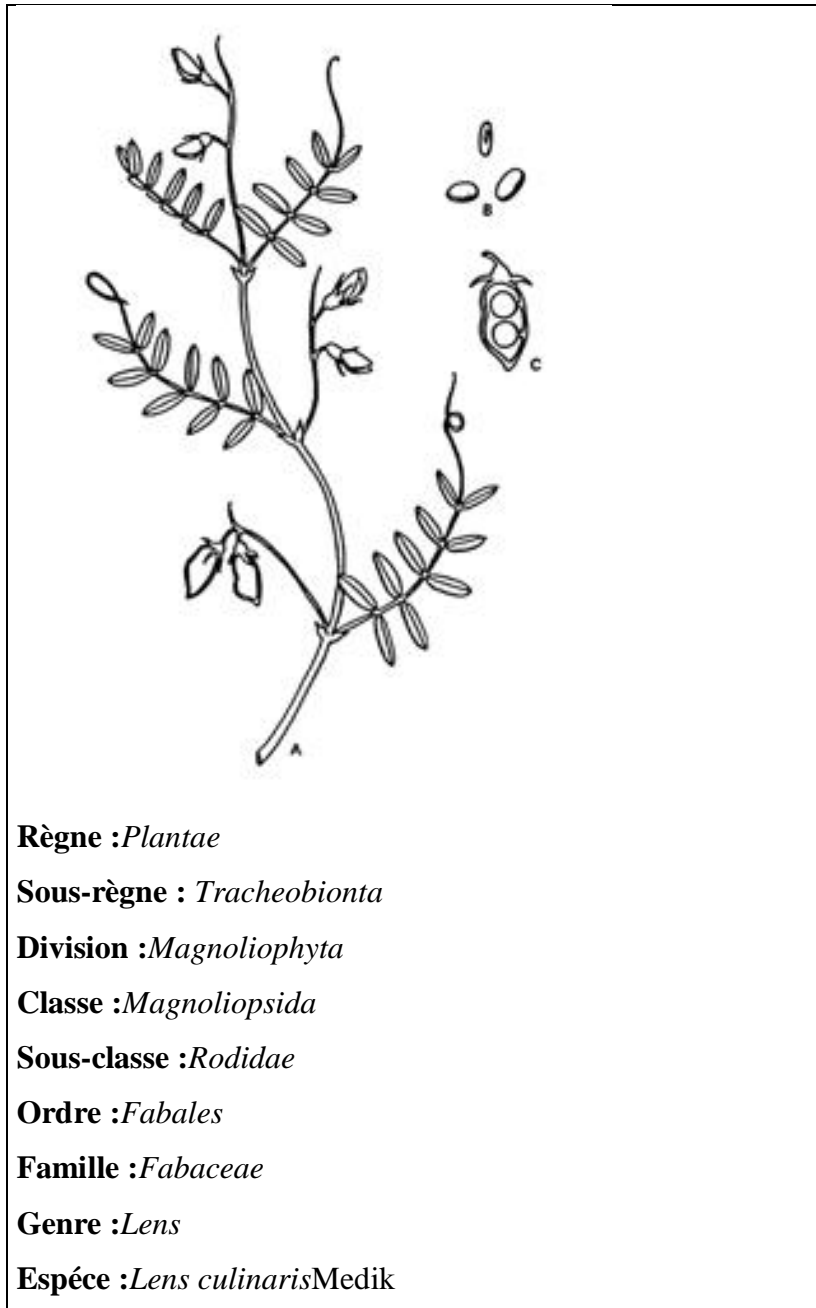
Les gousses, aplaties, sont isolées ou disposées en paires et apparaissent à l'aisselle du 11e, 12e, ou 13e nœud et des nœuds suivants. Chaque gousse possède un court pédicelle et renferme une ou deux petites graines en forme de loupes. La couleur du tégument séminal est variable, allant du blanc (absence de tannins) à la verte pale, au gris, au brun et au noir, et porte souvent des mouchetures violacées de grandeur variable (**Vandenberg et Slinkard, 1990**).

Le poids de 1000 graines varie de 30 à 70 grammes chez les cultivars canadiens, mais il est bien inférieur chez les cultivars indiens et chez la forme sauvage de l'espèce. (**Vandenberg et Slinkard, 1990**).



Figure 01 : Description de la plante de la Lentille

- **Position systématique du *Lens Culinaris* Medik.**



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* Medik:** 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 6mm), tandis que le groupe *microsperma* (diamètre inférieur à 6mm) domine en Asie, en Egypte, en Ethiopie (Brink et belay, 2006).



Figure 02. Diverses variétés de lentilles

1-3-2 Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.)

- **Origines et historiques**

Des restes carbonisés découverts au Proche-Orient indiquent que le pois chiche était cultivé au VII^e millénaire avant notre ère avec les céréales, le pois et la lentille. On a longtemps cru que le pois chiche venait du sud-ouest asiatique, mais la découverte relativement récente d'un de ses ancêtres sauvages (*Cicer reticulatum*) en Turquie a permis de déterminer qu'il était originaire du Proche-Orient et qu'il y était consommé il y a des milliers d'années (Ladizinski, 1987).

De là, il s'est rapidement établi en Inde où il est devenu la principale légumineuse et la base de l'alimentation des Indiens. Les variétés que l'on cultive dans ce pays, de même que dans le reste de l'Asie, dans certaines parties de l'Afrique et en Australie, sont de type desi, à grains noirs ou bruns qui sont au moins trois ou quatre fois plus petits que les grains de type kabuli que l'on cultive et consomme en Europe et en Amérique.

On croit que les Phéniciens auraient amené le pois chiche vers l'Ouest, l'introduisant en Espagne où il sera rapidement adopté. Lors de la conquête, il fera son entrée en Amérique centrale et en Amérique du Sud et, plus tard, dans l'ouest des États-Unis. (Anonyme a. 01/062015).

Les données archéologiques rapportent que des graines cultivées de cette espèce ont été trouvées à Ramad, près de Damas, et Jéricho, respectivement depuis l'année 9 200 et 8 500

ans A.J.C. l'expansion de cette culture a été rapide dans la région méditerranéenne (**Ladizinski, 1987**).

Davis (1969) et **Ladizinsky (1975)** ont découvert deux espèces sauvages au Sud Est de la Turquie et les ont dénommées respectivement *Cicer echinospernum* Davis, et *Cicer reticulatum* Ladiz. Ces deux espèces ne diffèrent pas beaucoup de l'espèce cultivé *Cicer arietinum* L., et ont en communs avec elle, de caractères morphologiques. **Ladizinsky (1989)**, a indiqué que *Cicer reticulatum* Ladiz, à $2n = 2x = 16$, est identifié par des analyses des protéines et des enzymes, comme étant l'ancêtre spontané du pois chiche.

La culture de pois chiche a été propagée avec le groupe fondateur d'agriculture de croissant fertile vers l'Europe et l'Asie de l'Ouest depuis 5500 avant JC (**Harris, 1998 ; Harlant, 1992**). Il a été disséminé depuis ce temps pour devenir une culture importante des environnements subtropicaux et la région méditerranéenne (**Muehlbauer et Rajesh, 2008 ; Kumar et Abbo, 2001 ; Zohary et Hopf, 2000**). Le pois chiche a été transféré vers les deux Amériques par les espagnols et les portugais (**Muehlbauer et Rajesh, 2008**).

- **Description de la plante de pois chiche**

C'est une plante haute de 20 à 50 cm, à port dressé, cultivée pour ses graines rondes contenues au nombre de 1 ou 2 dans des gousses (**Anonyme c., 2004**)

Le semis du pois chiche se fait dans la région Nord méditerranéenne au printemps, les besoins en humidité dans le sol de la plante sont de 15-40% pendant la germination et le développement de la graine, l'humidité excessive du sol à la floraison réduit le rendement en grain (**Wery et al, 1994**).

Le *Cicer arietinum* est la seule espèce annuelle cultivée (**Summerfield et al, 1984 ; 1984 ; Van Der Maesen, 1987 ; Giller. , 2001**).

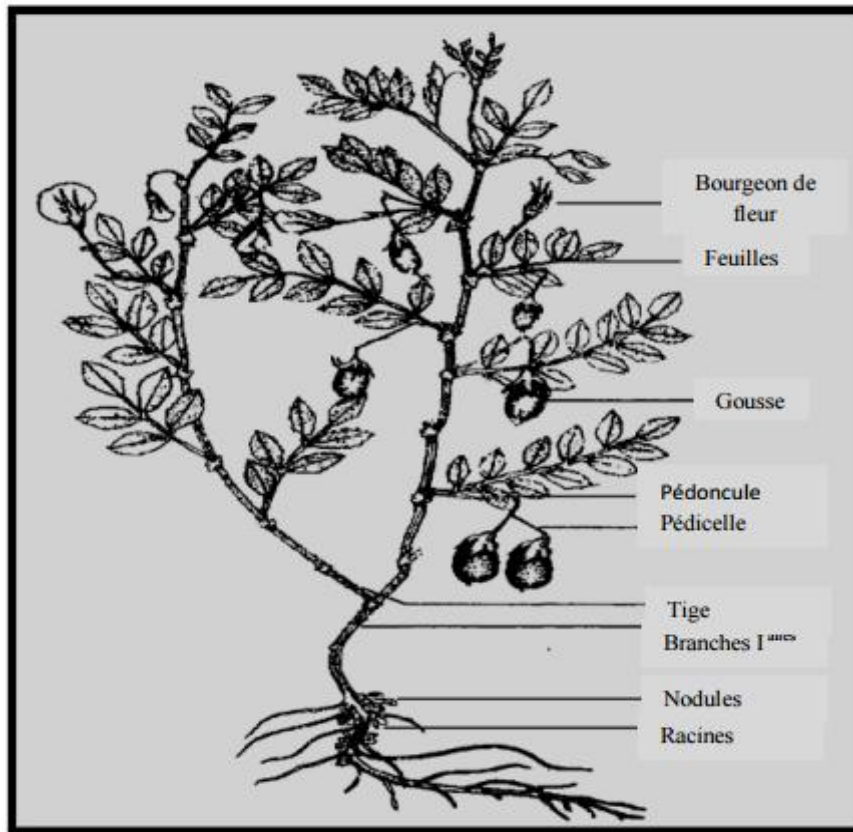
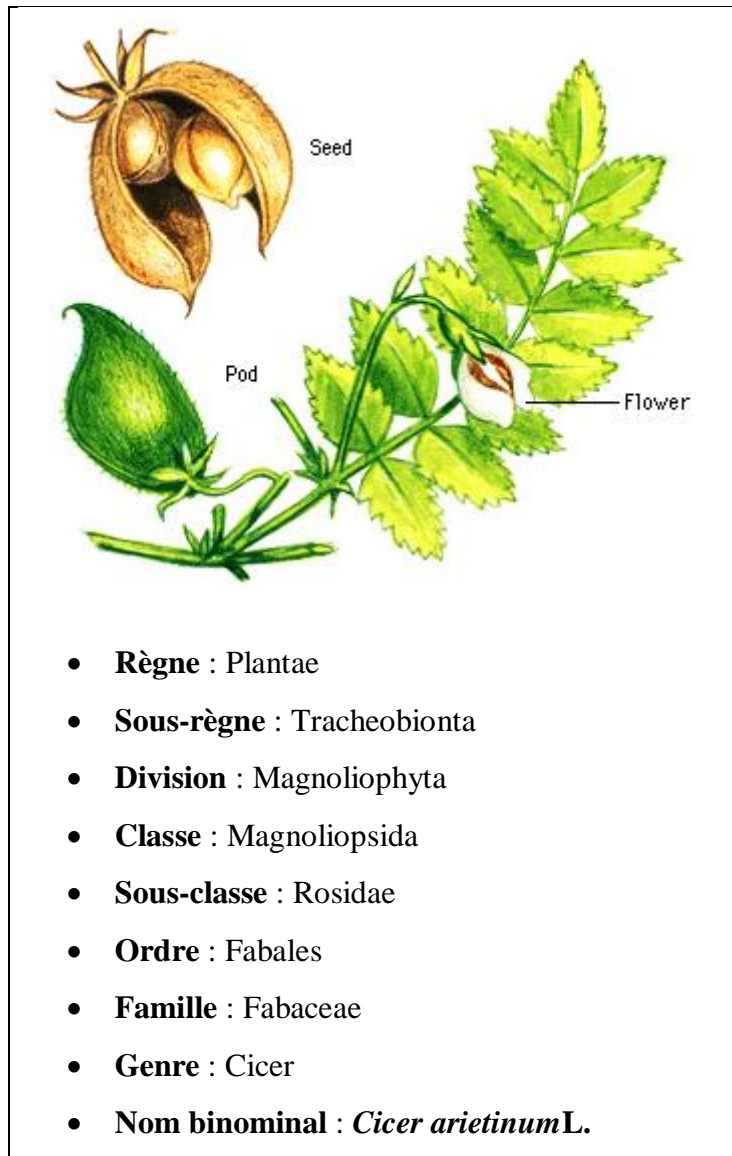


