



لجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث 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 1
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : **Biologie et Ecologie Végétale**

قسم: بيولوجيا و علم البيئة

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 :

Identification et caractérisation del'hétérochromatine (GC) chez cinq génotypes de l'espèce *Lens culinaris* Medik

Présenté et soutenu par : KOUAHI Nadia

Le : 19/06/2017

TABET Marwa

Jury d'évaluation :

Président du jury : Mme. BOUSBAA. Ratiba (Maître des conférences A- UFM Constantine 1).

Rapporteur : Mme. HAMMOUDA. BOUSBIA. Dounia (Maître des conférences A- UFM Constantine 1).

Examineurs : Mr. KELLOU. Kamel (Maître- assistant A- UFM Constantine 1).

*Année universitaire
2016 - 2017*

Remerciement

On tient à exprimer notre profonde gratitude et reconnaissance à **notre Dieu**, que ta volonté soit faite. Tu as été notre lumière, guide et notre secours. Tu n'as cessé de nous montrer le bon chemin, le chemin de la vérité, du travail et de la réussite. Que ce travail honore et glorifie ton nom.

On voudrait aussi par ces lignes, exprimer nos reconnaissance envers notre directrice du mémoire, le docteur "**Hammouda .Bousbia Dounia**", pour sans encadrement, sa patience avec nous ainsi que pour leur générosité et leur gentillesse, nous voudrait la remercier de tout nos cœur pour la confiance qui nous a témoignée pour réaliser se travail.

On a bénéficiés d'un très bon encadrement et de précieux conseils qui nous a permis de mener ce thème de recherche le mieux possible. Ces quelques mois d'apprentissage à ses côtés nous a
Permís d'apprendre beaucoup de choses avec elle.

Qu'il me soit permis, de remercier vivement nos enseignant(e)(s) :
Mme "**Bousbaa Ratiba**" (Maître Conférencier A à l'Université des frères Mentouri) d'avoir acceptée de présider notre jury.

Mr "**Kellou Kamel**" (Maître assistant A à l'Université des frères Mentouri) qui fait l'honneur d'examiner notre travail.

On adresse nos sincères remerciements à : Mmelle **Djaghar Radhia** ingénieur de laboratoire, Mme "**Haddad Hammida**" doctorante à l'UFM Constantine, pour leur aides et leur encouragement.

A mes amis de promotion

Dédicace

Je dédie ce mémoire

À la plus belle créature que Dieu a créée sur terre

À cet source de tendresse, de patience et de générosité

À ma mère !

À la mémoire de mon défunt père.

À mon cher grand père Kouahí Mouloud.

À mon frère

*À mon encadreur Mme Hammouda Dounia qui je veux
remercier bien.*

*À mes amies qui ont cessé de m'aider et de me conseiller pour
accomplir mon travail.*

*À tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de
continuer*

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

Nadia

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

Ma chère grand-mère

Mes chères parents, null dédicace n'est acceptable de vous exprimer ma profonde reconnaissance et mon immense gratitude pour tous les sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et mes études. QU'Allah vous garder en bonne santé.

Mes deux princesses : Safaa et Salsabil

Mon cher Frère : Hamza

Que je les souhaite d'avoir le meilleur de la santé et de l'amour.

A la famille Tabet et Ben Bouzid

Pour tous les amis qui on été devant moi de proche et de loin.

Pour ceux qui ont été l à pour moi durant ces années dans cette université

A tous ceux qui m'ont encouragé, soutenus et supporté pour que ce travail puisse s'accomplir.

Marwa

Résumé

Notre étude porte sur le marquage de l'hétérochromatine correspondant à des séquences d'ADN hautement répétées (riche en bases CG) dans les chromosomes de l'espèce *Lens culinaris* Medik (5 génotypes), Grâce à la technique de coloration différentielle C-banding. L'analyse génomique du *Lens culinaris* Medik ($2n=2x=14$) a montré un taux élevé d'hétérochromatine chez le génotype Dahra. Les génotypes Metropole et Syrie 229 sont moyennement riches en hétérochromatine, alors que Les génotypes Flip 90.-31 et Idlep sont pauvres. Également, notons la présence des satellites et les chromosomes B. Toutes ces variations indiquent la présence d'un polymorphisme intra et inter génotypes. Les résultats obtenus confirment l'existence de la relation entre la surcharge en hétérochromatine et l'adaptation du végétal aux conditions défavorables de l'environnement. Le génotype Dahra serait très bien adapté aux conditions difficiles du milieu.

Mots clé : *Lens culinaris* Medik, C-banding, Hétérochromatine, Satellites, Chromosome B, polymorphismes

Abstract :

Our study concerns the labeling of heterochromatin corresponding to highly repeat DNA sequences (rich in CG bases) in the chromosomes of the species *Lens culinaris* Medik (5 genotypes), using the C-banding differential staining technique.

Genomic analysis of *Lens culinaris* Medik ($2n = 2x = 14$) showed a high level of heterochromatin in the Dahra genotype. The genotypes Metropole and Syria 229 are moderately rich in heterochromatin, while the Flip 90.-31 and Idlep genotypes are poor. Also, the presence of satellites and B chromosomes. All these variations indicate the presence of an intra- and inter-genotype polymorphism. The results obtained confirm the existence of the relationship between the heterochromatin overload and the adaptation of the plant to the unfavorable conditions of the environment. The Dahra genotype would be very well adapted to the difficult conditions of the environment.

Key words : *culinaris* Médik, C-banding, Hétérochromatine, Satellites, Chromosome B, polymorphismes.

الملخص:

تعتمد دراستنا على كشف و تمييز ال *hétérochromatine* على مستوى كروموزومات فصيلة العدس (*Lens culinaris Medik*) وذلك بإعتماد تقنية التلوين الحديثة و المعروفة بـ *C-banding*. النتيجة المتحصل عليها كشفت عن تنوع وراثي و اختلافاً في مستوى شدة و تركيز ال *hétérochromatine* و ذلك على مستوى مختلف النوعيات المدروسة، إضافة إلى وجود الأقمار و الكروموزومات B على مستوى هذه النوعيات، حيث كشفت دراستنا أن *Dahra* تحتل الصدارة من ناحية تركيز *hétérochromatine* مما يجعلها قادرة على التكيف بصفة مطلقة مع الحالات الشاذة للبيئة و المحيط .

الكلمات المفتاحية:

، *hétérochromatine* ، *Lens culinaris Medik* ، (satellites الأقمار) ،
chromosome B، التنوع الوراثي (polymorphisme).

Liste des tableaux

	Page
Tableau 01 : Représente la valeur nutritionnelle moyenne de la lentille sèche : Pour 100g (Souci et.,al 2008).	7
Tableau 02 : Représentation les deux formes de l'hétérochromatine (Hammouda, 2015).....	13
Tableau 03 :Listes des génotypes et origines chez l'espèce <i>Lens culinaris</i> Medik.....	19
Tableau04 :Les caractères caryomorphologiques de sept paires chromosomiques mitotiques chez six génotypes du <i>Lens culinaris</i> (Hammouda et Khalfallah, 2015).....	25
Tableau 05 :Nombre et localisation des bandes C d'un génome du génotype Dahra.....	26
Tableau 06 :Nombre et localisation des bandes C d'un génome des génotypes Syrie et Métropole.	28
Tableau 07 :Nombre et localisation des bandes C d'un génome des génotypes Flip etIdlep.	30
Tableau 08 :Pourcentage de polymorphisme htérochromatique détecté par les bandes C chez les génotypes de <i>Lens culinaris</i> Medik.....	32

Liste des figures

	Page
Figure 01 : Zones d’aptitude de la culture de la lentille en Algérie (ITGC, 2013).....	2
Figure 02 :Représentation de la plante de la lentille (gousses et graines).....	3
Figure 03 : Représentation des 02 types de graines de lentille cultivée.....	4
Figure 04 : Représentation de la place de la lentille dans la rotation.....	8
Figure 05 : Représentation des stress biotique affectant la lentille cultivée.....	9
Figure 06 : Représentation des types morphologiques des chromosomes.....	11
Figure 07 : Représentation des différents types de chromatine.....	12
Figure 08 : plaque métaphasique marquée par les bandes C (en noir) représentant l’hétérochromatine.....	12
Figure 09 : Les graines des géotypes étudiés de la lentille cultivée.....	18
Figure 10 : Caryotype en (C-banding) de l’espèce <i>Lens culinaris</i> Medik (géotype Dahra locale).....	27
Figure 11 : Caryotype en (C-banding) de l’espèce <i>Lens culinaris</i> Medik (géotype A : Métropole, géotype B : Syrie 229).....	29
Figure 12 :Caryotype en (C-banding) de l’espèce <i>Lens culinaris</i> Medik (géotype C : Flip90-31, géotype D : Idlep I).....	31
Figure 13 :Polymorphisme hétérochromatique chez le génome de l’espèce <i>Lens culinaris</i> : Les chromosomes de cinq géotypes sont marqués par les bandes C.....	33
Figure14 : Détection des deux types d’hétérochromatine (constitutive et facultative) chez le géotype Dahra locale.	34

Liste des abréviations

B :Chromosome B.

BC: Bande centromérique.

BI: Bande intercalaire.

BT: Bande télomérique.

CS : Construction secondaire.

FISH : Hybridation in situ.

ICARDA : International Center for Agricultural Research Dry Areas Centre

International de la Recherche Agricole en Zones Arides.

I.T.G.C :institut technique des grandes cultures.

NOR : Région organisatrice nucléolaire.

RAPD :Random Amplified Polymorphic DNA.

S : Satellite.

Subsp : Sous l'espèce.

µm :Micro mètre.

Sommaire

Page

Introduction

Chapitre I : Revue bibliographique

1- Histoire de la lentille	1
1-2 Description générale sur la plante	2
1-3 Classification et taxonomie	4
1-4 Autres données botaniques.....	5
1-5 Usages de la lentille cultivée	5
2- Importance alimentaire et agronomique	6
2-1 Importance alimentaire.....	6
2-2 Importance agronomique.....	8
2-3 Importance scientifiques	9
3- Les stress Biotiques ou principaux problèmes phytosanitaires de la lentille	9
4- Cytogénétique: Rappels et généralités.....	10
4-1 Définitions.....	10
➤ Génome.....	10
➤ Caryotype.....	10
4-2 Critères d'identification des chromosomes.....	10
4-2-1 Critères de la forme.....	10
4-2-2 Critères de la structure	11
❖ Chromatine	12
❖ Hétérochromatine	12
4-2-3 Structure moléculaire des chromosomes	14
❖ L'ADN satellite	14
4-3 Chromosome B.....	15
4-4 Technique de C-banding.....	16

Chapitre II : Matériel et Méthode

2-1 Matériel.....	18
2-2 Technique de marquage « C-banding ».....	20
2-3 Etapes préliminaires.....	20

Chapitre III Résultats et discussion

III-1 Résultats.....	24
1-1 Organisation et distribution de l'hétérochromatine.....	26
III-2 Discussion.....	32
Conclusion	
Références bibliographiques.....	

Introduction

Les légumineuses sont des plantes dicotylédones appartenant à la famille des Fabacées, qui représente la troisième famille des plantes, après les composées (Astéracées) et les orchidées (Schneider et *al.*, 2015). L'intérêt majeur des Fabacées c'est qu'il ont une aptitude à la fixation symbiotique de l'azote, qui leur permet de produire en abondance des protéines végétales même en absence de fertilisation azotée, d'où leur intérêt également dans le cadre d'une agriculture durable (Journet et *al.*, 2001).

Les légumineuses à graines ont été parmi les premières espèces domestiquées dans le croissant fertile. On retrouve encore certaines restes archéologiques vieux de 12 000 ans, la Rome antique a laissé dans ces écrits des témoignages de l'utilisation de fève, lentille et pois dans leur régimes alimentaires, ces légumineuses ont appelées couramment «légumes secs » sont souvent utilisées pour leur désigner les graines de légumineuses récoltées à maturité et facile à conserver de façon naturelle pour la consommation humaine (schneider et *al.*, 2015).

Ces légumineuses tiennent une part très importante des travaux accomplis dans divers domaines tel que : l'agronomie, la botanique, la biochimie, l'entomologie, la phytopathologie, et la physiologie (Baudoin,2001).

