



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



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

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie Et Ecologie Végétale

قسم : بيولوجيا و 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 Physiologie Végétale.

Intitulé :

Localisation des N.O.R (riches en gènes ribosomiques) chez des géotypes du *Lens culinaris* Medik.

Présenté et soutenu par : AISSANI Chahrazed et ACHI Alia.

Le : 24 /06/2018

Jury d'évaluation :

Président du jury : KARA Karima. (Maître des conférences A- UFM Constantine 1).

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

Examineurs : CHAIB Ghania. (Maître des conférences A- UFM Constantine 1).

*Année universitaire
2017 - 2018*

Remerciements

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce à l'aide de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma reconnaissance.

Je tiens tout d'abord à adresser ma gratitude à la directrice de ce mémoire, Madame HAMMOUDA Dounia Maître de conférences à l'université des frères Mentouri-Constantine 1, pour sa patience, sa disponibilité et ses précieux conseils.

Je tiens aussi à remercier aussi Madame KARA Karima Maître de conférences à l'université des frères Mentouri-Constantine 1, d'avoir accepté de présider le jury.

Je remercie également Madame CHAIB Ghania Maître de conférences à l'université des frères Mentouri-Constantine 1, d'avoir accepté d'examiner mon travail.

Je voudrais remercier mes enseignants qui m'ont donné les outils nécessaires à la réussite de mes études universitaires.

J'aimerais également exprimer ma reconnaissance à Melle DJAGHAR Radia et Mme HAMADI Hamida, tout au long de ma démarche elles ont grandement facilité mon travail.

Enfin je tiens à remercier tous mes amis et camarades pour leur support moral.

Je dédie ce modeste travail

*A l'homme de ma vie, mon exemple éternel, mon soutien moral et Source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour Me voir réussir ; mon **papa** que dieu te garde dans notre vie.*

*A la lumière de mes jours, la source de tendresse et de mes efforts, la flamme de Mon cœur, ma vie et mon bonheur ; **maman** que j'adore. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond Amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et T'accorder santé, longue vie et bonheur.*

*Aux personnes qui j'aime beaucoup, ma sœur **Rayene** et mon frère **Ninou**, mes petites **Yasmine, Lina & Abdou**.*

*A celui que j'adore et qui m'a soutenue tout au long de Ce projet, Mon ange et ma fidèle copine mon binôme : **Alia** sans oublier la famille **Achi**.*

*Aux personnes qui m'ont toujours aidé et encouragé, qui étaient Toujours à mes côtés, et qui m'ont accompagné durant mon Chemin d'études, mes aimables **Med. Saïd & Lamis** et **Leïla**, collègues d'étude, et frères de cœur, **Affaf, Younes, Billel, Mohammed**.*

*A notre chère et dynamique professeur **Hammouda Dounia**, Sans votre aide, tes conseils et tes encouragements ce travail n'aurait vu le jour.*

Et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour que ce Projet soit possible, je vous dis merci.

Chahrazed

Dédicace

Je dédie ce mémoire à mes

Chers parents que j'aime et pour leur grand soutien

Et leurs encouragements

À ma grande sœur Ouafa et mon frère Mohamed

À toutes mes tantes et cousines

Lilia

Maya

Malak

Et Anaghim

*À mon professeur et encadreur Mme Hammouda Dounia que je tiens
à remercier du fond du cœur de son immense aide*

Sans oublier mes amis et camarades de la promo BPV 18

*À tous ceux qui m'ont encouragé et soutenu pour accomplir mon
travail*

*À toi Chahrazed camarade, binôme et ma copine de cœur, merci pour
ton sens de l'humour et ton âme joyeuse sans toi ce projet aurait un
autre gout*

ALIA

Résumé

Notre étude a été réalisée sur 5 géotypes de l'espèce *Lens culinaris* Medik (Flip90-31, Ibla, Idlep3, Radjas, Syrie229) le but de notre étude est porté sur le marquage des NOR qui correspondent à des constructions riches en séquences d'ADN hautement répétées (riches en gènes ribosomiques) dans les chromosomes, en utilisant la technique de marquage N-banding. L'analyse génomique du *Lens culinaris* Medik ($2n=2X=14$) a montré la présence des NOR dans tous les géotypes, sauf le géotype Syrie, notons aussi la présence des satellites et construction secondaire, ces chromosomes sont dites : chromosomes marqueurs.

Les résultats obtenus, confirment une corrélation positive entre le taux d'hétérochromatine et le nombre des NOR.

Mots clés : *Lens culinaris* Medik, NOR, Hétérochromatine, Satellites, Construction secondaire, N-banding, Chromosomes marqueurs. .

Abstract

Our study was carried out on 5 genotypes of the *Lens culinaris* Medik species (Flip90-31, Ibla, Idlep3, Radjas, Syria229) the aim of our study is focused on the labeling of NORs which correspond to constructions rich in DNA sequences highly repeated (rich in ribosomal genes) in the chromosomes, using the N-banding labeling technique. Genomic analysis of *Lens culinaris* Medik ($2n = 2X = 14$) showed the presence of NOR in all genotypes, except the genotype Syria, note also the presence of satellites and secondary construction, these chromosomes are called: marker chromosomes.

The results obtained confirm a positive correlation between the level of heterochromatin and the number of NORs.

keywords : *Lens culinaris* Medik, NOR, Heterochromatin, Satellites, Secondary Construction, N-banding, Chromosome markers.