Figure 03 : Description de la plante du pois chiche (Singh et Diwakar, 1995)

- **Classification taxonomique du *Cicer arietinum* L.**

Le genre *Cicer* L. comptant 44 espèces (Yadav et al., 2007), 9 espèces annuelle et 35 espèces pérennes. Ces espèces sont divisées en 04 section : Monocicer, Chamaecicer, Polycicer et acanthocicer (Van Der Maesen, 1987 ; Valcilova et al., 2002). Le pois chiche appartient au genre *Cicer* à la classe des dicotylédones, à la sous-classe des dialypétales, l'ordre des rosales, famille de Fabaceae, la sous-famille des Papilionaceae, Règne : Plante et à la section Monocicer (Bock, 2009 ; Yadav et al., 2007 ; Staginnus et al., 1999 ; Singh et Diwakar, 1995 ; Moreno et Cubero, 1978).



1-4 Importance économique et intérêts agronomiques des espèces étudiées :

1-4-1 La lentille (*Lens culinaris* Medik)

- **Intérêt économique**

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 1597400 ha). 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 (Mustapha B., 2011).

- **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.

- **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, une forte teneur en protéines végétales (environ 24% crues et 8% cuites) en font un plat complet pour un dîner végétarien.

Leur aminogramme (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.

Il est aussi riche 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. Une forte 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. (Anonyme b. 2013).

Tableau 01 : Valeur nutritionnelle moyenne pour 100g de lentilles cuites (**Ciquel 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		

1-4-2 Le pois chiche

- **Intérêt économique**

Les légumineuses alimentaires constituent un composant important du régime alimentaire, spécialement dans les pays sous-développés ou elles représentent environ 90% de la consommation globale (**Hassane, 2006**).

Tableau 02 : Rendement et production mondiale du pois chiche en comparaison avec d'autres cultures (campagne 2004-2005) (**FAO, 2005**).

Cultures	Rendement (Kg/ha)	Production (Mt)
Maïs	4.707	692.034.184
Blé	2.898	626.466.585
Riz	4.004	614.654.895
Soja	2.292	209.531.558
Arachides	1.447	36.462.147
Petit pois	1.757	20.721.735
Pois chiche	0.818	9.172.530
Lentille	1.007	4.031.837

- **Intérêt agronomique**

La capacité symbiotique que possède le pois chiche d'utiliser l'azote atmosphérique pour sa croissance, leur rend comme culture préférable de l'agriculture durable en réduisant la dépendance au fertilisant azoté (**Babar et al., 2009 ; Khan et al., 2009 ; Hassan,**

2006 ;Flandez-Galvez et al., 2003). Il a été également rapporté que cette culture réduit l'inoculum potentiel des maladies racinaires d'origine tellurique (Flandez-Galvez et al., 2003).

- **Intérêt nutritionnels**

Le pois chiche a une importance économique significative. Ces pailles ont une valeur de fourrage en comparaison avec les autres pailles communément utilisées pour l'alimentation des bétail (Rekha et Thiruvengadam, 2009 ; Malhotra et al., 2000).

Le pois chiche constitue une source très importante de protéines végétales qui peuvent corriger le déficit en protéines animales (Ben Mbarek et al., 2009 ; Rekha et Thiruvengadam, 2009 ; chérif et al., 2007 ; Hassan, 2006 ; Singh et Singh, 1992).

Cette plante est également une source qualifiée d'excellente à bonne, des minéraux et vitamines suivants : Cuivre, phosphore, fer, zinc, magnésium, potassium, sélénium. Vitamine B9 (acide folique), B1, B2, B6, un apport nutritionnel riche en protéines, vitamines, minéraux, et fibre.

Il est favorable à la santé cardiovasculaire, notamment en diminuant le taux de mauvais cholestérol sanguin, Il favorise également l'augmentation des bifidobactéries présentes dans le gros intestin, ce qui est bénéfique à l'ensemble de la flore intestinale (Anonyme c 02/06/2015).

Tableau 03 : Composition chimique des grains de pois chiche en comparaison avec quelques légumineuses alimentaires et le blé (pour 100g de Ms) (Aykroyd et Doughty, 1982)

Espèces	Fève	Lentille	Pois chiche	Pois	Blé
Calories (g)	343	346	358	330	370
Protéines (g)	23.4	24.2	20.1	22.2	13
Matière gras (g)	2	1.8	4.5	1.4	2
Glucides (g)	6.2	60.8	61.5	60.1	68
Celluloses (g)	7.8	3.1	2.5	2.7	2.5
Calcium (g)	90	56	149	70	60
Fer (mg)	3.6	6.1	7	4.3	1
Thiamine (mg)	0.54	0.5	0.4	0.72	0.13
Riboflavine (mg)	0.29	0.21	0.18	0.15	0.04
Vit C (mg)	4	3	5	4	-----

Le pois chiche est une bonne source de carbohydrates et de protéines qui constituent ensemble environ 80% du poids sec de la graine. L'amidon est le principal carbohydrate chez le pois chiche, il contient aussi une quantité considérable en acide gras. Les triglycérides et les phospholipides sont des composants prédominants des lipides chez le pois chiche (Singh, 1985). Les acides gras majeurs chez le pois chiche sont les acides : linoléique, oléique et palmitique (Ling et Robinson, 1976).

1-5 Caractéristiques cytogénétiques

1-5-1 critères d'identification 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 (Harll et 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 en 1960 à Denver. A cette occasion, deux formules pour localiser le centromère ont été adoptées :

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

Plus tard, trois auteurs suédois (Levan A. et Freda K. 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 Freda K. (1964) conseillent pour déterminer le type chromosomique d'indiquer en outre la différence entre les longueurs des bras longs et des bras courts : $d = BL - BC$ (Siljak yakovlov S. et Cartier D. 1986).

Ainsi, on peut distinguer six types morphologiques de chromosomes (**tableau 04**).

- **Chromosome métacentrique (m)** : le centromère est positionné médiane, et la valeur du rapport BL/BC est comprise entre 1 et 1.7. on parle de **métacentrique 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 terminale 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 **chromosometélocentrique (T)** (Khlfallah N. 1990).

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

Tableau 04: Nomenclature chromosomique proposée par **Levan A. et al. (1964)**

Position du centromère	D	r	I.C	Type chromosomique	
Position médiane	0.00	1.00	50.00	Métacentriquesensustricto	M
X	0.00-2.50	1.0-1.70	50.00-37.50	Métacentriquesensu largo	m
Région submédiane	2.50-5.00	1.70-3.00	37.50-25.00	Submétacentrique	sm
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

1-4-2 les chromosomes B

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).

CHAPITRE II :
MATÉRIELS ET MÉTHODE

Chapitre II : Matériel et méthode

2-1 Matériel

Notre étude porte sur un matériel végétale comporte cinq variétés appartenant à deux espèces différentes: *Lens culinaris* Medik (2n= 2x= 14) et *Cicer arietinum* L. (2n= 2x= 16). Ces variétés sont fournies par l'institut technique de grandes cultures (I.T.G.C) d'Elkhroub et I.T.G.C de Sétif. Les caractéristiques de chaque variété et son origine sont décrites dans le tableau suivant :

Tableau. 05 : Liste des espèces et des variétés introduites dans une étude cytogénétique.

espèces	Variétés	Garniture chromo	G	Pedigree	origine	source	Caractéristiques
<i>Lens culinaris</i> Medik.	Syrie 229	2n=2x=14	F5	/	Sélection locale sur population introduite, Syrie.	I.T.G.C El Khroub	- Semi-érigé - Précoce - Vigoureuse - Tres bonne qualité culinaire
	Metropol		F5	/	Isolé en 1942, France	I.T.G.C El Khroub	-Dressé - Demi-Précoce - Vigoureuse -Tresbonne qualité culinaire
	Flip 90-31		F6	/	Issu du programme international des legumineuses alimentaires de l'ICARDA en Syrie	I.T.G.C El Khroub	- Excellent rendement - Bonne qualité culinaire.
<i>Cicer arietinum</i> L.	Flip	2n=2x=16	F5	/	Issu du programme international des legumineuses alimentaires de l'ICARDA en Syrie	I.T.G.C Setif	-Bon rendement -Supporte le froid -Résistanceaux maladies
	Ghab 5		F5	/	Turquie introduite en Syrie	I.T.G.C Setif	-Erigé - Précoce - Vigoureuse