En Algérie, la production des légumineuses fourragères et alimentaires constituent en plus des céréales les défis majeurs de l'agriculture. La région de l'est algérien présente un climat méditerranéen relevant des étages bioclimatiques humide, subhumides et semi-aride, elle se caractérise par une grande diversité de légumineuses spontanées et cultivées (FAO, 2006).

Parmi les légumineuses les plus consommées au monde, citons la lentille cultivée, qui fait partie de l'alimentation humaine depuis la préhistoire, elle est considérée parmi les légumineuses à petite taille (Sskatchewan, 2000), ainsi que leur graines ont de bonne valeur nutritionnelle, utilisées en alimentation humaine. La lentille est une plante annuelle au port érigé à nombreuses tiges et à feuille pennées de quatre à sept folioles, se terminant par une vrille, les fleurs sont bleues, blanches ou roses et les petites gousses contiennent deux graines (Schneider *et al.*, 2015). La lentille a acquis son nom scientifique (*Lens culinaris*) en 1787 par le botaniste Allemand Medikus (Cubero, 1981 ;Sehirali, 1988 ;Henelt, 2001).

Dans le cadre d'un projet de recherche portant sur les ressources phylogénétiques de la lentille cultivée, mené au laboratoire de Génétique, Biochimie et Biotechnologies végétales, nous sommes intéressés à l'étude de la caractérisation structurale génomique de cinq géotypes appartenant à l'espèce *lensculinaris* Medik (2n=2x=14), dévoilée par la technique de coloration différentielle (C-banding), afin de mettre en évidence :

- L'existence de l'hétérochromatine (séquence ADN non codante riches en bases CG)
- Identification et caractérisation du génome de la lentille
- Etablissement des caryotypes des cinq géotypes
- Comparaison structurale des géotypes étudiés
- Polymorphisme hétérochromatique intra et inter géotypes
- Relation entre la richesse en hétérochromatine, chromosomes B et l'adaptation aux conditions défavorables du milieu.

Le mémoire est structuré en trois chapitres:

- Premier chapitre concerne une synthèse bibliographique des connaissances actuelles.
- Le second chapitre portera sur le matériel d'études et les méthodes appliquées.
- Les résultats seront présentés dans le troisième chapitre, enfin, on termine avec une conclusion et les perspectives dégagées de cette étude.

CHAPITRE I:

REVUE

BIBLIOGRAPHIQUE

1- Histoire de la lentille

Lens est un genre qui comprend six espèces de légumineuses annuelles originaires de la méditerranée, de l'ouest de l'Inde et de l'Afrique, parmi elle l'espèce *Lens culinaris* l'une des plus anciennes plantes vivrières (Ulmann, 2005). L'ancêtre du *Lens culinaris* est le *Lens orientalis* (Ladizinsky *et al.*, 1984), ses centres d'origine sont le Proche-Orient et l'Asie de l'Ouest (Mc Vincer *et al.*, 2010), la lentille a acquis son nom scientifique (*Lens culinaris*) en 1787 par le botaniste Allemand Medikus (Cubero, 1981 ; Sehirali, 1988 ; Henelt, 2001).

Dans l'antiquité la lentille faisait régulièrement partie de l'alimentation des Grecs, des Juifs et des Romains et c'était le plat de subsistance des pauvres en Égypte. Elle a été associée à de nombreuses légendes, contes et coutumes. Les plus anciens restes archéologiques de la lentille étaient retrouvés en Grèce et datés de 11 mille ans avant J.C, ainsi qu'en Syrie, datés de 8500 avant J.C., mais on ne savait pas bien s'il s'agissait de plantes sauvages ou cultivées. Ce n'est qu'à partir du 5^{ème} millénaire avant J.C que l'on trouve des graines identifiées sans conteste comme domestiques (Yunnus et Jackson, 1991). La lentille est aujourd'hui cultivée partout dans le monde : sous-continent indien, Moyen-Orient, Afrique du Nord, l'Europe du sud, le Nord et le Sud d'Amérique et en Australie (Chahota *et al.*, 2007).

En Algérie la lentille a été cultivée avant 1830 dans les 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 lentille petite verte du puy (*Lens exulenta* Moench sp. : *microsperma* et *Dupuyensis* Barul) a été la première des variétés européennes introduites en grandes cultures en Algérie dans certaines régions de culture de lentille large blonde et verte de puy ont coexisté et des croisements naturels se sont produits qui ont donné naissance à la « lentille large verte d'Algérie » à partir de cette dernière, il y a une sélection et une amélioration de la « lentille verte d'Algérie » (Vandenberg et Slinkard, 1990).

La culture des lentilles en Algérie n'occupe que 1.5% de la totalité des terres réservées aux légumineuses alimentaires (Ait Abdellah *et al.*, 2011) ; elle s'étale sur une grande surface dans les hautes plaines (Tiaret, Saida, Sétif) et les plaines intérieures (Bouira, Médéa, Mila) (figure 1).

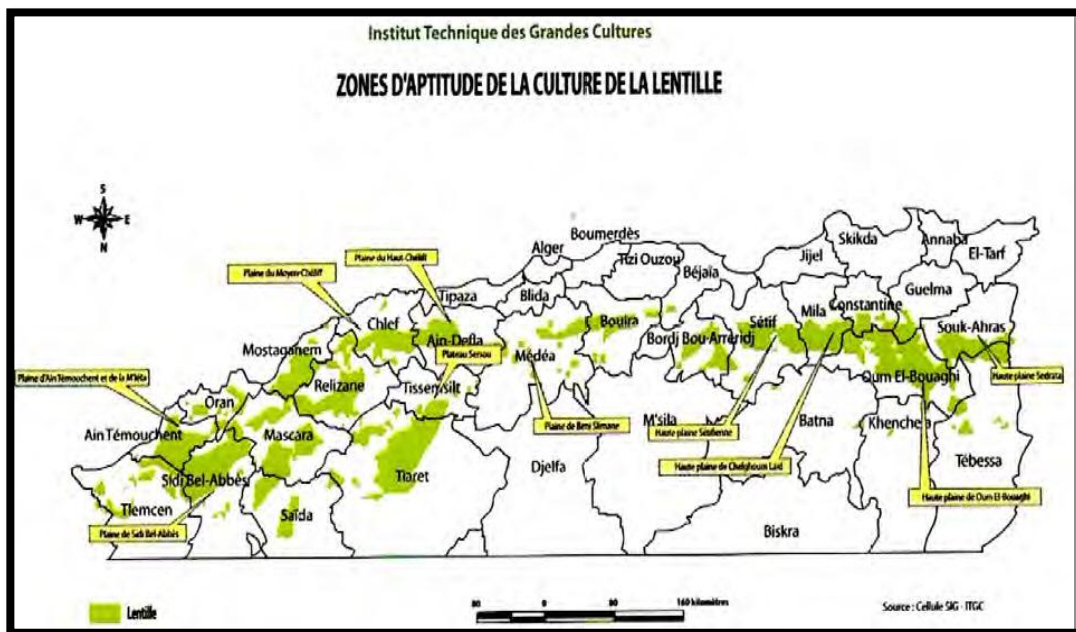


Figure 01 : Zones d’aptitude de la culture de la lentille en Algérie (ITGC, 2013).

Aujourd’hui, Beaucoup de variétés de lentilles cultivées ont disparu, donc 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 agro climatiques rencontrées dans le pays (FAO, 2006) et (INRA, Algérie)

1-2 Description générale sur la plante

La lentille est une plante herbacées annuelle diploïde ($2n=14$) c’est une plante autogame dont consomme la graine ; la tige de la plante est mince, atteint rarement de plus de 45cm de hauteur et a une croissance indéfinie (Saskatchewan, 2000). Lorsque les températures sont optimales, les graines de lentilles germent en 5 à 6 jours et la floraison débute entre la 6^{ème} et la 7^{ème} semaine après le semis, le cycle de croissance est de 80 à 110 jours pour les cultivars à cycle court et de 125 à 130 jours pour les cultivars à cycle long (Begiga, 2006). Chaque cycle comprend deux phases :

- **Phase végétative :** Cette phase comprend deux stades : la croissance et la production des feuilles

- **Phase reproductive** : Elle est représentée par la floraison, la fructification et la production des graines (Schwartz et Langham, 2012).

Les gousses, aplaties sont isolées ou disposée en paire et apparaissent à l'aisselle du 11e, 12e, ou 13 e nœud et des nœuds suivant. Chaque gousse possède un court pédicelle et renferme une ou deux petite graine en forme de loupe (Vandenberg et Slinkard ,1990). (Figure 2).



Figure 02 : représentation de la plante de la lentille (gousses et graines).

La lentille cultivée est classée en deux groupes selon la taille de la graine (Figure3):

- ✓ **Les grosses lentilles (Macrosperma)** : Prédominant principalement en Afrique du Nord, en Europe et en Amérique, (diamètre >6mm).
- ✓ **Les petites lentilles (Microsperma)** : Domine en Asie, en Egypte et en Ethiopie (diamètre <6mm) (Brink et Belay ,2006).



Figure 03 : représentation des deux types de graines de lentille cultivée sous espèces *Microsperma* et *Macrosperma*.

1-3 Classification et taxonomie

D'un point de vue taxonomique, la classification classique des lentilles se présente comme suite (Cokkizgina, 2013):

Régne : *Plantea*

sous-régne : *Tracheobionta*

Division : *Magnoliopsida*

Sous –classe : *Rodidae*

Ordre : *Fabales*

Famille : *Fabaceae*

Genre : *Lens*

Espèce : *Lens culinaris* Medik



1-4 Autres données botaniques

Lors d'une révision récente du genre *Lens*, 4 espèces ont été reconnues, sur la base de caractères morphologiques, de la capacité à s'hybrider, et de données cytogénétiques, biochimiques et moléculaires; selon (Brink et Belay , 2006) il s'agit de *Lens culinaris* (qui comporte des types tant sauvages que cultivés) :

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

et de trois espèces sauvages : *Lens ervoides* (Brign.) Grande, *Lens nigricans* (M.Bieb.) Godr. et *Lens lamottei* Czefr. *Lens ervoides* se trouve en Afrique orientale (Ethiopie et Ouganda) (Bejiga ; 2006).

1-5 Usages de la lentille cultivée

La lentille cultivée (*Lens culinaris*) est une légumineuse importante et populaire utilisée principalement pour l'alimentation humaine, la paille peut être utilisée comme aliment de qualité supérieure pour le bétail ou en tant que source de matières organiques pour l'amélioration des sols (Saskatchewan, 2000), car la lentille se cultive parfois pour le fourrage ou comme engrais vert , cette dernière est surtout cultivée pour ses graines mûres qui sont consommées principalement en sauce et en soupe. (Brink et Belay, 2006).

Les graines sont réduites en une farine qui sert à fabriquer des galettes et des pains, ou à préparer des aliments spéciaux destinés par exemple aux nourrissons ou aux invalides (Yunnus et Jackson, 1991), elles peuvent être aussi servir de nourriture parfois aux animaux, en particulier les volailles pour leur procurer des protéines, les jeunes gousses, les graines germées et les feuilles se consomment comme légume (Bink et Belay, 2006).

2- Importance alimentaire et agronomique

2-1 Importance alimentaire

De nombreuses espèces cultivées appartiennent à la famille des légumineuses. Elles constituent une source très importante des protéines et de lipides dans l'alimentation humaine et animale (Journet *et al.*, 2001), elle présente une richesse inéquivalente en protéine, fer, magnésium, phosphore, calcium, fibres, riboflavine (Vitamine B2), Sels minéraux et oligo-éléments antioxydant, poly phénols. Elle est très pauvre en matières grasses. Comme autres légumes secs, C'est un <aliment> naturel contre le cholestérol, elle a un effet régulateur de glycémie (Durand, 2013).

Tableau 01: Représente la valeur nutritionnelle moyenne de la lentille sèche : Pour 100g (Souci et al 2008).

Apport énergétique		Principaux composants		Minéraux & oligo-éléments		Vitamines		Acides aminés	
Joules	1146KJ	Glucides	40,6 g	Bore	0,70 mg	Provitamine A	0,100 mg	Acide aspartique	3160 mg
Calories	270 Kcal	Amidon	39,48 g	Calcium	65 mg	Vitamine B1	0,480 mg	Acide glutamique	4490 mg
		Sucres	1,12 g	Chlore	84 mg	Vitamine B2	0,265 mg	Alanine	1290 mg

		Fibres alimentaires	17 g	Chrome	0,0051 mg	Vit B3 ou (PP)	2,5 mg	Arginie	2240 mg
		Protéines	23,4 g	Cobalt	0,016 mg	Vit B5	1,6 mg	Cystine	250 mg
		Lipides	1,60 g	Cuivre	0,763 mg	Vit B6	0,550 mg	Glycine	1300 mg
		Eau	11,40 g	Fer	8,0 mg	Vit B9	0,168 mg	Histidine	710 mg
		Cendres totales	2,51 g	Magnésium	129 mg	Vit C	7 mg	Isoleucine	1190 mg
				Manganèse	1,5 mg	Vit K	0,123 mg	Lysine	1890 mg
				Nickel	0,300 mg			Méthionine	220 mg
				Phosphore	408 mg			Phénylalanine	1400 mg
				Potassium	837 mg			Proline	1220 mg
				Sélénium	0,0098 mg			Sérine	1510 mg
				Sodium	6,6 mg			Thréonine	1120 mg
				Zinc				Tryptophane	
								Tyrosine	840 mg

2-2 Importance agronomique

Comme toute légumineuse, la culture de la lentille offre des possibilités intéressantes en Agriculture Biologique en termes de gestion et de fertilisation azotées (Anonyme 1, 2013) elle permet en premier lieu de la fixation symbiotique de l'azote, qui leur permet de produire en abondance des protéines végétale même en absence de fertilisation azotée, d'où leur intérêt également est d'enrichir le sol en azote, donc induite une diminution en apport en engrais et assure un assolement et une rotation (graminée et légumineuse) pour optimiser l'exploitation et la diversification de la

production agricole. En Algérie, la culture des légumineuses alimentaires (légumes secs) fait partie du paysage agricole depuis des millénaires dans différentes zones agro-écologiques du pays, et sont utilisées dans la rotation avec les céréales car elles enrichissent le sol en azote (FAO STAT, 2011).

Pour une bonne rotation il est important de respecter un intervalle de 5 à 6 ans entre deux lentilles pour limiter les risques de maladies liées aux légumineuses (Anonyme 2, 2015) :

a) Précédents recommandés : Céréales, prairies.

b) Précédents à éviter : Moutarde, avoine en raison des risques de reliquats qui rendront difficile le triage. Maïs qui génère des mauvaises herbes.

c) Association : Les cultures associées sont définies comme la culture simultanée de deux ou plusieurs espèces sur la même parcelle, pendant une majeure partie de leurs cycles de développement. Ces espèces ne sont cependant pas nécessairement semées et récoltées en même temps (Willey, 1979). Une association pourrait être recommandée pour éviter l'affaissement de la lentille. Il faut faire attention cependant aux risques de concurrence. La lentille y est très sensible (Hiltbrunner et al., 2016).

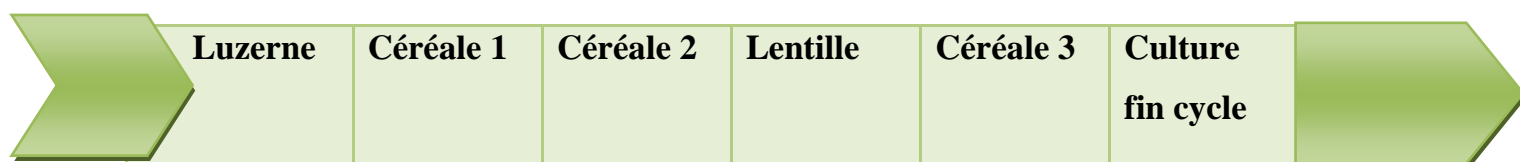


Figure 04 : représentation de la place de la lentille dans la rotation par saison.

2-3 Importance scientifiques

Les légumineuses alimentaires comme la lentille 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 principaux objectifs de recherche, sur les légumineuses à graines cherche à la fois à sécuriser la nodulation, à assurer la complémentarité entre les voies d'assimilation et de fixation de l'azote, et assurer une meilleure remobilisation de l'azote des feuilles et des tiges vers les graines. Le point fort de légumineuses est leur cout énergétique

faible et leur faible contribution aux gaz à effet de serre, directement liés à l'absence de fertilisation azotée (Pinochet et al., 2006).

3-Les stress Biotiques ou principaux problèmes phytosanitaires de la lentille



Figure 05 : Représentation des stress biotique affectant la lentille cultivée.

Durant la vie végétative, stockage ou commercialisation des lentilles, plusieurs maladies peuvent survenir au produit provoquant ainsi de grave dégât et des pertes de rendement (Bayaa et al., 1986). Ces maladies varient selon le type de pathogènes : virus, bactéries, nématodes, mycètes... (Muehlbauer et al., 1995 ; Van Euden et al., 1988).

Les contaminants fongiques des lentilles sont les plus importants d'un point de vue économique et phytosanitaire. Parmi les pathogènes les plus cités en littérature, les genres : *Alternaria*, *Drechslera*, *Fusarium*, *Phoma*, *Monilia*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Mucor* (Ahmed et al., 1993), *Botrytis*, *Uromyces* (Richardson, 1979 ; Chen et al., 2011), *Rhizoctonia*, *Sclerotium* (Muehlbauer et al., 2002), *Aspergillus*, *Chaetomium* et *Nigrospora* (Hussain et al., 2007). Plusieurs maladies d'origine virales affectent également la lentille tels que : virus de la mosaïque du concombre (CMV), le virus de la jaunisse nécrotique de la fève (FBNYV), le virus de la mosaïque de la luzerne (AMV) (Agricultural magazine, 2017).

Les maladies les plus importantes de la lentille sont la rouille (*Uromyces viciae-fabae*), l'ascochytose (*Ascochyta fabae f. sp. lentis*), la pourriture grise (*Botrytis cinerea*), la stemphyliose (*Stemphylium botryosum*), la pourriture du collet (*Sclerotium rolfsii*) et la fusariose (*Fusarium oxysporum f. sp. lentis*). Les autres

maladies fongiques sont le rhizoctone (*Rhizoctoniasolani*), l'oïdium (*Erysiphepolygoni*, *Leveillulataurica*), l'anthracnose (*Colletotrichum* spp.), l'alternariose (*Alternariaalternata*) et la pourriture de la tige et des racines (*Sclerotiniasclerotiorum*).

4- cytogénétique:Rappels et généralités

4-1 Définitions

➤ Génome

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

➤ 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.

4-2 Critères d'identification des chromosomes

4-2-1 Critères de la forme

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 (Harl et al., 1995).

La morphologie des chromosomes est marquée par la position de la constriction primaire ou centromère, on peut distinguer six types morphologiques de chromosomes :

-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 médiane.

-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 chromosome télocentrique (T) (Khalfallah, 1990).

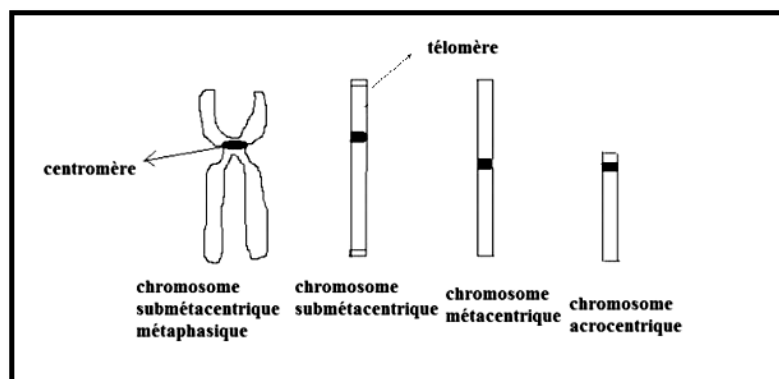


Figure 06 : représentation des types morphologiques des chromosomes.

4-2-2 Critères de la structure

❖ Chromatine

L'ADN de tous chromosomes eucaryotes est associé aux molécules protéiques (les histones et les non histones) dans un agrégat stable ordonnée appelée **chromatine** (Harti, 1994). Il existe deux grands types de chromatines :

L'euchromatine et l'hétérochromatine, l'une différant de l'autre par son rythme réplication et son degré de condensation (Figure 07).

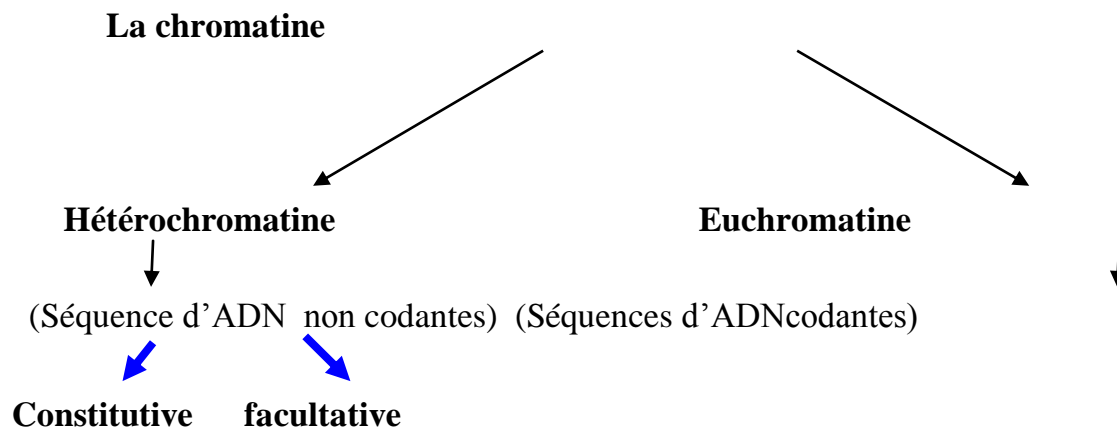


Figure 07: représentation des différents types de chromatine.

❖ Hétérochromatine

l'hétérochromatine (riche en bases CG) correspondant à des séquences d'ADN hautement répétées (Mattei et Luciani J, 2003) (Figure 08).

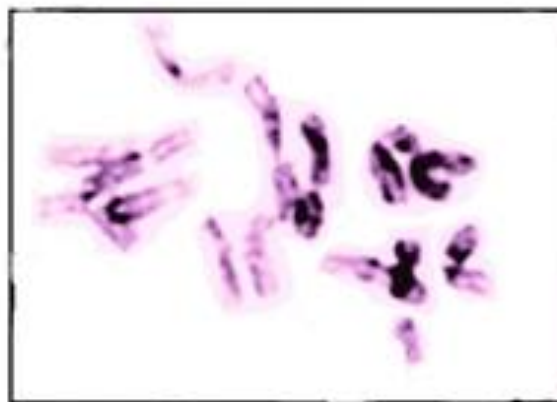


Figure 08: plaque métaphasique marquée par les bandes C (en noir) représentant l'hétérochromatine

L'hétérochromatine est divisées en deux partie: l'hétérochromatine constitutive et l'hétérochromatine facultative, qui présentent quelques différences, essentiellement liées à l'ADN qu'elles contiennent présentés dans le tableau suivant (Hammouda, 2013).

Tableau 02 : Représentation les deux formes de l'hétérochromatine.

HC constitutive	HC facultative
Stable	Réversible
Contient de l'ADN satellite	Enrichie en séquence LINES
Polymorphisme +	Polymorphisme-
Bandes C+	Bandes C-

Notons que l'hétérochromatine constitutive est située à proximité du centromère, télomère et à proximité des NOR, cette dernière est constituer des séquences d'ADN hautement répéter sous forme des bandes (Hammouda, 1999) effet l'hétérochromatine joue un rôle tout à fait essentiel dans l'adaptation et l'évolution des espèces végétales ainsi que dans l'organisation et la fonction du génome et déroulement de la méiose (attraction des homologues, régulation du Crossing-over, formation des chiasmas) (Sijak-yacovlev et Cartierd, 1986 ; Mattei et Luciani, 2003).