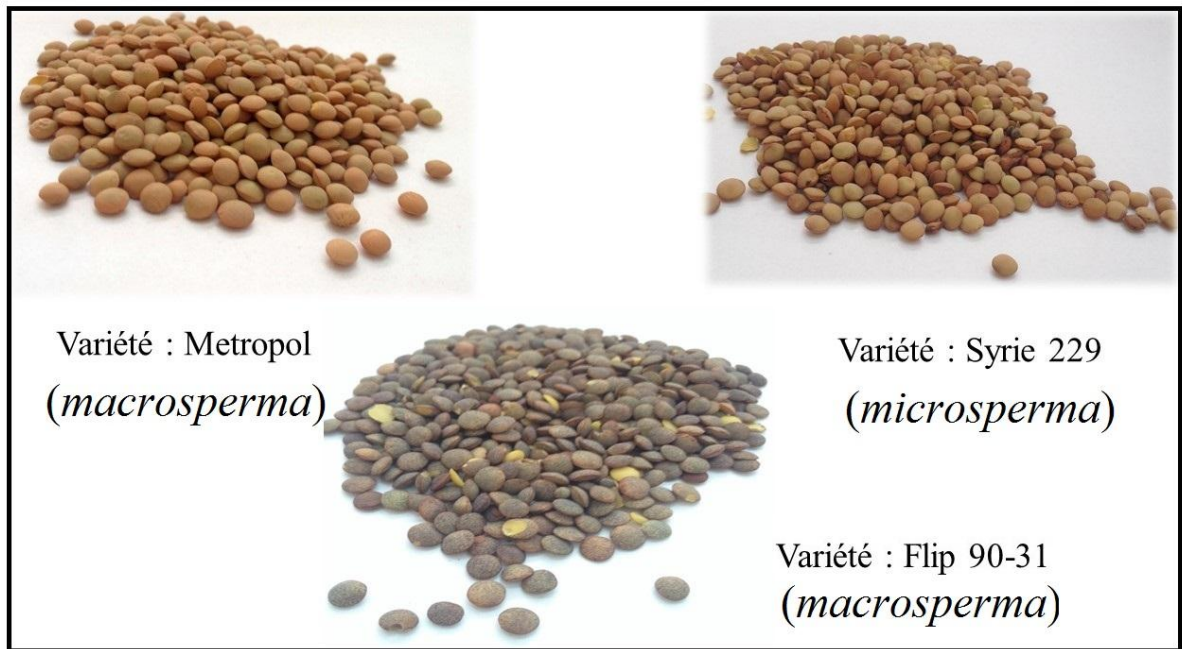


Figure 04 :Les graines des variétés étudiées (*Lens culinaris* Medik.)

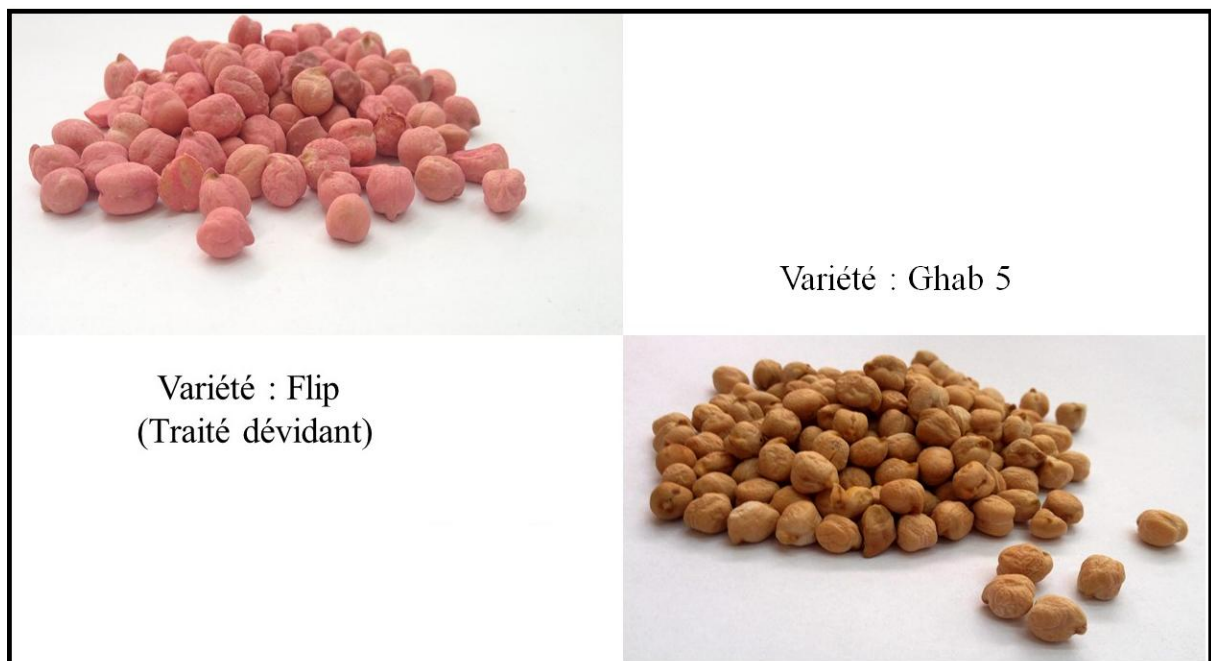


Figure 05: Les graines des variétés étudiées (*Cicer arietinum* L.)

2-2 Méthode utilisée

Nous avons utilisé la technique de coloration classique décrite par **Shafique et al. (1992)**, elle a pour objectif la réalisation de préparations chromosomiques qui permettent de dénombrer les chromosomes et d'étudier leur morphologie pour l'établissement de caryotypes. Cette méthode comporte les étapes suivantes :

2-1 Germination

Les graines du *Lens culinaris* Mediket *Cicer arietinum* L. sont scarifiées et ensemencées après leur désinfection dans l'eau de javel diluée à 50% pendant 5-7 minutes, suivie d'un rinçage à l'eau distillée de 10 minutes. Les graines sont mises à germer dans des boîtes de pétri, tapissées de papier filtre imbibé d'eau distillé dans la lumière et à température ambiante.

2-2 Prélèvement

Nous avons déterminé la période durant laquelle le coefficient mitotique est le plus élevé, il est situé entre 24h et 48h pour notre matériel où les racines atteignent une longueur de **0.5 à 1 cm**.

2-3 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 tels que ; **α a-bromonaphtalène, 8-hydroxyquinoleine**.

Nous avons effectué 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* : à une durée de 2h45 à 3h15
- *Cicer arietinum* : à une durée de 3h à 3h15.

2-4 Fixation

Le fixateur détruit 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.

2-5 Stockage

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

2-6 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 en mener a utilisé l'acide chlorhydrique l'HCl **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.
- ***Cicer arietinum* L.** : à une durée de 15 minutes.

2-7 Coloration

La coloration est réalisée par le réactif de **Shiff** 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.

2-8 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.

2-9 Observation et photographies

L'observation et la prise des photos des meilleurs **plaques métaphasiques** s'effectuent sous l'objectif **63** d'un photomicroscope de type **LEICA**.

CHAPITRE III :
RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

III-Résultats et discussion

3-1 Résultats Lentille

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

Rappelons que, nous avons appliqué la méthode de (Shafique et al. 1992) 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.
- Calcule 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=LTde 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; Cerbahlm1997).
- Le rapport entre la paire chromosomique la plus longue et celle la plus courte de la garniture chromosomique.

Les caryotypes des variétés (**Syrie 229, Metropole et Flip 90-31**) 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 06, Fig 07 et Fig 08**).

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

3-1-1-Variété Syrie 229

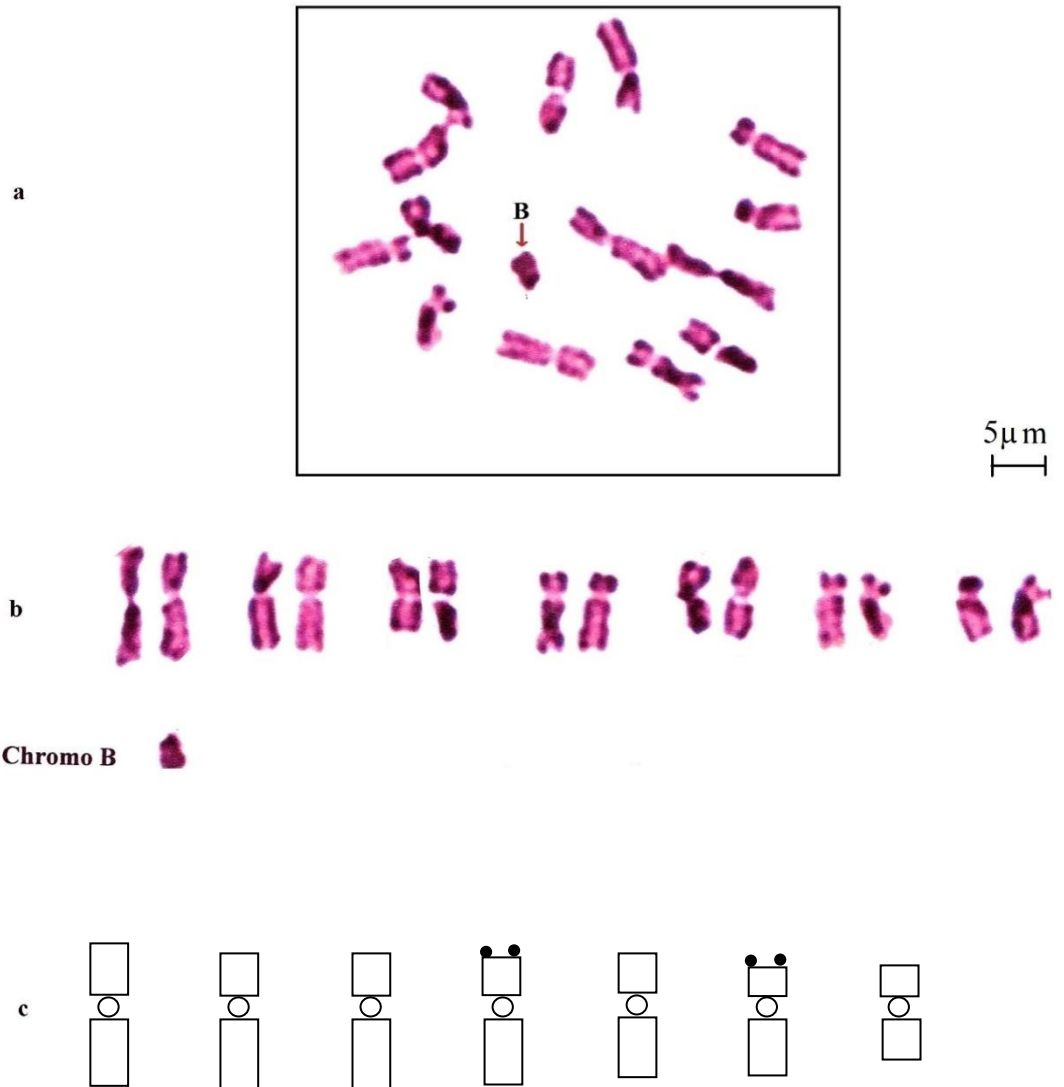


Figure 06: Caryotype de l'espèce *Lens culinaris* Medik. (variété Syrie 229)

a- Plaque météphasique

b- Caryogramme

c- Idiogramme

Tableau 06 : Données morphométriques de la variété Syrie 229 :

Chr	Types	LT (µm)	LR %	Bras long (µm)	Bras court(µm)	r (L/R)
1	m	5,11 (0,07)	5,56 (0,007)	2,88 (0,15)	2,22 (0,22)	0,49 (0,16)
2	m	4,85 (0,13)	5,29 (0,09)	3,02 (0,14)	1,83 (0,19)	0,54 (0,08)
3	sm	4,69 (0,2)	5,11 (0,18)	3,06 (0,25)	1,83 (0,19)	0,62 (0,08)
4*	sm	4,44 (0,04)	4,82 (0,08)	2,81 (0,12)	1,63 (0,12)	0,56 (0,06)
5	m	4,29 (0,11)	4,67 (0,14)	2,58 (0,21)	1,7 (0,24)	0,51 (0,11)
6*	sm	3,67 (0,2)	4,0 (0,18)	2,42 (0,29)	1,25 (0,17)	0,65 (0,14)
7	m	3,07 (0,3)	3,4 (0,29)	1,74 (0,16)	1,33 (0,14)	0,41 (0,01)

* = présence de satellites

I.a.s = 61.45 %

R = 2.44 µm

Le caryotype de la variété Syrie est caractérisé par la présence de Sept paire chromosomique (**Fig06**). Les calculs de l'indice centromérique (I.C) et le rapport des bras longs sur les bras courts (r) (Tableau 1) 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 télacentriques). Il s'agit des paires chromosomiques 1, 2, 5 et 7 qui sont métaphasique et les paires 3, 4 et 6 sont des sub-métacentrique.