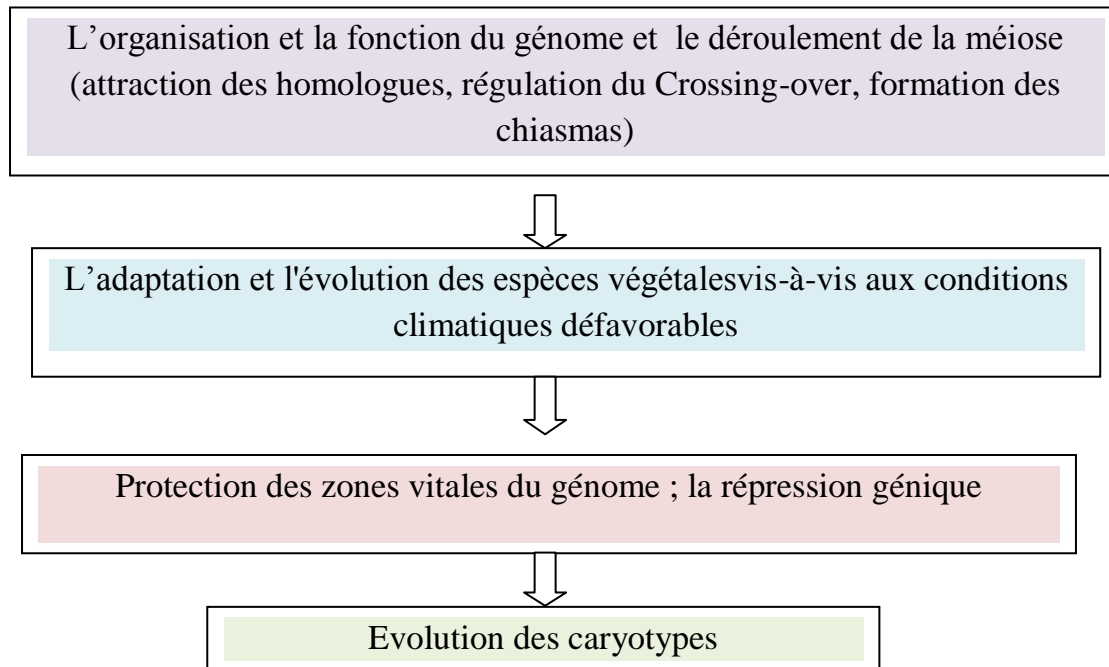


Schéma 01: Représentation des rôles attribuée par l'hétérochromatine (Hammouda ,2013).

4-2-3 Structure moléculaire des chromosomes

❖ L'ADN satellite

L'ADN satellite représente les plus grandes séquences répétées chez les eucaryotes. Chez *Arabidopsisthaliana*, l'ADN satellite a 6000 copies dont 185 pb en tandem (Martinez Z. et al, 1986) il existe 03 types de satellites :

L'ADN satellite I riche en séquences A-T (Adénosine-Thymine) localisée dans les régions centromériques des chromosomes, contenant peu de gènes et formée principalement de séquences répétées dans de larges régions.

L'ADN satellite II et **III** sont aussi riches en A-T et en séquences G-C (Guanine-Cytosine) proche des télomères des chromosomes (Appels et al, 1978; Bedbrook et al, 1981).

Il a été mis en évidence que les télomères des chromosomes hétérochromatiques sont indispensables au maintien de la structure et au fonctionnement des chromosomes (Angeline Eymery, 2009).

4-3 Chromosome B

Les chromosomes surnuméraires ou les chromosomes B sont des extras éléments, qui donnent lieu à un polymorphisme numérique des chromosomes dans des centaines des espèces végétales et animales (Jones et Rees, 1982)

Le génomes des eucaryotes est composé de l'ensemble des chromosomes (A) et les extras accessoires ou chromosomes B ces chromosomes ont été décrits depuis un siècle (Wilson, 1907) et ont été observés chez environ 15 % des espèces Eucaryotes qui ont été caryotypées (Camacho, 2005), leur nombre varie d'une espèce à une autre de zéro à plusieurs (Jonathan 2007), Bien que les chromosomes B ont longtemps été étudiés, la connaissance de leur structure moléculaire n'est pas toujours suffisante pour déterminer leurs origines, l'hypothèse la plus largement acceptée est que les chromosomes B peuvent apparaître sous forme de fragments trisomiques de certains chromosomes ou un complément standard du chromosome (A) (Amos et Dover, 1981), une théorie actuelle montre que les chromosomes B proviennent des chromosomes (A) et sont maintenus comme éléments parasites ou ADN (égoïste) (Burt et Trivers, 2006).

D'autres 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. Lors de la division cellulaire, les chromosomes B sont généralement éliminés par ce qu'ils créent un dosage déséquilibré en ADN, la survie de ces chromosomes dépend donc d'avoir un avantage de transmission pendant la méiose (Camacho, 2005). En effet la distribution étendue des chromosomes B pourrait suggérer des effets bénéfiques pour leur hôtes (Burt et Trivers, 2006).

Selon (Reiger et al. 1991) les chromosomes B sont caractérisés par :

- Leur petite taille par rapport aux chromosomes A.
- Leurs indispensabilités à l'espèce qu'elle les possède.
- La variance entre les cellules, tissus, individus et populations.
- Ils ne présentent pas une homologie avec les chromosomes (A).
- Ils affectent le comportement mitotique par élimination de distribution préférentielle.

4-4 Technique de C-banding

Le C-banding est une technique de marquage qu'on a appliquée dans notre étude pour identifier les caryotypes des génotypes étudiés.

La technique C-banding a été mise en place après les travaux de **Pardue** et **Galle** qui ont rapportés que l'hétérochromatine constitutive peut être colorée spécifiquement par Giemsa-solution (Anonyme 3, 2016) ; Le Giemsa qui ne colore que les zones condensées, permet de faire apparaître des bandes caractéristiques pour chaque chromosome. On obtient alors un caryotype de l'individu étudié ou une carte de tous les chromosomes identifiés, par les bandes caractéristiques (Hammouda, 2013), car chaque chromosome possède un taux d'hétérochromatine qui lui différencie des autres. Le marquage de l'hétérochromatine constitutive se fait par une réaction de coloration différentielle de l'hétérochromatine et l'euchromatine (Anonyme 3, 2016).

-Quelles peuvent être les utilisations du chromosome banding ?

1- Elle rend possible l'analyse du polymorphisme chromosomique. Il existe en effet des variations de position et d'intensité des bandes d'un génotype à l'autre dans une espèce donnée, et pour un chromosome donné. Chaque bande peut être considérée comme un "locus" présentant un certain nombre "d'allèles" (Comeau et Jahier, 2005).

2- Identification des chromosomes et des génomes (Gustafson et Bennett 1982 ; Bernard et Bernard 1992; Angels et Jouve, 1996 ; Lukaszewski 2001 ; Badaeva et al, 1992, 2007, Lukaszewski et al, 2011. Selon l'étude de Linde-Laursen en 1978 sur l'orge, il a divisé les bandes-c en fonction de leur position (Anonyme3, 2016) :

- ✓ La bande centromérique située à proximité du centromère.
- ✓ Les bandes intercalaires.
- ✓ Les bandes télomériques.
- ✓ Les bandes situées dans les constriction secondaires et les bras courts et les satellites (zones vitales des chromosomes).

3- détection des mutations chromosomiques de types, translocations et inversions et la détermination du niveau de ploïdie (Gustafson 1983; Wanda et al 1996; Lapinski et Schwarzacher 1998; Lee and al, 2004; Landjeva et al., 2006; Silcova et al. 2007; Gill, 2009, Oleszczuk. et al. 2011; Kang et al, 2011; Rahmatov, 2012) .

4-L'étude de l'affinité d'homologie entre les chromosomes, cas du blé-seigle(Gill et Kemper, 1974b; Darvey et Gustafson, 1975; 1976; Zeller, 1977, Seal et Bennett, 1982).

5- L'investigation de l'origine du génome B du blé (Hadlacky et Belea, 1967).

Chapitre II :

Matériel et méthode

2-1 Matériel

Le matériel d'étude est constitué de cinq géotypes (Figure9), appartenant à une espèce cultivée : *Lens culinaris* Medik ($2n=2x=14$), ces géotypes sont fournies par l'institut technique de grandes cultures (I.T.G.C) d'Elkhroub et (I.T.G.C) de Sétif et (I.T.G.C) de Mila. Les caractéristiques de chaque géotype et son origine sont décrites dans le tableau 9 :

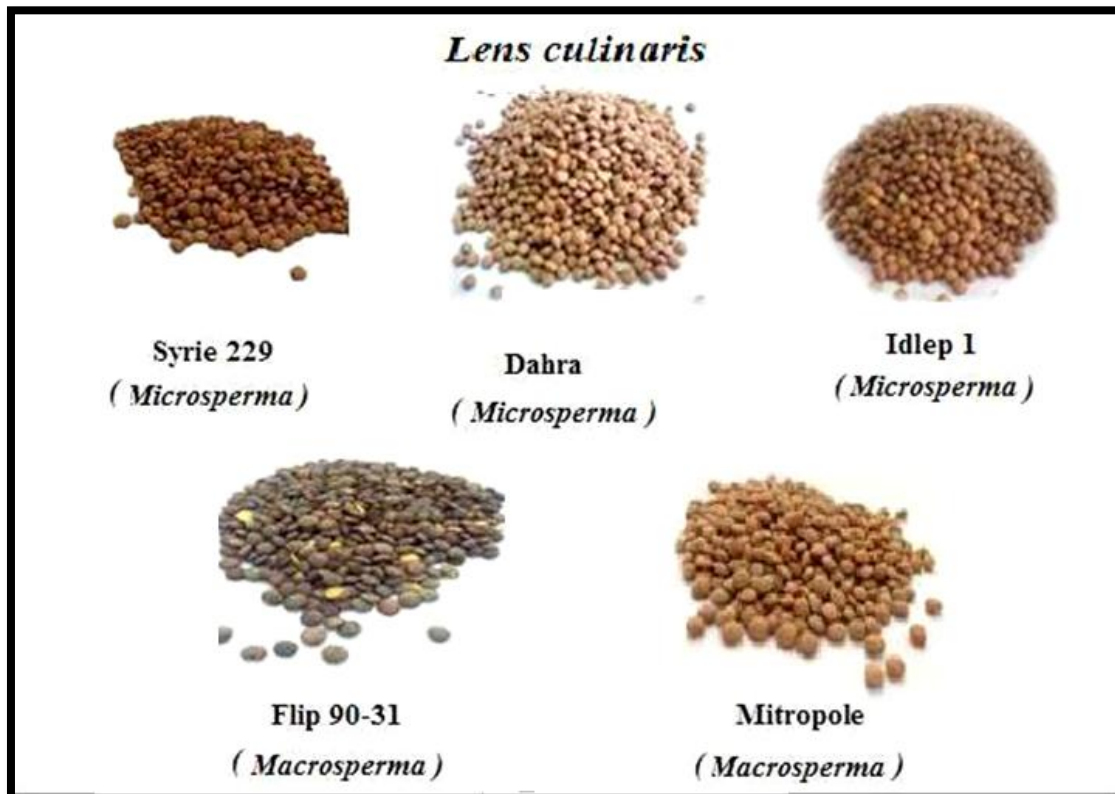


Figure 09 :Les graines des géotypes étudiés de la lentille cultivée.

Tableau 03 :Listes des géotypes et origines du l'espèce *Lens culinaris* Medik.

Espèce	Géotypes	Garniture Chromo	G	Origine	Source	Caractéristiques
<i>Lens culinaris</i> Medik	Syrie 229	2n=2x=14	F5	ICARDA	ITGC El Khroub	Semi-érigé. -Précoce. -Vigoureuse. -Très bonne qualité culinaire.
	Dahra locale		F6	Sélection locale (Tieret)	ITGC (Sétif)	Couleur blonde. -Taille microsperma. -Bonne qualité, adaptation aux conditions climatiques défavorable.
	Idlep 1		F5	ICARDA	ITGC (Mila)	-Couleur gris. -Taille microsperma. -très bonne rendement
	Flip 90-31		F6	ICARDA	ITGC El Khroub	-Excellent rendement. -Bonne qualité culinaire.
	Métropole		F5	Isolé en 1942, France	I.T.G.C El- Khroub	-Dressé -Demi-précoce -Vigoureuse -Tres bonne qualité culinaire.