- La longueur totale moyenne (LT) des chromosomes est comprise entre 5,11 et 3.07µm.
- Le rapport entre la longueur des bras longs et celle des bras courts (r) varie entre 0,65 et 0.41 µm.
- La longueur totale relative (LR) varie entre 5,56 et 3,4 µm.
- L'indice centromérique varie entre 34,05 et 43,52 %.
- Le rapport entre la paire chromosomiques la plus longue et celle la plus courte (**R**) est de 2.44 µm.
- Nous observons aussi, la présence des satellites situés au niveau des paires chromosomiques 4 et 6. Egalement, un chromosome B est mis en évidence.

3-1-1-2Variété Metropole

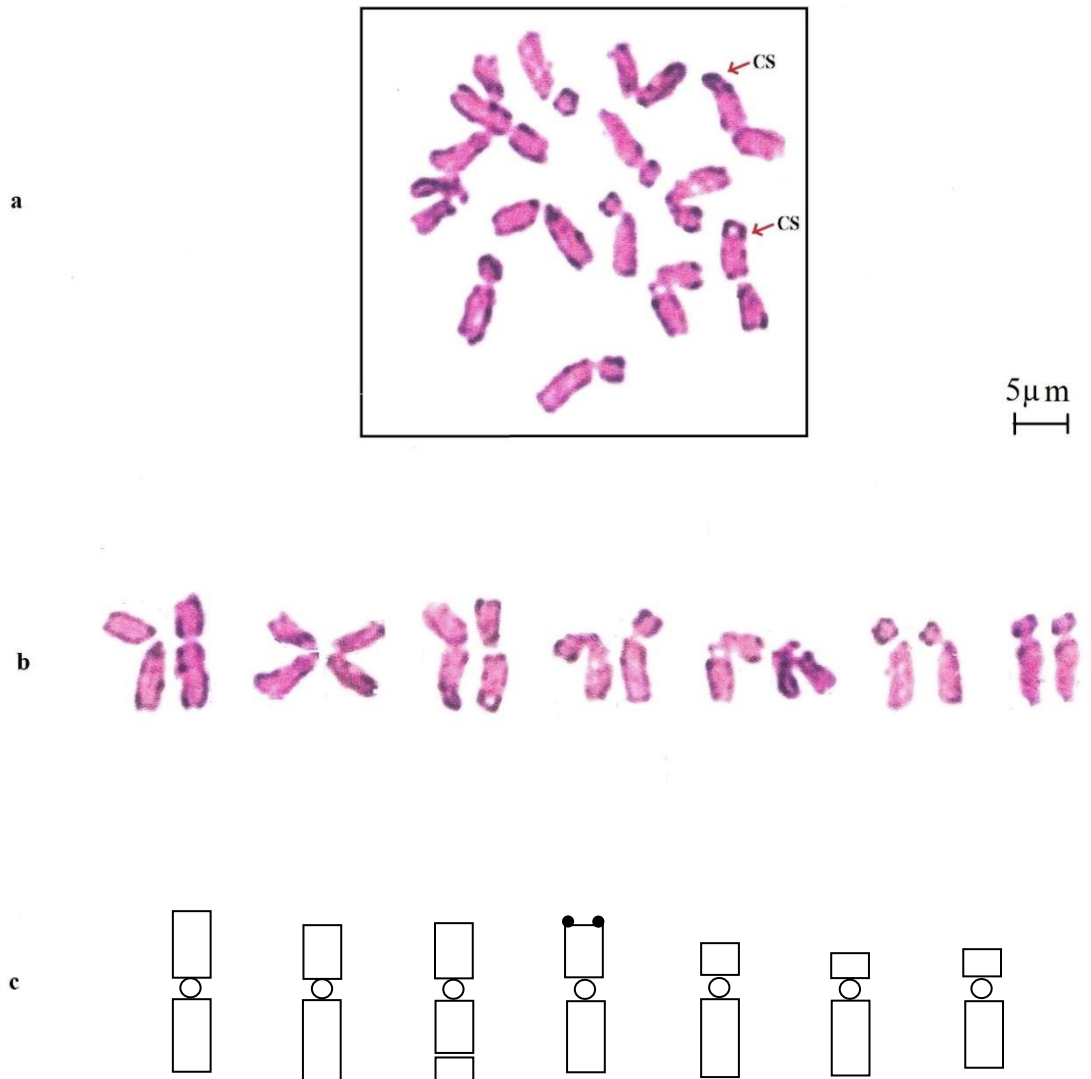


Figure 07: Caryotype de l'espèce *Lens culinaris* Medik. (**variété Metropol**)

a- Plaqué météphasique

b- Caryogramme

c- Idiogramme

Tableau 07 :Données morphométriques de la variété Metropole

Chr	Types	LT (μm)	LR %	Bras long (μm)	Bras court(μm)	r (L/R)
1	m	6,06 (0,09)	5,47 (0,08)	3,49 (0,31)	2,57 (0,23)	0,44 (0,08)
2	m	5,81 (0,21)	5,23 (0,06)	3,31 (0,14)	2,49 (0,21)	0,43 (0,04)
3	m	5,53 (0,15)	4,98 (0,04)	3,29 (0,07)	2,27 (0,22)	0,47 (0,06)
4*	m	5,39 (0,10)	4,80 (0,11)	2,99 (0,14)	2,33 (0,10)	0,41 (0,03)
5	sm	5,29 (0,24)	4,41 (0,07)	3,40 (0,16)	1,49 (0,11)	0,74 (0,07)
6	sm	4,41 (0,28)	3,96 (0,12)	2,60 (0,23)	1,80 (0,40)	0,51 (0,17)
7	sm	4,21 (0,22)	3,79 (0,09)	2,99 (0,21)	1,22 (0,02)	0,85 (0,04)

* = présence de satellites

L.a.s = 60.13 %

R = 1,43 μm

Chez cette variété, nous constatons la présence de sept paires chromosomiques (**Fig 07**).

La majorité des paires chromosomiques sont métacentrique à l'exception des paires : 5 et 7 qui sont sub-métacentriques.

- La longueur totale moyenne (LT) des chromosomes de cette variété est comprise entre 6,06 et 4,21.
- Le rapport entre la longueur des bras longs et celles des bras courts (r) varie entre 0.85 et 0.41.
- La longueur totale relative (LR) varie entre 5,47 et 3,79.
- L'indice centromérique varie entre 42,93 et 22,97.
- Le rapport entre la paire chromosomique la plus longue et celle la plus courte (R) est de 1,43.

3-1-1-3 Variété Flip 90-31

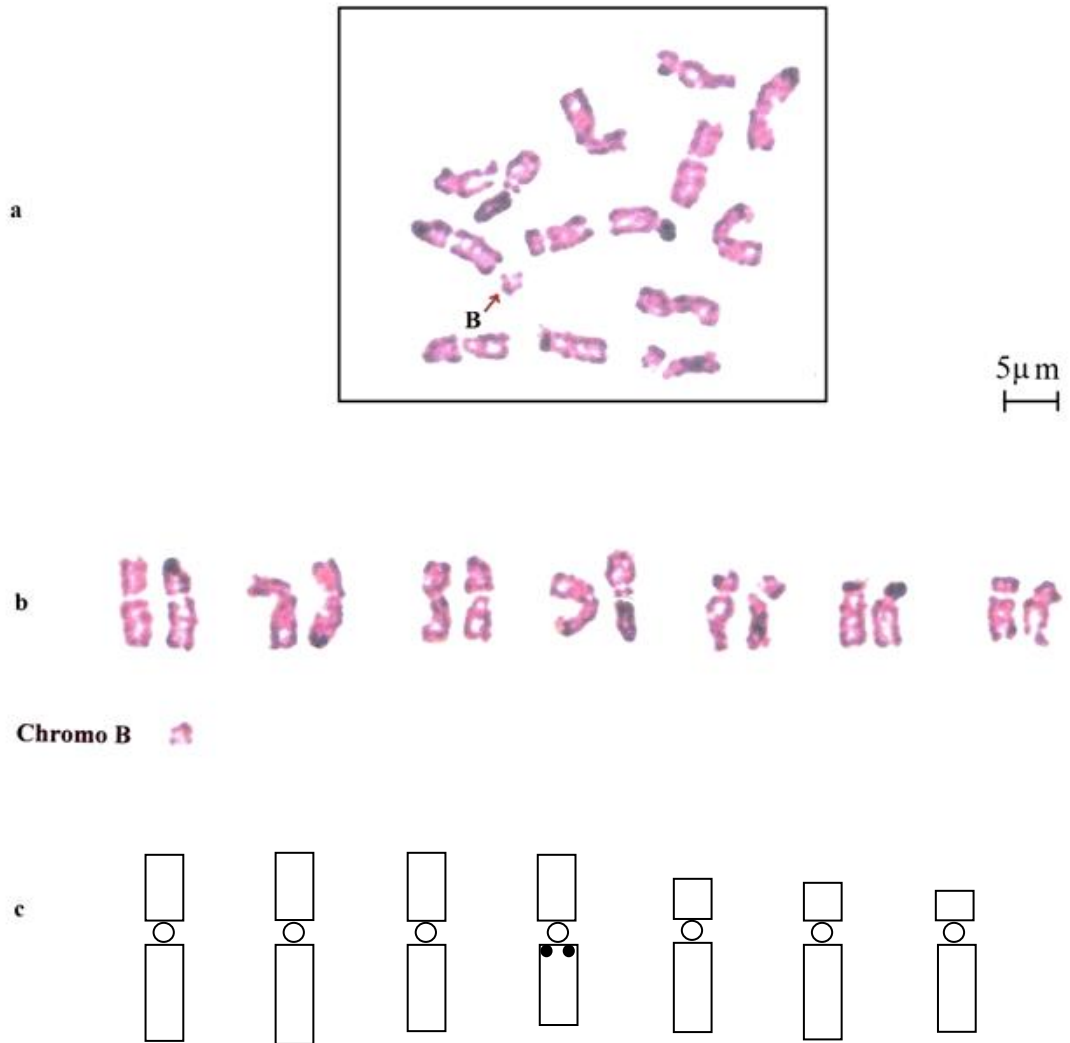


Figure 08: Caryotype de l'espèce *Lens culinaris* Medik. (variété Flip 90-31)

a- Plaque météphasique

b- Caryogramme

c- Idiogramme

Tableau.08 : données morphométrique de la variété **Flip 90-31** :

Chr	Types	LT (μm)	LR %	Bras long (μm)	Bras court(μm)	r (L/R)
1	m	6,96 (0,28)	5,39 (0,16)	4,27 (0,19)	2,91 (0,22)	0,48 (0,01)
2	m	6,94 (0,28)	5,22 (0,02)	4,14 (0,14)	2,79 (0,23)	0,48 (0,04)
3	m	6,66 (0,29)	5 (0,02)	3,71 (0,12)	2,94 (0,16)	0,41 (0,006)
*4	m	6,3 (0,18)	4,74 (0,16)	3,45 (0,04)	2,84 (0,15)	0,39 (0,01)
5	sm	5,61 (0,22)	4,22 (0,14)	3,86 (0,08)	1,74 (0,31)	0,74 (0,13)
6	sm	5,7 (0,24)	4,29 (0,09)	4,09 (0,05)	1,62 (0,18)	0,74 (0,07)
7	sm	5,02 (0,26)	3,75 (0,09)	3,74 (0,21)	1,27 (0,04)	0,95 (0,01)

* = présence de satellites

I.a.s = 63.11 %

R = 1,38 μm

Le caryotype de cette variété est caractérisé par la présence de 7 paire chromosomiques (**Fig 08**), quatre paires sont métacentriques (1, 2, 3, 4), et trois paires (5, 6, 7) sont sub-métacentriques.