2-2 Technique de marquage « C-banding »

Beaucoup d'auteurs se sont intéressés à cette technique, parmi eux citons: Gill. *etal* (1991); Badaev et al. (1991); Jahier et al. (1992); Friebe and Gill. (1994.)Belay. and Marker. (1999) et Shimelis (2005) et Badeava et al (2007); Gaffarzadeh-Namazi et al. , (2007), Gill et al. (2009)

Nous avons appliqué celle décrite par Gaffarzadeh-Namazi et al. , (2007) avec des modifications introduites dans les étapes Dénaturation et renaturation de l'ADN (Hammouda , 2013).

2-3Etapas préliminaires

• Germination

Les graines du *Lens culinaris* Medik sont scarifiées et ensemencées après leur désinfection dans l'eau de javel diluée à 70% pendant 5-7 minutes, suivie d'un rinçage à l'eau distillée pendant 10 minutes. Les graines sont mises à germées dans des boites de pétri, tapissées de papier buvard imbibé d'eau distillé dans la lumière et à température ambiante.

• Prélèvement

Nous avons déterminés la période durant laquelle le coefficient mitotique été le plus élevé, il est situé entre 24h et 48h pour notre matériel ou les racicules atteignent une longueur de 0,5 à 1cm.

• Prétraitement

Il se fait par trempage des tissus en division dans un agent mitoclassique, cette opération vise un triple objectif :

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

Il existe plusieurs agents mitoclassique tel que :

-La colchicine.

α a-bromonaphtalène.

-8-hydroxyquinoleine.

Nous avons effectués un prétraitement à la 8- hydroxyquinoleine .La duré de ce prétraitement chez *Lens culinaris* varie entre 2h45 et 3h30.

- **Fixation**

Le fixateur détruit toute vie cellulaire, ils doivent avoir une action rapide pour bloquer toute évolution et 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.

- **Stockage**

Les pointes racinaires sont conservées au réfrigérateur à -96°C.

- **Hydrolyse**

Cette étape est nécessaire pour obtenir un bon étalement des cellules et des chromosomes entre lame et lamelle. Pour cela nous avons utilisés l'acide chlorhydrique l'HCL 1N à 60°C. l'acide chlorhydrique serve à la destruction des liaisons entre les bases puriques et les désoxyriboses car il libère du groupement aldéhydique qui agit sur les brins d'ADN.

Cette hydrolyse a été réalisée pendant 10min pour l'espèce *Lens culinaris* Medik à 60°C à HCL 1N.

- **Ecrasement**

L'écrasement des demi-pointes se fait entre lame et lamelle dans une goutte de l'**acide acétique** à 45%, cette étape assure une bonne dispersion des chromosomes.

Les meilleures plaques métaphasiques sont soumises aux étapes du marquage C-banding:

- **Dé lamellation**

Le décollement des lamelles se fait par l'azote liquide à (-196°).

- **Hydrolyse 0**

-

Les lames sont plongées dans Hcl 0,2M à 60°C pendant 2ou 3 mn.

- **Dénaturation de l'ADN**

Les lames sont plongées dans une solution hydroxyde de baryum (baryte) à une proportion 13g pour 200 ml d'eau distillée pendant 10min à température ambiante.

- **Rinçage**

A l'eau de robinet pendant 45min, eau distillée 45% pendant 2 min.

- **Renaturation de l'ADN**

Dans une solution 2×SSC à 60°C pendant 1h.

Solution 2×SSC

(0,3 M de NaCl +0,03M de Trictrate de Na) +200 ml H₂O distillée puis ajusté au pH=7 avec HCl 1M à 60°C. Une fois la prise du pH est prise, toutes les lames sont plongées dans la solution. A contrôler chaque 15 min.

2×SSC → Neutraliser l'ADN.

Coloration des bases CG : Dans la solution phosphate –de Giemsa- à pH=6,8 à 4%.

Préparation des solutions

2×SSC : pour 1L.

0,03 M Trictrate de Na, 2H₂O :8,83g

0,3 de NaCl : 17,54g

} ajusté au pH=7 avec HCl 1M à 60°C.

Solution Tampon-phosphate

Solution A (acide) : 0,63 g acide citrique dans 30 ml d'eau distillée.

Solution B (basique) : 1,17 g dans 150 ml d'eau distillée.

Solution tampon : (6,5 ml (A) +43,6 ml (B)) =50,7 ml et compléter jusqu'à 100 ml avec de l'eau distillée, ajusté au pH=6,8 avec la solution A.

Sol_B Na₂Hpo₄= (Pm =141,9) → Sol A=19,5.

Sol_A KH₂ Po₄= (Pm= 136,1) → Sol B =13,08.

- **Montage**

Les lames sont laissées sécher toute une nuit, puis sont fixées définitivement avec un liquide de montage le « Depex »

- **Observation et photographie**

Après l'observation des plaques métaphasiques, les photos sont prises au photomicroscope à balayage de type Leica DM 4000 voir (la figure suivante).



CHAPITRE III :

RESULTATS ET

DISCUSSION

III-1 RESULTATS

Nous avons pu identifier le génome de l'espèce *Lens culinaris* Medik. En effet, la majorité des chromosomes du génome présentent d'importantes bandes hétérochromatiques. D'une manière générale, l'hétérochromatine est centromérique. (Figure 10.).

Nous constatons des variations dans la forme des chromosomes chez les cinq génotypes, et ceci est dû au fait que le degré de décondensation ou de condensation n'est pas le même pour les chromosomes métaphasiques.

Suite aux travaux réalisés par Hammouda Khalfallah (2015) sur la caryomorphologie de cinq génotypes, les résultats montrent des variations importantes dans la taille des chromosomes, la localisation et le nombre de satellites. En effet, tous les caryotypes sont constitués de quatre paires chromosomiques métacentriques (m) et trois paires submétacentriques (Sm) à l'exception celui du génotype Métropole qui se singularise par la présence de cinq paires métacentriques et deux paires submétacentriques. (Tableau 4). En général, la formule caryologique du *Lens culinaris* est définie comme: $n=2x=7=4m+3Sm$.

Notons que, les caryotypes sont symétriques tant pour la forme que pour la taille des chromosomes et ceci signifie qu'ils sont primitifs. L'indice d'asymétrie ayant sensiblement les mêmes valeurs (60,51 % Idlep1, 63,11% Flip 90-31, 62,30% Métropole, 61,45% Syrie 229 ; 64,32 % Dahra).

Tableau 4: Les caractères caryomorphologiques de sept paires chromosomiques mitotiques chez six géotypes du *Lens culinaris*(Hammouda,2015).

Chr	Cc	Géotypes de la lentille					
		Idlep1	Flip 90-31	Idlep3	Metropole	Syrie229	Dahra
1	LT	7.44±0.55	6,96±0,28	6.20±0.89	6,06 ±0,09	5,11 ±0,07	5.39±0.65
	LR	18.42±0.33	15,39±0,16	18.19±1.04	15,47±0,08	15,56±0,007	19.43±0.65
	L	4.11±0.11	4,27±0,19	3.79±0.55	3,49±0,31	2,88± 0,15	3.09±0.53
	S	3.26±0.16	2,91±0,22	2.41±0.34	2,57±0,23	2,22± 0,22	2.30±0.4
	L/S	1.26±0.02	1,46±0,01	1.62±0.02	1,35±0,08	1,29±0,16	1.34±0.15
2	LT	6.76±0.74	6,94±0,28	5.59±0.93	5,81±0,21	4,85 ±0,13	5.01±0.41
	LR	17.10±0.36	15,22±0,02	16.31±0.39	15,23±0,06	15,29 ±0,09	18.07±0.25
	L	3.89±0.62	4,14±0,14	3.19±0.21	3,31±0,14	3,02 ±0,14	3.06±0.29
	S	2.97±0.61	2,79±0,23	2.46±0.56	2,49±0,21	1,83 ±0,19	1.95±0.15
	L/S	1.30±0.18	1,48±0,04	1.30±0.06	1,32±0,04	1,65 ±0,08	1.57±0.03
3	LT	6.23±0.39	6,66±0,29	5.24±0.88	5,53 ±0,15	4,69 ±0,2	4.42±0.13
	LR	15.79±0.34	15,0 ±0,02	15.27±0.32	14,98	14,11 ± 0,18	15.93±0.15
	L	3.46±0.79	3,71±0,12	3.18±0.64	±0,04	3,06 ±0,25	2.72±0.24
	S	2.77±0.63	2,94±0,16	2.05±0.24	3,29 ±0,07	1,83 ±0,19	1.83±0.14
	L/S	1.24±0.18	1,26±0,06	1.61±0.17	2,27 ±0,22	1,67 ±0,08	1.48±0.07
4*	LT	5.59±0.63	6,30±0,18	4.84±0.77	5,39±0,10	4,44 ±0,04	4.08 ±0.42
	LR	14.17±0.47	14,74±0,16	14.11±0.25	15,80±,11	14,82 ±0,08	14.71±0.34
	L	3.46±0.43	3,45±0,04	2.83±0.12	2,99±0,14	2,81 ±0,12	2.72± 0.19
	S	2.13±0.19	2,84±0,15	2.01±0.70	2,33±0,10	1,63 ±0,12	2.30±0.19
	L/S	1.62±0.01	1,21±0,01	1.47±0.14	1,28±0,03	1,72 ±0,06	1.35± 0.24
5	LT	5.25±0.08	5,61±0,22	4.58±0.36	5,29 0,24	4,29 ±0,11	3.84± 0.28
	LR	13.3±0.32	14,22±0,14	13.35±0.36	4,41±0,07	14,67 ±0,14	13.85±0.18
	L	3.38±0.35	3,86±0,08	2.98±0.72	3,40±0,16	2,58 ±0,21	2.85± 0.58
	S	1.86±0.30	1,74±0,31	1.60±0.17	1,49±0,11	1,70 ±0,24	2.85± 0.58
	L/S	1.81±0.20	2,21±0,13	1.86±0.10	2,28±0,07	1,51 ± 0,11	1.1± 0.06
6*	LT	4.56±0.9	5,7 ±0,24	4.09±0.69	4,41±0,28	3,67 ±0,2	3.39± 0.15
	LR	11.53±0.57	14,29±0,09	11.94±0.64	3,96±0,12	4,00 ±0,18	12.21 ±0.3
	L	3.05±0.71	4,09±0,05	2.87±0.59	2,60±0,23	2,42 ±0,29	2.51± 0.07
	S	1.5±0.46	1,62±0,18	1.22±0.39	1,80±0,40	1,25 ±0,17	2.51± 0.07
	L/S	2.03±0.23	2,52±0,07	2.38±0.28	1,44±0,17	1,93 ±0,14	0.87± 0.08
7	LT	3.81±0.92	5,02±0,26	3.71±0.32	4,21± 0,22	3,47± 0,3	1.59± 0.51
	LR	9.64±0.56	3,75±0,09	10.84±0.53	13,79±0,09	13,4 ±0,29	5.75± 0.65
	L	2.64±0.55	3,74±0,21	2.50±0.44	2,99±0,21	2,19 ±0,16	0.88± 0.25
	S	1.16±0.58	1,27±0,04	1.20±0.12	1,22±0,02	1,28±0,14	0.88± 0.25
	L/S	2.27±0.32	2,94±0,01	2.08±0.19	2,45±0,04	1,71 ±0,01	0.71± 0.28
I.a.s.		60,51 %	63 ,11%	62,30%	60 ,13%	61,45%	64,32 %
R		1,95	1,38	1,67	1,43	2 ,44	3,38

Chr : chromosomes. Cc : caractères caryo-morphologiques.

I.a.s. : indice d'asymétrie.

R : rapport entre le bras le plus long et le bras le plus court.

* : présence de satellites

1-1 Organisation et distribution de l'hétérochromatine

La distribution et la caractérisation de l'hétérochromatine chez une série de génotypes appartenant à l'espèce *Lens culinaris* Medik ($2n=2x=14$) sont analysées et comparées par les bandes C. Cette analyse révèle beaucoup de variations en **bandes polymorphes C⁺**. En effet, le nombre de bande, leur intensité et leur emplacement sur les chromosomes, diffèrent au sein du génotype et d'un génotype à un autre.

Rappelons que, les bandes hétérochromatiques existent sous trois formes : télomériques, centromériques et intercalaires.