- La longueur totale moyenne (LT) des chromosomes de cette variété est comprise entre 6.94 et 5.02.
- Le rapport entre la longueur des bras longs et celles des bras courts (r) varie entre 0,95 et 0,39.
- La longueur totale relative (LR) varie entre 5,39 et 3,75.
- L'indice centromérique varie entre 45,20 et 25,39.
- Le rapport entre la paire chromosomique la plus longue et celle la plus courte (R) est de 1,38 μm .
- Cette variété se caractérise par la présence deux satellites localisés au niveau de la paire chromosomiques 04-, ainsi que, la présence d'un **chromosome B**.

3-2 Discussion

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 (variétés **Syrie 229**) et macrosperma (variété **Metropol et Flip 90-31**)

La comparaison des idiogrammes obtenus lors de l'étude de trois variétés (**Syrie 229, Metropol et Flip 90-31**) révèle quelques différences remarquables pour la taille des chromosomes et la localisation des constructions secondaires : contrairement à la variété Syrir229, les variétés Métropol et Flip présentent une seule paire de satellites localisée sur le chromosome 4. La variété Metropole est la seule qui porte une constriction secondaire sur le chromosome 3 (bras long).

Egalement, les chromosomes B sont mis en évidence, uniquement, chez les variétés Syrie229 et Flip 90-31.

Si nous confrontons nos résultats à ceux d'autres auteurs, nous pouvons remarquer que les résultats obtenus chez *Lens culinaris* Medik. variétés (**Syrie229, Mitropole et Flip 90-31**) sont similaires à ceux trouvés par (**Gaffarzadeh et al.**

2007), concernant les types chromosomiques, mais avec des différences importantes dans la localisation et le nombre de satellites.

D'après (**Gaffarzadeh et al. 2007**), chez la lentille cultivée, quatre paires chromosomiques de types métacentriques et trois paires submétacentriques sont détectées, ce qui est notre cas (**Fig 07,Tabl**). Par contre, la localisation et le nombre de satellites observés sont différents. Ces auteurs ont pu mettre en évidence un satellite sur la paire n°4 (bras long proche au centromère) du *Lens culinaris* Medik. Dans notre cas, l'analyse caryologique des chromosomes de trois variétés, montre des variations dans la localisation et le nombre de satellites d'une variété à une autre. Nous avons pu détecter deux satellites dans les paires n°4 et n°6 (bras courts) de la variété **Syrie229**, une constriction secondaire dans la paire n°3 (bras long) et un satellite dans la paire n°4 (bras court) de la variété **Métropole**. Egalement, un autre satellite est détecté dans la paire n°4 de la variété **Flip19-31** (**Fig 06**).

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 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 submétacentriques 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 **Syrie 229** et **Flip19-31** (en nombre de 1), alors qu'ils sont absents dans leurs variétés étudiées.

D'après la littérature, la présence des chromosomes B (**Stebinn, 1971, Amirouche, 2007, Hammouda et Khalfallah, 2008 ; 2009**) jouent un rôle important dans l'adaptation du végétal aux conditions difficiles du milieu.

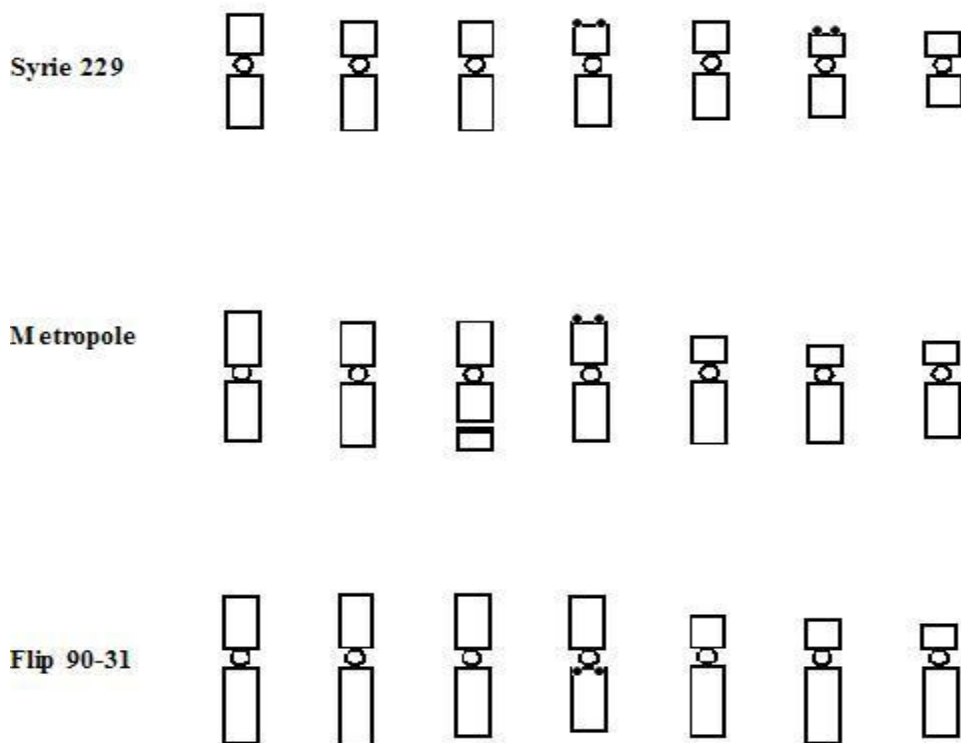


Figure 09 : Représentation des idiogrammes des trois variétés du *Lens culinaris* Medik. ; les satellites sont marqués en points noirs.

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 (**61,45 % Syrie, 60,13 %, Metropol, 63,11 % Flip**).

3-3 Résultats Pois chiche

3-3-1 Le pois chiche (*Cicer arietinum* L. $2n=2x=16$)

Rappelons que, nous avons appliqué la méthode de de **Ohri et al. 1991** pour l'espèce *Cicer arietinum* L. Nous avons par conséquent, suivi leurs recommandations, avec quelques modifications introduites dans l'étape hydrolyse.

Les caryotypes des variétés (**Flip et Ghab**) constituent, chacun, un génome qui regroupe 8 paires chromosomiques. Le nombre total des paires chromosomiques est de 8 paires dont quatre paires sont métacentriques et quatre paires sont submétacentriques (**Fig 10, Fig 11**).

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

3-3-1-1Variété Flip

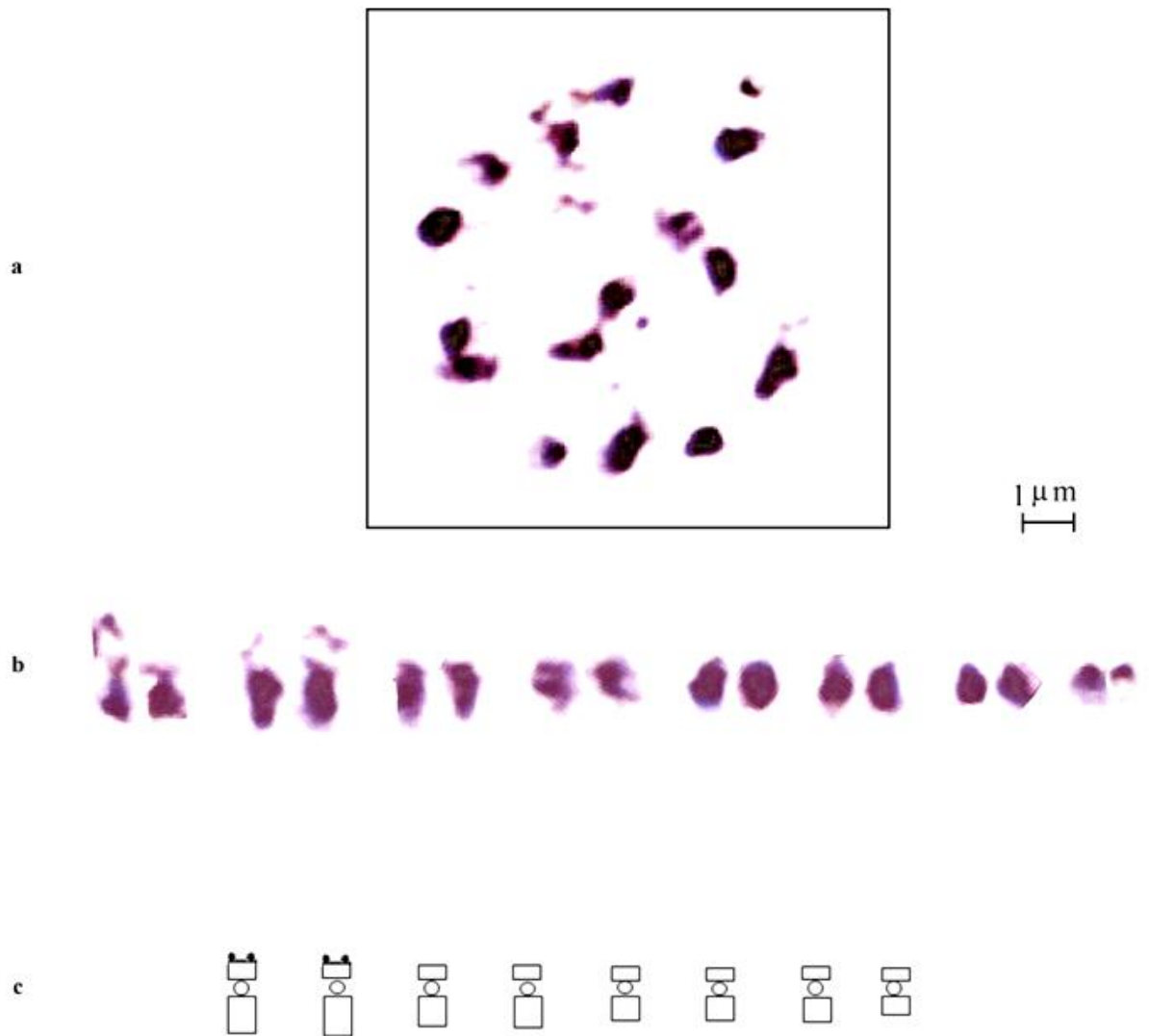


Figure 10: Caryotype de l'espèce *Cicer arietinum* L. (variété Flip) (Gx1750)
a- Plaques métaphasiques
b- Caryogramme
c- Idiogramme