✓ Caryotype Dahra

L'analyse en C-banding des chromosomes montre une grande variabilité dans la distribution des bandes. Les chromosomes du génotype Dahra se caractérisent par la présence des épaisses et sombres bandes (C⁺) (spécifiques ou propres au génotype), marquées sur tous les chromosomes à l'exception du chromosome 6. Notons, aussi, la présence de trois paires de satellites situés sur les bras courts des chromosomes 1, 2 et 3 et une construction secondaire localisée sur le bras court du chromosome 7.

Le nombre totale de bandes est de 54 bandes, dont 5 bandes centromériques, 45 intercalaires et 4 télomériques (Tableau 5).

Tableau 5 : Nombre et localisation des bandes C sur les chromosomes du génotype Dahra

Nombre Génome	Paires des chromosomes	Bandes hétérochromatiques C		
		Bandes Centromérique	Bandes intercalaire	Bandes télomériques
Dahra locale	1	1	5	0
	2	0	5	2
	3	0	8	1
	4	1	10	0
	5	1	5	0
	6	1	5	1
	7	1	7	0
	Totale des bandes	5	45	4
		54		

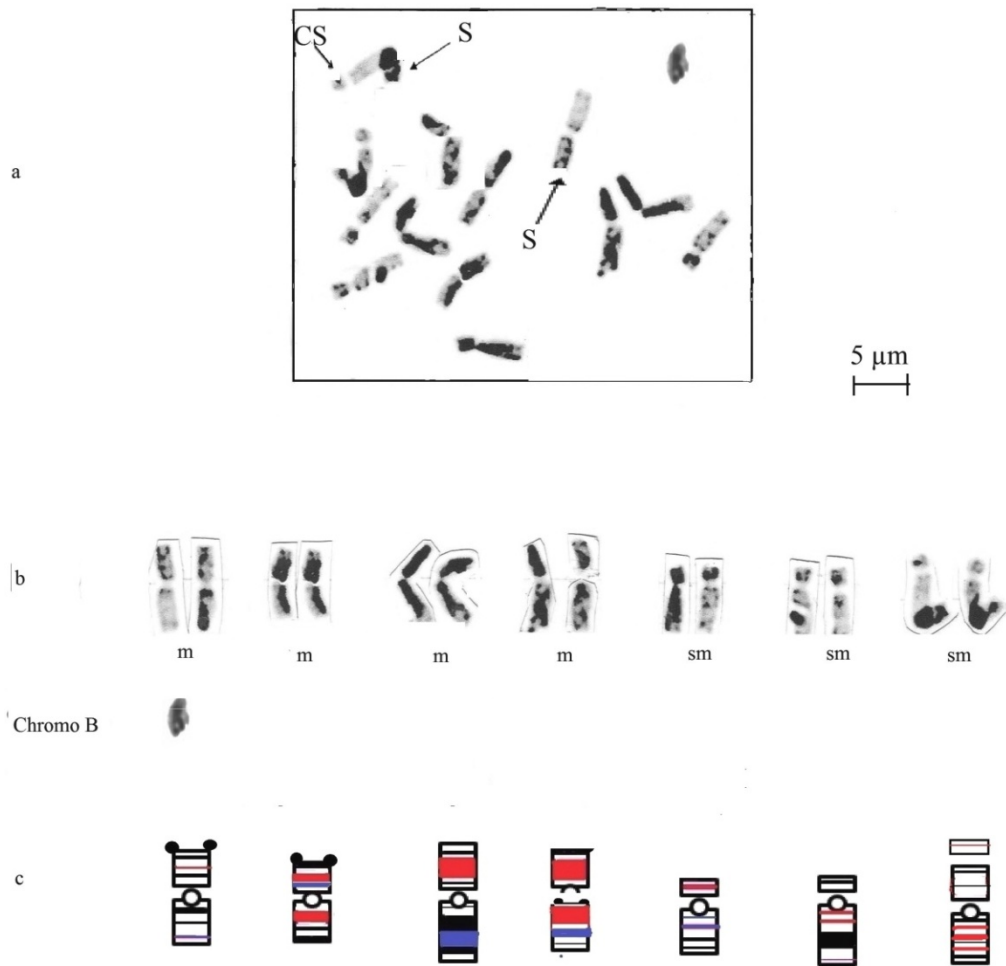


Figure 10 : Caryotype en (C-banding) de l'espèce *Lens culinaris* Medik (génotype Dahra).

a-Plaqué métaphasique.

b-Caryogramme.

c- Idiogramme. Les bandes colorées en rouge sont spécifiques aux génotypes Dahra et les bandes colorées en bleu sont communes chez les génotypes : Syrie, Flip et Métropole.

✓ Caryotypes des Géotypes Métropole et Syrie 229

L'analyse des différents caryotypes révèle beaucoup de variations dans le profil des chromosomes. En effet, nous constatons la présence des bandes sombres (C+) sur tous les chromosomes à l'exception du chromosome 6 de Métropole et le chromosome 5 de Syrie 229. Egalement, des bandes fines sont marquées sur la totalité des chromosomes. (Figure 11), donc Les bandes spécifiques sont observées sur tous les chromosomes sauf le chromosome 5 de Syrie 229. Signalons, aussi la présence de Paires de satellites localisés sur les chromosomes 3 et 6 de Métropole, alors qu'ils sont absents chez le géotype Syrie 229. Le nombre totale de bandes est de 40 chez le géotype Métropole dont 8 bandes centromériques, 24 intercalaires et 8 télomériques et 39 bandes chez le géotype Syrie 229 dont 1 bandes centromérique, 31 intercalaires et 7 télomériques. (Tableau 6).

.Tableau6 : Nombre et localisation des bandes C sur les chromosomes des géotypes Syrie et Métropole

Géotypes <i>dulensculinaris</i>					
Bandes hétérochromatique-C					
Géotype	Nombre de la paire	Bandes centromériques	Bandes intercalaires	Bandes télomériques	Chromosome B
Métropole	1	2	7	1	
	2	0	2	2	
	3	3	4	1	
	4	1	3	2	
	5	1	3	1	
	6	0	2	1	
	7	1	3	0	
Totale des bandes		8	24	8	40
Syrie 229	1	0	6	0	
	2	0	5	1	
	3	0	4	0	
	4	0	3	4	
	5	0	3	0	
	6	1	5	2	
	7	0	5	0	
Totale des bandes		1	31	7	39

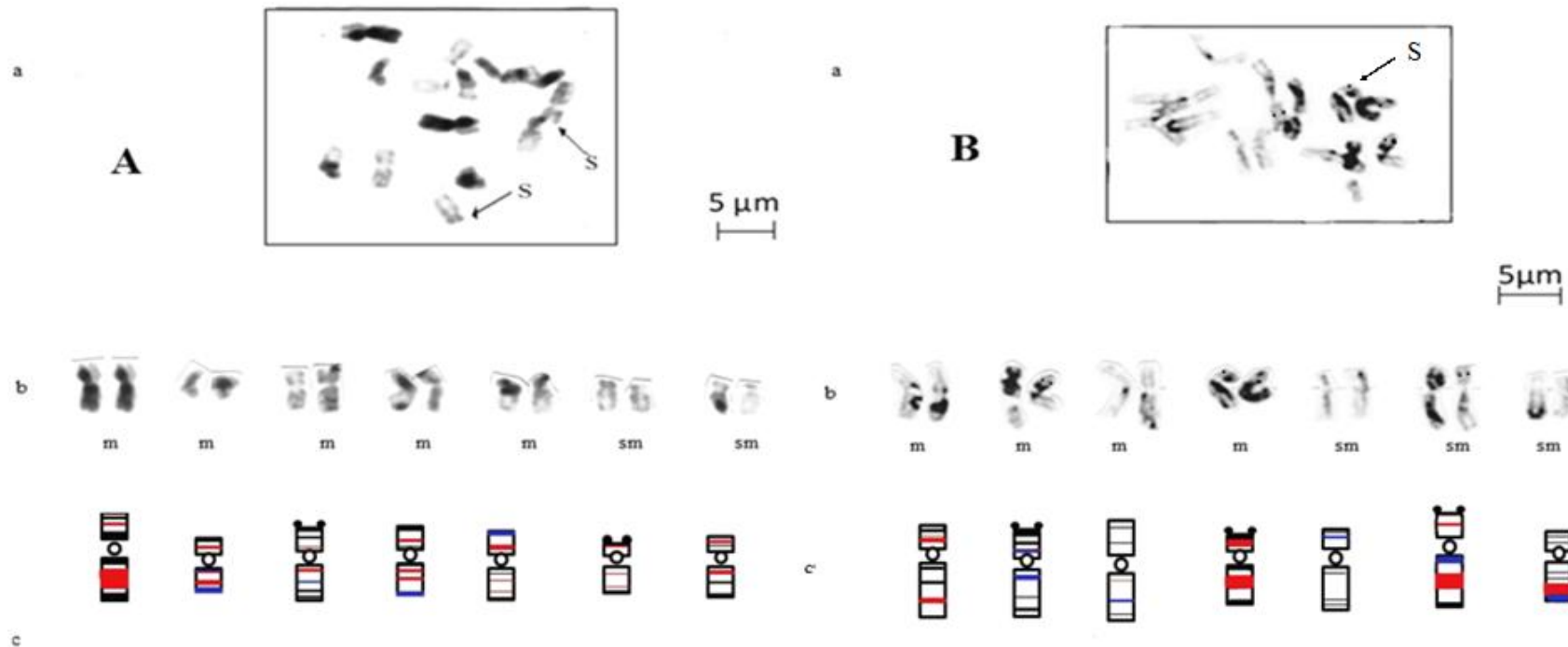


Figure 11: Caryotypes en (C-banding) de l'espèce *Lens culinaris* Medik (génotype A: Métropole, génotype B: Syrie).

a- Plaque métaphasique.

b- Caryogramme.

c- Idiogramme. les bandes colorées en rouge sont spécifiques aux génotype A les bandes colorées en bleu sont communes chez les génotypes: Flip, Syrie et Dahra.

c'- Idiogramme. les bandes colorées en rouge sont spécifiques aux génotype B et les bandes colorées en bleu sont communes chez les génotypes: Dahra, Flip, Métropole et Idlep.

✓ **Caryotypes des Génotypes Flip90-31 et Idlep I**

L'analyse en bandes C chromosomes révèle peu de bandes sombres et beaucoup de bandes fines spécifiques sur la totalité des chromosomes. Notons la présence de deux chromosomes B, chez le génotype Flip (Figure 12). Aussi la présence de paires de satellites localisés sur le chromosome 3 de Flip 90-31 et sur le chromosome 4 de Idlep I. Le nombre totale des bandes est 38 chez le génotype Flip 90-31 dont 8 bandes centromériques, 23 intercalaires et 7 télomériques. Et 36 bandes chez le génotype Idlep I dont 7 bandes centromériques, 25 intercalaires et 4 télomériques (Tableau 7).

Tableau 7 : Nombre et localisation des bandes C sur les chromosomes des génotypes Flip 90-31 et Idlep I.

Génotypes du <i>lensculinaris</i>					
Bandes hétérochromatiques(C⁺)					
Génotype	Nombre de la paire	Bandes centromériques	Bandes intercalaires	Bandes télomériques	Chromosome B
Flip 90-31	1	2	4	2	2 hétérochromatiques
	2	2	4	1	
	3	1	4	0	
	4	1	3	1	
	5	0	2	2	
	6	1	3	1	
	7	1	3	0	
Totale des bandes		8	23	7	38
Idlep I	1	1	4	1	
	2	1	5	0	
	3	1	3	1	
	4	0	4	1	
	5	1	4	0	
	6	2	3	0	
	7	1	2	1	
Totale des bandes		7	25	4	36

Egalement, nous avons pu mettre en évidence, des chromosomes B (type hétérochromatiques) chez les génotypes Dahra et Flip 90-31. (Figure 12).