Tableau 09 : Données morphométrique de la variété **Flip**

Chr	Types	LT (µm)	LR %	Bras long (µm)	Bras court(µm)	r (L/R)
*1	m	3.81 (0.01)	6.47 (0.01)	2.06 (0.04)	1.74 (0.06)	0.37 (0.02)
*2	m	3.16 (0.03)	5.37 (0.09)	1.80 (0.02)	1.36 (0.01)	0.41 (0.002)
3	m	2.18 (0.02)	3.71 (0.02)	1.30 (0.02)	0.86 (0.03)	0.48 (0.02)
4	sm	2.14 (0.03)	3.64 (0.03)	1.44 (0.05)	0.65 (0.006)	0.69 (0.01)
5	sm	2.01 (0.31)	3.43 (0.11)	1.36 (0.06)	0.64 (0.01)	0.66 (0.01)
6	sm	1.91 (0.003)	3.25 (0.02)	1.26 (0.009)	0.64 (0.01)	0.57 (0.02)
7	sm	1.68 (0.006)	2.87 (0.03)	1.11 (0.02)	0.62 (0.02)	0.54 (0.003)
8	m	1.67 (0.003)	2.88 (0.03)	0.94 (0.002)	0.68 (0.02)	0.43 (0.01)

* =présence de satellites

I.a.s = 60,72%

R = 2,28 µm

Le caryotype de cette variété est caractérisé par la présence de 08 paires chromosomiques, quatre paire sont métacentriques, et quatre sub-métacentrique.

- La longueur totale moyenne (LT) des chromosomes de cette variété est comprise entre 6,06 et 1,67.
- Le rapport entre la longueur des bras longs et celles des bras courts (r) varie entre 0,69 et 0,37.
- La longueur totale relative (LR) varie entre 6,47 et 2,87.
- L'indice centromérique varie entre 45,72 et 31,17.
- Le rapport entre la paire chromosomique la plus longue et celle la plus courte (R) est de 2,28.

3-3-1-2 Variété Ghab

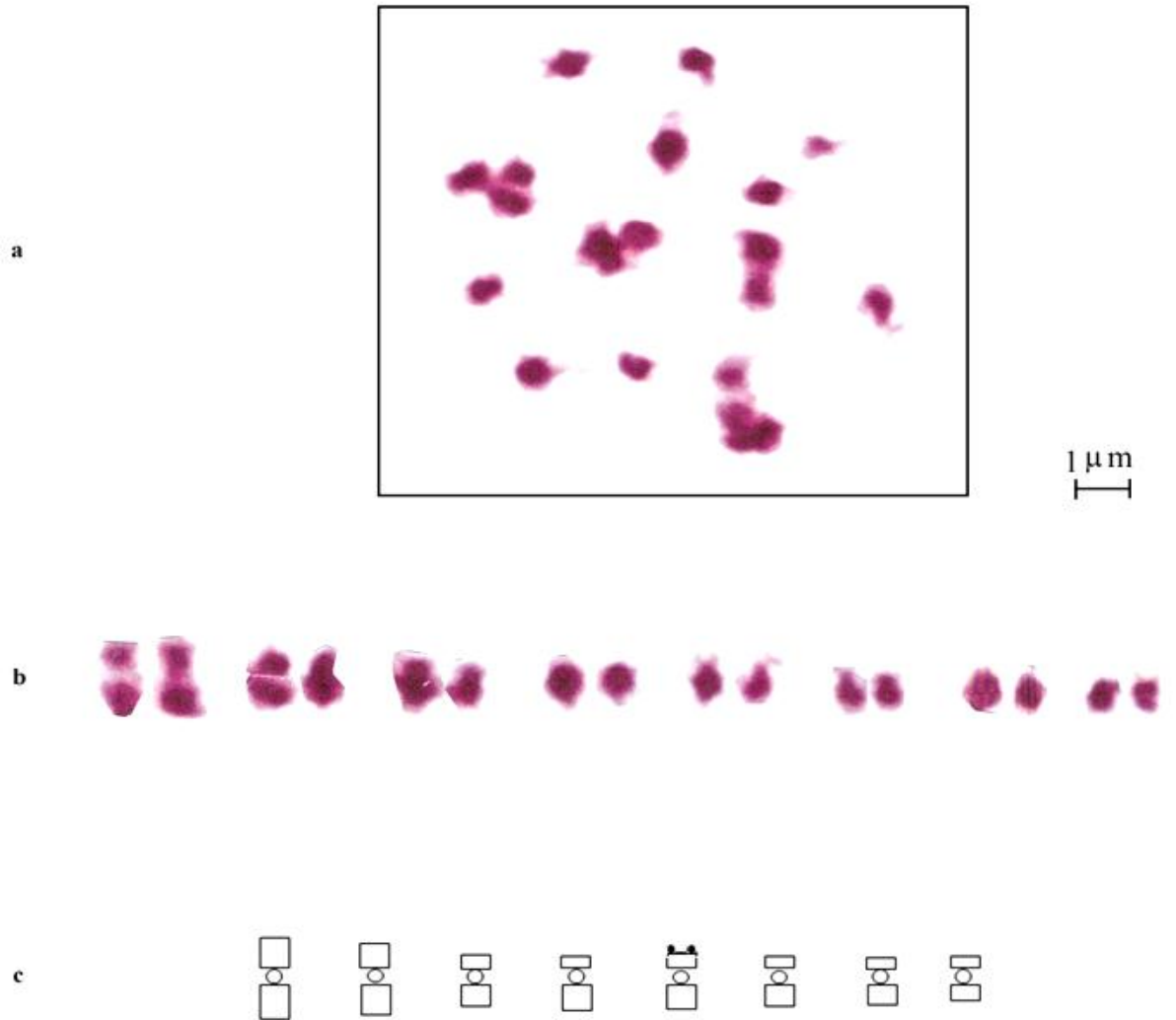


Figure 11 : Caryotype de l'espèce *Cicer arietinum* L. (variété Ghab 5) (Gx1750)

a- Plaqué métaphasique

b- Caryogramme

c- Idiogramme

Tableau 10 : Données morphométrique de la variété Ghab 5

Chr	Types	LT (μm)	LR %	Bras long (μm)	Bras court(μm)	r (L/R)
1	m	3.21 (0.16)	5.18 (0.38)	2.01 (0.08)	1.19 (0.22)	0.53 (0.16)
2	sm	3.05 (0.05)	4.78 (3.93)	2.32 (0.03)	0.72 (0.01)	1.00 (0.009)
3	sm	2.84 (0.03)	4.45 (0.03)	1.75 (0.23)	0.89 (0.16)	0.72 (0.19)
4	sm	2.63 (0.23)	4.12 (0.27)	1.83 (0.27)	0.80 (0.03)	0.72 (0.13)
*5	sm	2.19 (0.15)	3.43 (0.16)	1.43 (0.07)	0.75 (0.07)	0.67 (0.02)
6	m	2.11 (0.15)	3.31 (0.16)	1.36 (0.07)	0.75 (0.21)	0.57 (0.25)
7	m	2.11 (0.09)	3.41 (0.17)	1.32 (0.07)	0.79 (0.08)	0.52 (0.04)
8	m	1.75 (0.19)	2.75 (0.24)	1.07 (0.05)	0.68 (0.14)	0.50 (0.08)

* =présence de satellites

I.a.s = 65,81 %

R = 1,83 μm

Chez cette variété nous constatons la présence de 08 paires chromosomiques, et comme dans la variété précédente, quatre paires sont métaphasiques, et les autres sont sub-métacentriques.

- La longueur totale moyenne (LT) des chromosomes de cette variété est comprise entre 3,21 et 1,75.
- Le rapport entre la longueur des bras longs et celles des bras courts (r) varie entre 1,00 et 0,50.
- La longueur totale relative (LR) varie entre 5,18 et 2,75.
- L'indice centromérique varie entre 38,85 et 23,68.
- Le rapport entre la paire chromosomique la plus longue et celle la plus courte (R) est de 1,83.

3-4 Discussion

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 04, Fig 05, Fig 06.**).

De nombreux travaux ont fait l'objet d'étude du pois chiche (**Bock 2009 ; Cannon et al. 2010, Thudi et al., 2011, Hiremath et al. 2011, Varshney Rajeev et al., 2013**). Ces travaux portent essentiellement sur différents aspects (agronomiques, biométriques, biochimiques et moléculaires). Quelques travaux ont été conduits en cytogénétique.

D'après la littérature (**Sharma and Gupta, 1983;Kutarekar and Wanjari, 1983; Mukherjee et Sharma, 1987; Ahmad et al., 1987**), le nombre de chromosomes mitotiques de l'espèce cultivée *Cicer arietinum*, ainsi que leur ancêtres sauvages (*C. judaicuin*, *C. cuneatum*, *C. bijugum*, *C. pinnatifidum*, *C. reticulatum*) est défini comme : $2n = 2x = 16$, mais les caryotypes différent.

La comparaison des idiogrammes des deux variétés (**Fig 10**) montre quelques variations, concernant le nombre des satellites, et leur emplacement sur les paires chromosomiques : Dans la variété **Flip**, on constate l'apparition de deux satellites au niveau de la paire 1 et 2, par contre, dans la variété **Ghab 5**, un seul satellite localisé sur la paire chromosomique 05.

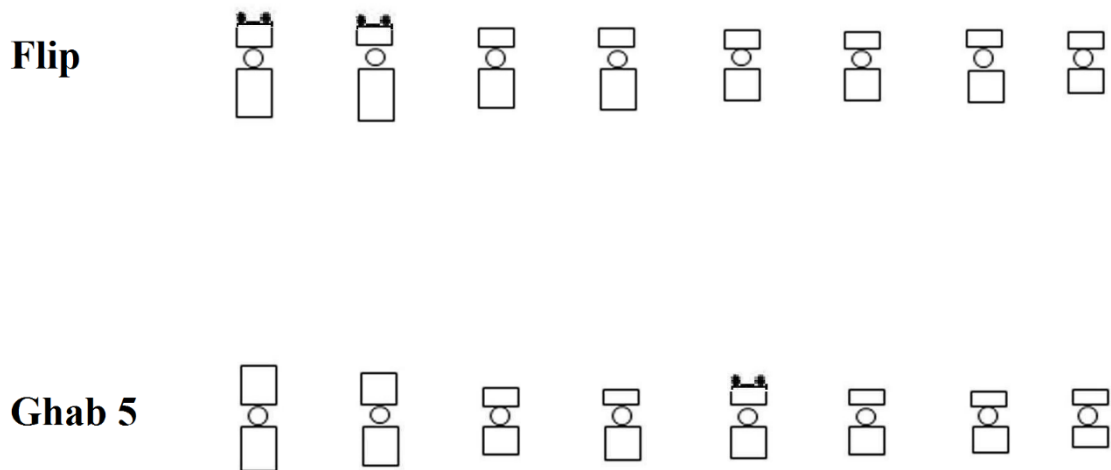


Figure 12: Représentation des idiogrammes des deux variétés du *Cicer arietinum* L. ; les satellites sont marqué en points noirs

Les résultats obtenus chez l'espèce *Cicer arietinum* (les variétés Flip et Ghab3), en comparaison par rapport à ceux des auteurs (**Ohri et Ahuja, 1991**) sont conformes, pour les types chromosomiques mais ils montrent des différences remarquables, au niveau des emplacements de satellites sur les paires chromosomiques.

Les auteurs cités ci-dessus, ont réalisé une étude comparative caryomorphologique sur les chromosomes du *Cicer arietinum* et ceux de leur ancêtres sauvages. Ils ont démontré une différence importante dans la localisation des satellites d'une espèce à une autre :

la présence d'une paire de satellite situé sur le chromosome 1 de *Cicer arietinum*, deux paires de satellites localisées sur les chromosomes 1 et 2 de *Cicer reticulatum*, ce qui est notre cas pour la variété Flip (**Fig 12**) et aussi, une autre paire de satellites marquée sur le chromosome 8 de *Cicer pinnatifidum*. Alors que, dans notre cas, on constate, la présence d'une paire de satellite marquée sur le chromosome 5 de la variété Ghab3.

Par ailleurs, d'autres auteurs (**Mercy et al 1974; Ahmed et Godward, 1980; Sharma et Gupta, 1983; Ahmad et al., 1987**) ont signalé l'absence de satellites chez *Cicer arietinum* et *Cicer reticulatum*. Donc, il est important, de réaliser des études approfondies sur les parents du pois chiche et leurs ancêtres sauvages.

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 (**60,4572 % Flip, 65,81 Ghab**).

**CONCLUSION ET
PERSPECTIVES**

Conclusion et perspectives

Le travail que nous avons entrepris a permis d'élargir nos connaissances sur les aspects caryo-morphologiques des deux espèces légumineuses alimentaires, la lentille (*Lens culinaris* Medik, $2n=2x=14$) et le pois chiche (*Cicer arietinum*, $2n=2x=16$).

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 *Cicer arietinum* 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.
- La présence de satellites chez les variétés étudiées (**Metropol et Flip90-31**), localisés sur le chromosome 4 mais chez la variété **Syrie 229**, ils sont situés sur les chromosomes 4 et 6.
- La présence des chromosomes B chez **Syrie 229 et Flip 90-31** à l'exception de la variété Metropol.
- **Chez le pois chiche**, les caryotypes sont symétriques : 4 paires chromosomiques métacentriques et 4 autres submétacentriques sont détectées.
- La présence de satellites qui situés sur les chromosomes 1 et 2 de la variété **Flip** et le chromosome 5 de la variété **Ghab5**.
- Absence des chromosomes B chez les deux variétés.

Les variétés **Syrie 229 et Flip 90-31** de la lentille sont bien adaptées aux conditions défavorables climatiques, et ceci s'explique par la présence des chromosomes B.

D'après le tableau suivant, la comparaison des chromosomes de cinq variétés appartenant à deux espèces différentes (*Lens culinaris* Medik, *Cicer arietinum*) révèle des différences remarquables.

Tableau 11 : Comparaison entre les deux espèces *lens culinaris* Medik, et *Cicer arietinum* L.

Critères caryomorphologiques	Lentilles (<i>Lens culinaris</i> Medik.)	Pois chiche (<i>Cicer arietinum</i> L.)
Nombre des chromosomes	2n=2x= 14	2n=2x= 16
Taille des chromosomes	moyenne	Trop petite
Satellites	Présence	Présence
Constrictions secondaires	Présence	Absence
Type chromosomique	04 métacentrique + 03 sub-métacentrique	04 métacentrique + 04 sub-métacentrique
Chromosomes B	Présence	Absence

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 constrictions secondaires
- **Le C-banding** pour la détermination du taux d'hétérochromatine des génomes des espèces étudiés.
- **La FISH** pour la localisation des gènes ribosomique et la recherche des aberrations chromosomiques chez les géniteurs et sa génération.

RÉFÉRENCE
BIBLIOGRAPHIQUES

Référence bibliographiques

- **Ahmad, F., Slinkard, A. E. and Scoles, G.i., 1987.** Karyotypic analysis of annual Cicer L. species. The Genetics Society of Canada Bulletin 18 (Suppl. 1), 130.
- **Ahmad, F., Slinkard, A. E. and Scoles, G.i., 1987.** Karyotypic analysis of annual Cicer L. species. The Genetics Society of Canada Bulletin 18 (Suppl. 1), 130.
- **Ahmed, and Godward, M. B. E., 1980.** Cytological studies on the cultivars of *C. arietinum* L. from Pakistan. *Catylogia*, 33, 55—68.
- **Amirouche N., 2007.** Le complexe polyploïde *Dactylis glomerata* L. en Algérie Diversité génétique et synthèse systématique. Thèse de doctorat d'état en biologie végétale, Algérie, p171
- **Anonyme a. 2015.** Pois chiches (*Cicer Arietinum*). <http://www.legume-sec.com/pois-chiches/un-brin-dhistoire/>. (visité le 01/06/2015).
- **Anonyme b.** Posté le 1 fév, 2013 dans Aliments-santé, Articles Santé, Découvrez les astuces pour manger sainement (<http://www.sante-et-nutrition.com/mangez-des-lentilles/>) (visité le 18/05/2015).
- **Anonyme c.** publié en français par le Centre de promotion et d'études en santé naturelle, une corporation sans but lucratif Plateforme d'édition et tous droits de publications propriétés de Natural Health Publishing Corp. - Panama - Tous droits réservés Copyright©2002-2015 <http://www.masantenaturelle.com/chroniques/sante/pois-chiche.php>
- **Arano, H., Saito, H., 1980.** Cytological studies in family Umbelliferae 5. Karyotypes of seven species in subtribe Seselinae. *Kromo-somo* II 17, 471–480.
- **Aykroyd W. et Doughty J., 1982.** Les graines de légumineuses dans l'alimentation humaine. 2ème édition, n 20 F. A.O Rome. 17p.
- **Babar B. M., Shah T. M., Abbas G. and Ahsanul haq M., 2009.** Genotype X environment interaction for seed yield in Kabuli chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotype developed through mutation breeding. *Pakistan Journal of Botany*. 4: 1883-1890.
- **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.
- **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
- **Ben Mbarek K., Boujelben A., Boubaker M. et Hannachi C., 2009.** Criblage et performances agronomiques de 45 génotypes de pois chiche (*Cicer arietinum L.*) soumis à un régime hydrique limité. *Biotechnologies Agronomique et Sciences Environnementales.*, 3 : 381-393.
- **Bock B., 2009.** *Cicer arietinum L.* Tela botanica, Base de données Nomenclaturale de la flore de France. BDNFFV4.2 www.tela-botanica.org
- **Bock B., 2009.** *Cicer arietinum L.* Tela Botanica, Base de données Nomenclaturale de la flore de la France. BDNFFV4.02.<http://www.tela-botanica.org>.
- **Brink, M., Belay, G. K. P., 2006.** *Vigna subterranea (L.) Verdc.* Record from Protabase. Brink, M. & Belay, G. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa / Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands
- **Broughton WJ, 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.
- **Cannon CP, Harrington RA, James S, Ardissino D, Becker RC 2010.** Comparison of ticagrelor with clopidogrel in patients with a planned invasive strategy for acute coronary syndromes (PLATO): a randomised double-blind study.
- **Chérif M., Arfaoui A. Rhaim A., 2007.** Phenolic compounds and their rol in Bio-control and resistance of chickpea tp fungal pathogenic attacks. *Tunisian Journal of Plant protection.*, 2: 07-12.
- **Ciqual 2008,**Table de composition nutritionnelle des aliments.
- **Davis, P.H, 1969.** Materiel for flora of turkey, XiX –Leguminosa- Viciae, *Notes Roy. Bot. Gard. Ed.* 29, 312-313
- **Doyle JJ, Luckow MA (2003).** The rest of the iceberg. Legume diversity and evolution in aphylogenetic context. *Plant Physiol* 131: 900-910
- **Dupont F. Guignard J.L. (2012).** *Abrégé de Botanique* 15ème édition. Editions Masson, Paris.
- **FAO. 2006.** Deuxième rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques, INRAA.FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture).

- **FAOSTAT data., 2005.** Food and Agriculture Organisation of The United Nation, Rom, Italy. <http://faostat.fao.org>.
- **Flandez-Galvez H., Ford R., Pang E. C. K. and Taylor P. W. J., 2003.** An inertspecific linkage map of the chickpea (*Cicer arietinum L.*) genome based on sequence tagged microsatellite site and resistance gene analog markers. *Theoretical Applied in Genetics.*, 1447-1456.
- **Gaffarzadeh-Namazi, L. R. Asghari-Zakaria, N. et K. Babaeian Kazemi-Tabar, 2007.** 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 *Lensculinaris* sp. *Culinaris* chromosomes by physical mapping of repetitive DNA sequences. *Chromosome Res.*, 9 : 199-209.
- **Gepts P, Beavis WD, Brummer EC, Shoemaker RC, Stalker HT, Weeden NF, Young ND (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.
- **Guignard J., Dupont F. (2004)** - Botanique- systématique moléculaire- Ed. Masson.13è 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 du3ème Meeting International”Gestion et valorisation des ressources et Applications Biotechnologiques dans Agrosystèmes Arides et Sahariens, Djebba- Tunisie, Tome1, p313-317*
- **Harlan.,1992.**Crops andMan.Second Edition. Madison (WI): American Soceity of Agronomy/Crop Science Soceity of America., Wisconsi,pp.63-262.
- **Harris D.R., 1998.** The spread of Neolithic agriculture from the levant to western central Asia. In: Damania A. B., Valkoun J., Willocox G and Qualset,C. O. (eds). *The origine of Agriculture and Crop Domestication.* ICARDA, Allepo, Syria, pp.54-64.
- **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.