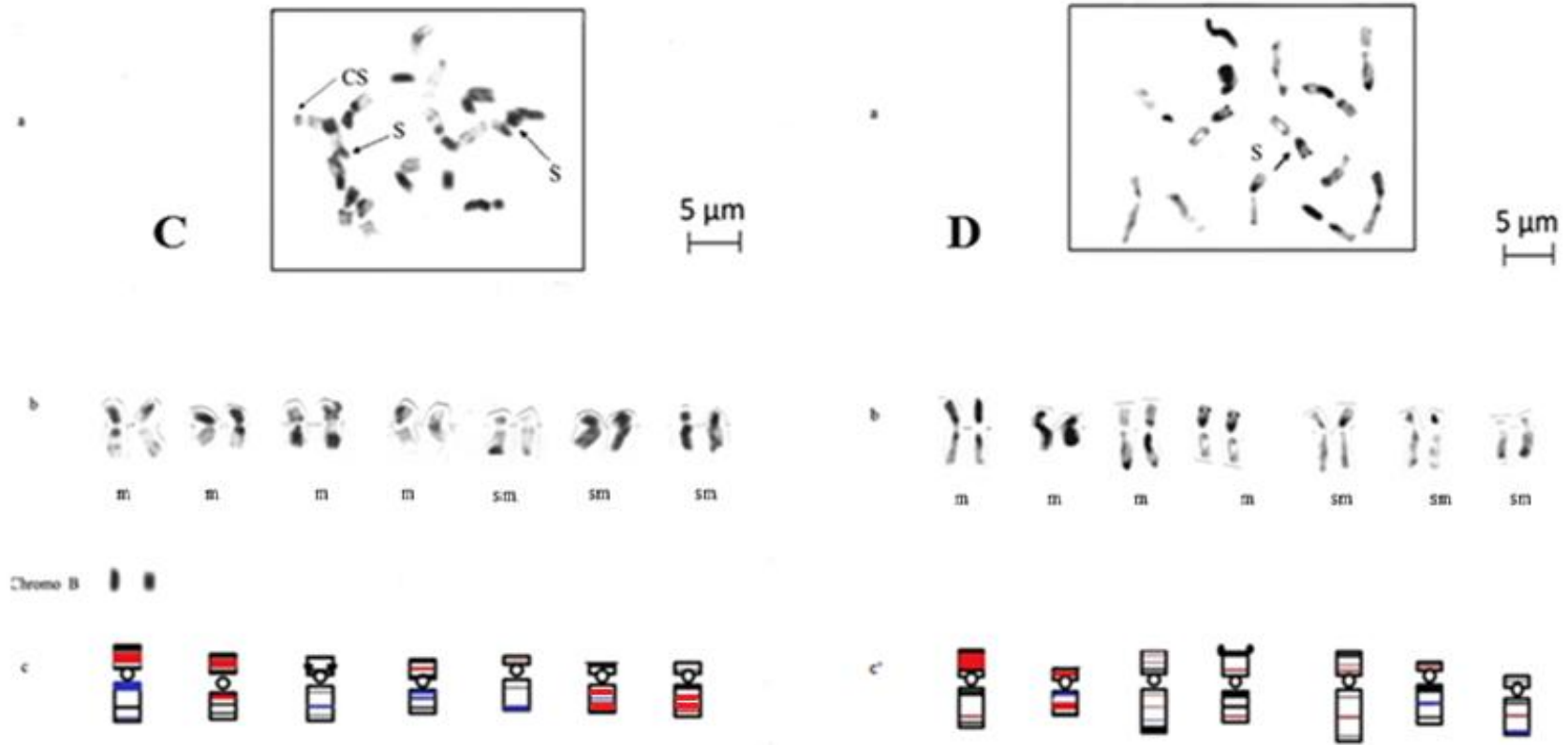


Figure 12: caryotypes en (C-banding) de l'espèce *Lens culinaris* Medik (génotype C: Flp, génotype D: Idlep).

a- Plaque métaphasique

b- caryogramme

c- Idiogramme. les bandes spécifiques aux génotype C, les bandes colorées en bleu sont communes chez les génotypes: Syrie, Métropole et Idlep.

c'- Idiogramme. les bandes spécifiques aux génotype D, les bandes colorées en bleu sont communes chez les génotypes: Syrie, Métropole et Dahra.

III-2 Discussion

L'analyse de la distribution de l'hétérochromatine constitutive (séquences d'ADN hautement répétées non codantes riche en bases CG) à révélé quelle se trouve sous forme d'épaisses, sombres et de fines bandes C sur les deux bras de tous les chromosomes du génome de *Lens culinaris*.

La comparaison des caryotypes de cinq génotypes montre une grande hétérogénéité structurale (hétérochromatine constitutive) marquée par des épaisses et sombres bandes C+ (propres aux génotypes) sur les zonages des chromosomes. L'analyse inter-chromosomique révèle beaucoup de variations au sein des génotypes et entre les génotypes:

-variabilité inter- génotypes

Le chromosome 1, en comparaison à ceux des autres génotypes, présente d'importantes bandes hétérochromatiques supplémentaires observé chez le génotype Métropole.

Les chromosomes 2, 3, 4, 5 et 7 qui révèlent beaucoup de bandes hétérochromatiques spécifiques sont ceux observés chez le génotype Dahra. Seul le chromosome 6 du génotype Syrie 229, est le plus riche en hétérochromatine par rapport aux autres (Figure 13).

Les résultats obtenus, nous a permis d'étudier trois caractères chez la lentille cultivée voir (Tableau 8).

Tableau8 : Etude de quelques caractères chez le *Lens culinaris*

Caractères Génotypes		Taux d'hétérochromatine	Nombre et localisation			Nombre de chromosome B
			S	CS	localisation	
<i>Lens culinaris</i>	Dahra	70,3%	3	1	2 (BC) et 1 proche au centromère (BL)	1
	Métropole	60%	2	0	2 (BC)	0
	Syrie 229	58%	3	0	3 (BC)	0
	Flip 90- 31	55,2%	1	0	1 proche au centromère (BC)	2
	Idlep1	50%	1	0	1 (BC)	0



Figure 13 : Polymorphisme hétérochromatique chez le génome de l'espèce *Lens culinaris*: Les chromosomes de cinq génotypes sont marqués par les bandes C+.

En effet, Le génotype Dahra montre un surcharge en hétérochromatine constitutive. Les génotypes Métropoles et Syrie229 en sont moyennement riches. Alors que, les génotypes Flip90-31 et Idlep1 en sont pauvres (Figure 13).

-variabilité intra- génotype

Nous avons pu observer une différence structurale remarquable (nombre, intensité et emplacement des bandes C) au sein des paires chromosomiques 1 et 5. Ceci signifie que les chromosomes sont marqués par les deux types d'hétérochromatines.

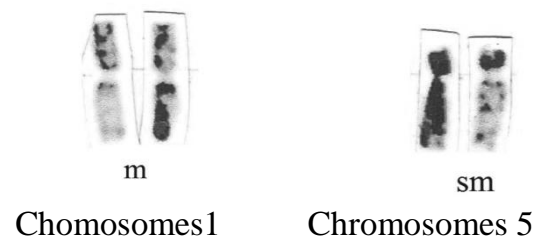


Figure14 : Détection des deux types d'hétérochromatine (constitutive et facultative) chez le génotype Dahra

Rappelons que, toutes les variations révélées par le C-banding sont dues probablement à l'amplification ou à la réduction de la quantité des séquences d'ADN hautement répétées dans ces régions (Friebe et Gill, 1994, Gill, 2009).

Nos résultats, en comparaison à ceux des auteurs (Gaffarzadeh et *al.*, 2007), sont presque similaires à l'exception ceux du génotype **Dahra** qui révèlent d'importantes variations des bandes C+ témoignant d'une plus grande richesse en hétérochromatine.

La localisation et le nombre des zones vitales des chromosomes (Satellites et constriction secondaires) sont différents par rapport à ceux observés par les auteurs (Galasso et *al.*, 2001, Gaffarzadeh et *al.*, 2007). Ces derniers ont pu mettre en évidence une paire de satellite sur le chromosome 4 (bras long proche au centromère) du *Lens culinaris* (7 génotypes), alors que dans notre cas, les satellites sont situés sur les chromosomes marqueurs des cinq génotypes en positions différentes (Tableau 7). Également, signalons la présence d'une construction secondaire marquée sur le chromosome 7 (bras court) de Dahra. Dont elle est absente chez les génotypes de référence. (Abboet *al.*, 1994), (Kumaret *al.*, 2001) et (Galasso et *al.*, 2001) ont signalé la présence d'un organisateur nucléolaire (N.O.R) sur le chromosome 4 par hybridation *in situ*, en utilisant la sonde (pTa71). Les satellites sont toujours associés aux organisateurs nucléolaires (N.O.R) qui codent pour les gènes ribosomiques.

Contrairement aux auteurs (Galasso et *al.* 2001, Gaffarzadeh et *al.* 2007), nos résultats montrent, l'existence des chromosomes B, observés chez les génotypes Dahra (en nombre de 1) et Métropole (en nombre de 2). D'après la littérature, (Sarvella 1959; Stebinn, 1971, Amirouche, 2007, Hammouda et Khalfallah, 2008 ; 2013, 2015), deux facteurs jouant un rôle important dans l'adaptation du végétal aux Conditions difficiles du milieu:

Le taux d'hétérochromatine et le nombre des chromosomes B.

A l'issue de nos travaux, nous pouvons retenir que :

- Chez la lentille cultivée, Un pourcentage de polymorphisme hétérochromatique intra et inter-génotypes 60% est décelé dans les profils des bandes, témoignant un taux important d'hétérochromatine C+. (Tableau 9).

Tableau 09 : Pourcentage des polymorphismes hétérochromatiques détectés par les bandes C chez l'espèce *Lens culinaris* Medik.

Bandes Génotypes	Bandes hétérochromatiques polymorphes					Polymorphisme %
	Bandes C	Bandes I	Bandes T	Chromosome B	Nbre Totale	
Dahra locale	5	45	4	1	54	70,3%
Métropole	8	24	8	/	40	60%
Syrie 229	1	31	7	/	39	58%
Flip90-31	8	23	7	2	38	55,2%
IdlepI	7	25	4	/	36	50%

% de polymorphisme totale = (Nombre totale des bandes polymorphes de toute les génotypes / Nombre totale de bandes C) × 100 (Bushreen, 2007).

% de polymorphisme totale = $124/207 \times 100$

% de polymorphisme totale = 60%

- -la présence des satellites et construction secondaires localisés sur des chromosomes marqueurs, renfermant des zones (N.O.R) codantes pour les gènes ribosomiques
- le génotype Dahra serait très adapté aux conditions climatiques défavorables, par rapport aux autres génotypes

Conclusion

Et

perspectives

Conclusion :

L'analyse chromosomique des géotypes de cette espèce a montrée des variations structurales inter et intra-géotypique, selon les critères qu'on a choisi pour les identifier et les caractérisés (géotypes), citons : la distribution de l'hétérochromatine d'ADN et la présence des satellites ainsi que le nombre des chromosomes B, ce qui caractérise le géotype Dahra, signalons que ce géotype présente un taux de polymorphisme majoritaire par rapport aux autres géotypes, des bandes hétérochromatiques épaisseet intense, présence des satellites (1ér el la 2éme paire),un chromosome B ainsi qu'une construction secondaire, se qui la rendre un géotype modèle pour l'espèce *Lens culinaris* Medik.

La présence des satellites est remarquable chez les géotypes Métropole, Syrie et Idlep, notons 02 chromosomes B pour le géotype Flip, l'analyse révèle aussi que ces géotypes sont moyennement riches en hétérochromatine.

Cette hétérogénéité observés chez Lens a montrée un taux très élevé en polymorphisme ce qui présente un intérêt majeur al'échelle économique et agronomique,car cette richesse en Hétérochromatine et chromosome B se traduite sur le champ par une adaptation et une résistance face aux facteurs environnementale défavorable.

Conclusion et perspectives

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

- Marquage au Fluorochrome-banding , qui permet de mesurer l'effet de l'hétérochromatine sur la quantité d'ADN.
- Marquage au N-banding pour localiser les régions organisatrices nucléolaires (N.O.R) qui codent pour les gènes ribosomiques
 - L'hybridation *in situ* (FISH) pour localiser les gènes ribosomiaux et mettre en évidence des mutations de type translocation ou inversion.
- La technologie de RAPD et RFLP pour étudier la variabilité génétique des gènes.
 - Enfin, établir une cartographie génétique des gènes ribosomiques et chromosomes marqueurs.

References bibliographies

1. **Abbo et al.**, 1994. Detection of ribosomal DNA sites in lentil and chickpea by fluorescent *in situ hybridization*. *Genome*, 37, 713-716p.
2. **Ait Abdallah**, 2011. Culture et cout de production des grandes cultures. P 84. ISBN : 978- 9961-88-18-7.
3. **Amirouche**, 2007. Étude comparative de la caryomorphologie chez six génotypes du *lens culinaris* Medik.
4. **Annane et Haddad** ,2015 : Caractérisation cytogénétique des deux espèces légumineuses (*Lens culinaris*Medik, *Vicia faba*L.), Université des Frères Mentouri Constantine.19, 21, 23, 28, 31,37p
5. **Schneider, Huyghe, et al.**, 2015. Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables. P : 11, 31, 33.
6. **Anonyme 1**, 2015 .Fiche Technique Grandes Cultures Biologiques des Chambres d'agriculture de Bourgogne et du SEDARB Lentille *Lens culinaris*.p 1.
7. **Anonyme 2**, 2012. Fiche Technique MARKAL Produits Alimentaires, lentilles vertes biologiques.p 1.
8. **Badev et al.**, 1991. Formation of a synthetic karyotype of tetraploid triticales.*Génome*.35, n°2, 311,317 p
9. **Baudoin**, 2001. Contribution des ressources phylogénétiques à la sélection variétale delégumineuses alimentaires tropicales. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ* ; 5(4) : 221-230.
- 10.**Bejiga**. 2006. *Lens culinaris*Medik. Fiche de Protabase. Brink, M. and Belay G.(Editeurs). PROTA (Plant Resources of Tropical African/ Ressources végétales de l'Afrietropicale), Wageniniges. Pays Bas.
- 11.**Bernard** ,1992. Dèveloppement et application des techniques de coloration différentielles des chromosomes chez les végétaux : caryotypes et structures

- chromosomiques, identification des espèces et relations phylétiques. Société Française de Génétique 8(3), I-XII.
12. **Brink et al.**, 2014. Diversité et structure génétiques des populations de *Rhizobium leguminosarum symbiovarviciae* isolées du pois (*Pisum sativum*) et de la lentille (*Lens culinaris*) cultivés dans deux zones éco-climatiques subhumide et semi-aride de l'est algérien. P : 29, 30, 31.
 13. **Brink, Belay, 2006**. Céréales et légumes secs, ressources végétales de l'Afrique tropicale. Fondation Prota, Wageningen, Pays-Bas. P: 102.
 14. **Camatchou, 2005**. B chromosomes. In .Gregry TR (ed) The evolution of the genome. Elsevier, San Diego, PP 223-286.
 15. **Chahota et al., 2007**. Predicting Transgressive Segregants in early generation using single seed descent method-derived micro-macrospore gene pool of lentil (*Lens culinaris* Medikus). Euphytica **156**: 305–310.
 16. **Cokkizgin et Shtaya, 2013**. Lentil: Origin, Cultivation Techniques, Utilization and Advances in Transformation. Agricultural Science Volume 1, Issue 1. P: 55-62.
 17. **Comeau et Jahier ,2005** : Sauvetage d'embryons zygotiques et hybridations interspécifiques. Biotechnologie. Unisat. Université Audiovisuelle. Francophone. 41-70.
 18. **Cubero, J. I. (1981)**. Origin, domestication and evolution. In C. Webb and G. C. Hawtin (Eds.), Lentils. Commonwealth Agricultural Bureau, Slough, UK. P : 15-38.
 19. **FAO. 2006**. Deuxième rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques, INRAA. FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture).
 20. **FAOSTAT-Agriculture 2011**. Food and agricultural commodities production. Food and agriculture organization. Rome.

21. **Fareh B et Aidouni D, 2015** :Etude comparative des caryotypes de deux espèces légumineuses : *Lens culinaris* Medik., et *Cicer arietinum* L. Université des Frères Mentouri Constantine. 16, 17, et 24p.
22. **Friebe et Gill, 1994**: C-banding polymorphism and structural rearrangements detected in common wheat (*Triticum aestivum*) .Euphytica .78(1-2) :1-5.
23. **Gaffarzadeh-Namazi, L. R., Asghari-Zakaria, N. et K., BabaeianKazemi-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.
24. **Galasso , Schmidt et Pignone 2001**. Identification of *Lens culinaris* sp. *culinaris* chromosomes by physical mapping of repetitive DNA sequences. Chromosome 9, 199-209p.
25. **Hammouda ,Khalfallah 2015**. Étude comparative de la caryomorphologie chez six génotypes du *Lens culinaris* Medik. *European Scientific Journal*, 11(24). Etude comparative de la caryomorphologie, chez six génotypes du *Lens culinaris* Medik 2, 3, 5, 12p
26. **Hammouda, Khalfallah, 2008**. Comparative analysis of D and R genomes in wheat (*Triticum aestivum* L.) and their genitors (*Triticum dicoccoides* L., *Triticum monococcum* L.) by N-banding. *Caryologia*, 61(3), 245-252p
27. **Hammouda, 2013**. Evolution et organisation du génome chez *Triticum aestivum* L. Thèse de Doctorat en Sciences, Génétique et Amélioration des Plantes, Université de Constantine 1, Algérie, 2013, 114p.
28. **Hanane, 2012**. Etude de l'effet du stress salin (NaCl) sur le comportement écophysologique d'une légumineuse cultivée (Doctoral dissertation, Université Ahmed Ben Bella d'Oran 1 Es Senia 32, 34, 37p
29. **Hanelt, 2001**. *Lens* Mill. In P. Hanelt (Ed.), *Mansfeld's encyclopedia of agricultural and horticultural crops*. Vol. 2. P: 849–852). *Lens culinaris* Medicus Vorl. Churpf. Phys.-Okon. Ges., 2, 3, 6, 1

30. **Kumar et al., 2001.** A study of nucleolar organizer in lentil using Fish and spore quartet analysis. *Cytologia*, 66,247-252.
31. **Ladizinsky et al., 2003.** Document de biologie BIO. La biologie de *Lens culinaris* Medikus (Lentille). Agence canadienne d'inspection des aliments.
32. **Vicar et al., 2010.** Lentils in Saskatchewan. Fact Sheet. Saskatchewan Ministry of Agriculture.
33. **Cubero et al., 2015-2016.** Etude des myco-pathogènes de *Lens culinaris* et évaluation de l'effet de deux souches de *Trichoderma harzianum* : cas de la Fusariose et de la Cylindrosporiose. P : 10, 11.
34. **Riah, 2014.** Diversité et structure génétique des populations de *Rhizobium leguminosarum symbiovar viciae* isolées du pois (*Pisum sativum*) et de la lentille (*Lens culinaris*) cultivés dans deux zones éco-climatiques subhumide et semi-aride de l'est algérien (Doctorat en science Université Constantine 1) p 45.
35. **Saskatchewan, 2000.** Pulse production manual. Saskatchewan Pulse Growers, Saskatoon SK.
36. **Saskatchewan, 2002.** Lentil in Saskatchewan. Saskatchewan Agriculture and Food, Regina. 25, 205 p.
37. **Schwarzacher, 1980.** Application of Giemsa banding to Orchid karyotype analysis *PL. Syst Evol.* 134, 193-297.
38. **Souci, Fachmann et Kraut, 2008.** La composition des aliments. Tableaux des valeurs nutritives, 7e édition, 2008, MedPharmScientificPublishers / Taylor & Francis, ISBN 978-3-8047-5038-8p.
39. **Tahir, 2011.** Characterization of raffinose family oligosaccharides in lentil seeds (Doctoral dissertation). 20p
40. **Ullman 2005.** Botanica.. ISBN/ 978-3-8480-0286-3.
41. **Vadenberg et Slinkard, Ait, FAO, Journet et al, Boudoin et al, Pichonet et al., 2015.** Etudes de l'effet de stress salin sur la nodulation et sur quelques paramètres biochimiques et morphologiques de la lentille.

42. **Vandenberg, Slinkard, 1990.** Genetics of seed coats color and pattern in lentil. *Journal of Heredity*. **81**: 484–488.
43. **Willey, 1979. Journet et Mechelot-Antalik, 2015.** Etude des performances de légumineuses à graines selon leur mode d’insertion dans les systèmes de culture en Midi-Pyrénées : suivi d’un observatoire de parcelles de lentille, d’association lentille-blé, et de soja. P : 7.

Sites internet :

<https://www.google.dz/search?q=lens+culinaris+medik+%2B+image&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwjNxLK25LfUAhUCuhQKHeRgCtwQsAQILA&biw=1366&bih=638#imgrc=No6gzRyHdcP-BM:>

<https://www.google.dz/search?q=lens+culinaris+medik+%2B+image+plante+%2B+gousses&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwir1-fp5LfUAhVBSBQKHUMaAS8QsAQIIA&biw=1366&bih=638#tbn=isch&q=lens+culinaris+medik+%2B+gousses%2B+fruit+&imgrc=QeCoSNhRWptqYM:>

<http://www.tela-botanica.org/eflore/BDNFF/4.02/nm/38239/synthese.>

www.markal.fr.

[file:///C:/Users/TRUST%20Computer/Desktop/M%C3%A9moire%20M2%20B.T.G.V/Lens%20culinaris%20\(ROTA\)%20%E2%80%94%20PlantUse.htm.](file:///C:/Users/TRUST%20Computer/Desktop/M%C3%A9moire%20M2%20B.T.G.V/Lens%20culinaris%20(ROTA)%20%E2%80%94%20PlantUse.htm)

[file:///C:/Users/TRUST%20Computer/Desktop/M%C3%A9moire%20M2%20B.T.G.V/La%20biologie%20du%20Lens%20culinaris%20Medikus%20\(lentille\)%20-%20V%C3%A9g%C3%A9taux%20 .htm](file:///C:/Users/TRUST%20Computer/Desktop/M%C3%A9moire%20M2%20B.T.G.V/La%20biologie%20du%20Lens%20culinaris%20Medikus%20(lentille)%20-%20V%C3%A9g%C3%A9taux%20.htm)

<file:///C:/Users/TRUST%20Computer/Downloads/C-banding.htm>

<https://www.google.dz/search?q=lens+culinaris+medik+%2B+image&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwjNxLK25LfUAhUCuhQKHeRgCtwQsAQILA&biw=1366&bih=638#imgrc=No6gzRyHdcP-BM>

<https://dz.kompass.com/.../institut-national-de-la-recherche-agronomi...>

INRAA - Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie. BP 200 16010

Thème : Identification et caractérisation de l'hétérochromatine (GC) chez cinq génotypes de l'espèce *Lens culinaris* Medik.

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

Résumé

Notre étude porte sur le marquage de l'hétérochromatine correspondant à des séquences d'ADN hautement répétées (riche en bases CG) dans les chromosomes de l'espèce *Lens culinaris* Medik (5 génotypes), Grâce à la technique de coloration différentielle C-banding. L'analyse génomique du *Lens culinaris* Medik ($2n=2x=14$) a montré un taux élevé d'hétérochromatine chez le génotype Dahra. Les génotypes Metropole et Syrie 229 sont moyennement riches en hétérochromatine, alors que les génotypes Flip 90.-31 et Idlep sont pauvres. Également, notons la présence des satellites et les chromosomes B. Toutes ces variations indiquent la présence d'un polymorphisme intra et inter génotypes. Les résultats obtenus confirment l'existence de la relation entre la surcharge en hétérochromatine et l'adaptation du végétal aux conditions défavorables de l'environnement. Le génotype Dahra serait très bien adapté aux conditions difficiles du milieu.

Mots clés : *Lens culinaris* Medik, C-banding, Hétérochromatine, Satellites, Chromosomes B, Polymorphisme

Laboratoire de recherche : Laboratoire de Génétique, Biochimie et Biotechnologies Végétales.

Jury d'évaluation :

Président du jury : Mme. BOUSBAA. Ratiba (Maitre des conférences A- UFM Constantine 1).

Rapporteur : Mme. HAMMOUDA. BOUSBIA. Dounia (Maitre des conférences - UFM Constantine 1).

Examineur : Mr. KELLOU. Kamel (Maitre-assistant A-UFM Constantine 1.)

Date de soutenance : 19 /06/2017