- **Hassan F., 2006.** Heterologous expression of recombinant chitinase from *Streptomyces olivaceoviridis* ATCC 11238 in Transgenic Pea (*Pisum sativum L.*) Doctorat thesis, University of Damas, Syria, pp.150.
- **Heywood, V.H. (1996).** Flowering Plants of the World. 3th edition, Oxford University Press, Oxford, pp. 141-145, 149-152.
- **Hiremath PJ, Farmer A, Cannon SB, Woodward J, Kudapa H, Tuteja R, Kumar A, Bhanuprakash A, Mulaosmanovic B, Gujaria N, Krishnamurthy L, Gaur PM, Kavikishor PB, Shah T, Srinivasan R, Lohse M, Xiao Y, Town CD, Cook DR, May GD, Varshney RK. 2011.** Large-scale transcriptome analysis in chickpea (*Cicer arietinum L.*), an orphan legume crop of the semi-arid tropics of Asia and Africa. *Plant Biotechnology*. ; 9:922931.
- Hoffman, D. L. et al. (1988) Morphological variation in Lens (Leguminosae). *Syst. Bot.* 13: 87-96.
- **Huygue C (2005).** Prairies et cultures fourragères en France entre logiques de production et enjeux territoriaux, INRA. In : Saxena, M.C. et Singh, K.B. (ed) the chickpea.
- **Jonathan C. Laùb., 2007.** Localization and transcription of retrotransposant-derived element on the maize B chromosomes. *Chromosome Research* 15 : 383-398.
- **Jones, 1984.** Dose-response relationships and inundative biological control. *Phytopathology*, 84 : 780-784.
- **Judd W. S., Campbell C. S., Kellogg E. A. Stevens P. (2002).** Botanique systématique. Une perspective phyllogénétique. Paris, Bruxelles, De Boek Université, 282.
- **Jukanti, A.K., Gaur, P.M., Gowda, C.L. & Chibbar, R.N., 2012.** Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum L.*): a review. *Br. J. Nutr.* **108**, S11–S26.
- **Khalfallah N., 1990 :** Relations génétiques entre formes sauvages et cultures du pool primaire du mil (*Pennisetum hypnoides* Stapf et Hubb) Analyses.
- **Khan H., Zeb A., Ali Z. and Shah S. M., 2009.** Impact of five insecticides on chickpea (*Cicer arietinum L.*) nodulation, yield and nitrogen fixing rhizospheric bacteria. *Soil and Environment*, 1: 56-59.
- **Kumar J. and Abbo S., 2001.** Genetics of flowering time in chickpea and its bearing on productivity in semiarid environments. *Advances Agronomique*, 72:107-138.
- **Kutarekar, D. R. and Wanjari, K. B., 1983.** Karyomorphological studies in some of the varieties of bengal gram (*Cicer arietinum L.*). *Cytologia*, 48, 699—705.

- **Labdi M., Robertson L. D., Singh K. B and Charrier A., 1996.** Genetic diversity and phylogentic relationships among the annual *Cicer* species as revealed by isosyme polymorphism. *Euphytica* 88:181-188.
- **Ladizinsky, G. (1987)** Pulse domestication before cultivation. *Econ. Bot.* 41: 60-65.
- **Levan A. and Freda K., 1964.** Secondary association 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.
- **Ling L. Y. and Robinson R. J.,1979.** Extracting and fractionating lipids from chickpea. *Cereals Food World,* 21: 424.
- **Maria Teruel, Josefa Cabrero, and Francisco Perfectti., 2009.** In order to increase the knowledge of molecular content.
- **Mercy, S. T., Kakar, S. N. and Chowdhury, J. B., 1974.** Cytological studies in three species of the genus *Cicer*. *Cytologia,* 39, 383—390.
- **Moreno M. T. and Cubero J. I., 1978.** Variation in *Cicer arietinum* L. *Euphytica* 27: 465-485.
- **Mostapha Benezada., 2011.** Ministère de commerce. Journal officiel de la république Algérienne N°36.
- **Muehlbauer F. J. and Rajesh P. N., 2008.** chickpea a common source of protein and starch in the semi-arid tropics. PH. Moor, R Ming (eds.) *Genomics of tropical crop plants.*
- **Mukherjee, S. and Sharma, A. K., 1987.** Structure and behaviour of chromosomes in the strains of *Cicer arietinum*L. *Cytologia,* 52, 707—713.
- **Obaton., 1980.** Activité nitratre réductase et nitrogénase en relation avec la photosynthèse et les facteurs de l'environnement. *Bulltin ASF.,* 55-60.
- **Ohri D, Ahuja MR 1991.,** Giemsa C-banding in *Fagus sylvatica* L., *Betula pendula* Roth and *Populus tremula* L.. *Silvae Genetica* 40: 72- 5
- **Reiger R. Micharlis A. and Green M. M., 1991.** Glossary of genetics classical and molecular, Ste ed. New York.
- **Rekha K. T. and Thiruvengadam M., 2009.** An efficient Micropropagation of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Philp Agriculture Scientist.,* 3 : 320-326.
- **Rekha KT, Thiruvengadam M,2009** An efficient micropropagation of chickpea (*Cicerarietinum* L.). *Phil Agri Sci* 92: 320–323
- **Saskatchewan 2000** Agriculture and Food, and University of Saskatchewan,
- **Saskatchewan 2000** Pulse Growers, Pulses nutritional value and their role in the feed industry

- **Shafique-UR-Rehman and Ch.Muhammad Altaf.** Received for Publication **24 March 1992**
- **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 yakovlov S. et Cartier D. 1986 :** Hétero chromatin patterns in some taxa of crepis praemorsa complex. Caryologia. 39 : 27-32.
- **Singh F. and Diwakar B., 1995.** Chickpea Botany and production Practices. Skill Development series ICRISAT India., 16: 324-502.
- **Singh U. and Singh B., 1992.** Tropical grain legumes as important human foods. Economic Botany, 46: 310-321.
- **Singh U., 1985.** Nutritional quality of chickpea (*Cicer arietinum* L.): Current status and future research needs. Quality plant foods Human Nutrition., 35: 3339-351.
- **Spichiger R. E., Savolainen V. V., Figeat M., Jeanmoned D. (2002).** Botanique systématique des plantes à fleur. Presses polytechniques et Universitaires romandes, CH -Lausanne.
- **Staginnus C., Winter P., Desel C., Schmidt T and Kahl., 1999.** Molecular structure and chromosomal localization of major repetitive DNA families in the chickpea (*Cicer arietinum* L.) genome. Plant molecular Biology 39:1037-1050.
- **Stebbin, G. L. 1971.,** Chromosomal Evolution in Higher Plants. Addison Wesley Publishing Co., CA, USA.
- **Summerfield R.J., Hadley P., Roberts E.H., Minchin F.R. and Rawsthorne S. 1984.** Sensitivity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to hot temperatures during their reproductive period. Exp. Agri, 20: 77-93.
- **Thudi Mahendar., Spurthi N. Nayak, Nicy Varghese, Trushar M. Shah, 2011 ;** Affiliation: Grain Legumes Research Program, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Hyderabad, India
- **Toulaiti., 1988.** L'agriculture algérienne : les causes de l'échec. Ed. Office des publications universitaire, Alger, 550p.
- **Valcilova K., Ohri D., Vrana J., Cihalicova J., Kubalaková M., Kahl G. and Dolezel J., 2002.** Development of flow cytogenetics and physical genome mapping in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Chromosome Research., 10: 695-706.
- **Van Der Maesan L. G., 1987.** Origine, history and taxonomy of chickpea. Page 11-34 In **Singh, F. et Diwakar, B. 1995.** Chickpea Botany and Production Practices. Skill Development Series n. 16; ICRISAT.

- **Van Der Maesen L.J.G.** 1987. origin , history and taxonomy of chickpea, p .11-34.
- **Vandenberg, A, and Sinkard, A.E., 1990.** Genetics of seed coat colour and pattern in lentil. *Journal of Heredity* 81, 484-488.
- **Varshney, R. K., Gaur, P. M., Chamarthi, S. K., Krishnamurthy, L., Tripathi, S., Kashiwagi, J., Samineni, S., Singh, V. K., Thudi, M., and Jaganathan, D., 2013.** Fast-track introgression of “QTL-hotspot” for root traits and other drought tolerance traits in JG 11, an elite and leading variety of chickpea. *Plant Gen.* DOI: 10.3835/plantgenome2013.07.0022.
- **Wery J., Silim S.N., Kinght E.J., Malhotra R.S. and Cousin R.** 1994. Screening techniques and sources of tolerance to extremes of moisture and air temperature in cool season food legumes. *Euphytica*, 73 : 73-83.
- **Wojciechowski M.F., Lavin M. Sanderson M.J., 2004.** A phylogeny of Legumes (Leguminosae) based on analysis of the plastid MATK gene resolves many well-supported subclades within the family. *American Journal of Botany*, 11, 1846-2004.
- **Yadav S. S., Redden R., Chen W and Sharma B., 2007.** Chickpea breeding and management. Cambridge library of Congress. (Livre).
- **Zohary D. and Hopf M., 2000.** Domestication of plants in the old world, 3rd edn. Oxford University Press, New york.

Annexe

Préparation des solutions utilisées

1- La8 Hydroxy-quinoléine à 0.002%

Ajouté 0.03g la8 Hydroxy-quinoléine en poudre dans 100 ml d'eau agité pendant 4h à 16°C ou une nuit au réfrigérateur.

2-Carmin acétique (de Belling) :

1g de carmin 40

45ml d'acide acétique pur

55ml d'eau distillée

3-L'acéto-orcéine :

Solution mère d'orcéine : (solution de conservation).

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

Solution standard à 1% :

4.5ml de solution mère, 55ml d'eau distillée

4-La colchicine :

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

5-L'Ethanol acétique :

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

6-L'HCL 1N :

Prendre HCL fumant PM : 36.46 g/l d : 1.18 HCl : 37%

$p/v=d \longrightarrow v=p/d=36.46/1.18$

=30.63ml/l

Soit : $30.36 \times 100 / 37 = 82.78$ ml dans 1 litre

Nom et Prénom : FAREH Billel

Nom et Prénom : AIDOUNI Khadidja Doria.

Mémoire pour l'obtention du diplôme de : Master 2

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biologie et Génomique Végétale.

Option : Biologie et Génomique Végétale.

Thème : Etude comparative des caryotypes de deux espèces légumineuses : *Lens culinaris* et *Cicer arietinum* .

Résumé :

Notre travail a été réalisé sur deux espèces légumineuses la lentille (Metropol, Flip 90-31, Syrie 229) et le pois chiche (Flip et Ghab5).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 ($2n=2x= 14$ pour le *Lens culinaris* Medik et à $2n=2x=16$ pour *Cicer arietinum* L). Le caryotype de l'espèce *Lens culinaris* Medik est symétrique trois paires chromosomiques de type submétacentrique et quatre paires chromosomiques de type métacentriques. Pour l'espèce *Cicer arietinum* .L, le caryotype est aussi, symétrique, avec quatre paires chromosomiques de type submétacentrique et quatre autres paires chromosomiques de type métacentriques. Egalement, les satellites sont présents chez les deux espèces. Les chromosomes B sont mis en évidence, seulement, chez la lentille.

Mots clés : *Lens culinaris* Medik, *Cicer arietinum* L., caryotypes, satellites, chromosome B

Jury d'évaluation :

- **Présidente du jury :** Mme. KHALFALLAH Nadra (Professeur - UFM Constantine).
- **Rapporteur :** Mme. HAMMOUDA –BOUSBIA Dounia (Maitre de conférences B- UFM Constantine).
- **Examineurs :** Mr. KELLOU Kamel (Maitre-assistant A- UFM Constantine).

Année universitaire : 2014/2015