الملخص

اجريت دراستنا على 5 تراكيب وراثية لأنواع العدس *Lens culinaris Medik* المتمثلة في (Flip90-31, Idlep3, Ibla, Radjas, Syrie229)، بهدف تحديد NOR المسؤولة عن التركيبات الغنية بالجينات الريبوزومية في تسلسلات ADN الموجودة في الكروموزوم باستعمال تقنية N-bandig، حيث اظهر التحليل الجينومي ل: *Lens culinaris*: $2n=2x=14$ وجود NOR في جميع التراكيب الوراثية ما عدا النمط الوراثي Syrie، مع وجود اقمار (satellites)، وبنية ثانوية

النتائج المحصل عليها تؤكد وجود علاقة ايجابية بين *hétérochromatine* وعدد NOR.

الكلمات المفتاحية :

Lens culinaris Medik, NOR, *Hétérochromatine*, Satellites (الاقمار), Construction secondaire (بنية ثانوية), N-banding, Chromosomes marqueurs.

Liste des figures

Figure 1 : Zones potentielles pour la culture de la lentille.....	2
Figure 2 : Les différentes étapes de la description morphologiques de la plante.....	5
: Cycle de vie de <i>Lens culinaris</i>	6
Figure 4 : <i>Ascochyta lentis</i>	13
<i>Fusarium oxysporum f. sp. lentis</i>	13
Figure 6 : <i>Uromyces fabae</i>	13
Figure 7 : Les différentes phases de la mitose.	15
Figure 8 : La forme d'un chromosome.....	16
Figure 9 : Structure d'un chromosome.....	17
Figure 10 : Schéma représentant les rôles attribués par l'hétérochromatine.....	19
Figure 11 : Structure de l'ADN.....	20
Figure 12 : Localisation de l'ADN satellite et l'ADN répétitif dans un chromosome.....	21
Figure 13 : Structure de l'ADN ribosomique.....	22
Figure 14 : Structure des NOR.....	22
Figure 15 : Les graines des géotypes étudiés de la lentille cultivée.....	26
Figure 16 : Germination des géotypes étudiés de la lentille cultivée.....	27
Figure 17 : Prélèvement des géotypes étudiés.....	28
Figure 18 : Trempage des graines dans la 8 hydroxyquinoline.....	29
Figure 19 : Trempage des lames dans la solution de Giemsa.....	30
Figure 20 : Montage et fixation des préparations.....	31
Figure 21 : L'observation sous le photomicroscope.....	31
Figure 22 : Caryotype en (N- banding) de l'espèce <i>Lens culinaris</i> Medik géotype Flip.....	34
Figure 23 : Caryotype en (N- banding) de l'espèce <i>Lens culinaris</i> Medik géotype Ibla	34
Figure 24 : Caryotype en (N- banding) de l'espèce <i>Lens culinaris</i> Medik géotype Idlep3....	37
Figure 25 : Caryotype en (N-banding) de l'espèce <i>Lens culinaris</i> Medik géotype Radjas.....	37
Figure 26 : Caryotype en (N- banding) de l'espèce <i>Lens culinaris</i> Medik géotype Syrie.....	39

Figure 27 : Polymorphisme hétérochromatique chez le génome de l'espèce <i>Lens culinaris</i> : Les chromosomes de cinq génotypes sont marqués par les bandes N.....	42
Figure 28 : Détection des deux types d'hétérochromatine (consécutive et facultative) chez les génotypes Idlep3 et Ibla confirme la présence d'un polymorphisme intra génotypique.....	44

Liste des tableaux

	Pages
Tableau 1 : Principales variétés de lentille cultivées en Algérie.....	4
Tableau 2 : Valeurs nutritionnelles moyennes de la lentille sèche pour 100 g.....	9
Tableau 3 : Maladies fongiques de la lentille.....	13
Tableau 4 : Liste des génotypes de l'espèce <i>Lens culinaris</i> Medik.....	26
Tableau 5 : Nombre et localisation des bandes N sur les chromosomes des génotypes Idlep3 et Flip.....	33
Tableau 6 : Nombre et localisation des bandes N sur les chromosomes des génotypes Ibla et Radjas.....	36
Tableau 7 : Nombre et localisation des bandes N sur les chromosomes du génotype Syrie.....	38
Tableau 8 : Nombre et localisation des NOR chez les cinq génotypes.....	40
Tableau 9 : Comparaison des génotypes étudiés	43

Liste des abréviations

ADN: Acide désoxyribonucléique.

ARN: Acide ribonucléique.

ARNm : acide ribonucléique messenger.

ARNr : acide ribosomique 5S.

°C : degré Celsius.

CNRS : Centre national de la recherche scientifique.

FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations.

g : Gramme.

h : Heure.

ha : hectare

HC : hétérochromatine.

ICARDA : International Center for Agricultural Research in the Dry Areas.

INRA : Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie.

ITGC : Institut Technique des Grandes Cultures.

m : Métacentrique.

mg : milligramme.

ml : millilitre.

mn : minutes.

µm : Micro mètre.

NOR : organisation ribosomique nucleoléaire.

Ph : Point hydrogène.

% : pourcentage.

Sc : construction secondaire.

SFO : Société Française d'Optique.

sm : submétacentrique.

St : satellite.

V : volume.

Sommaire

Sommaire

INTRODUCTION

CHPITRE 1- Revue bibliographique

1- Historique et origine géographique du <i>Lens culinaris</i> Medik.....	1
- Sa situation en Algérie	1
2- Description générale de la plante	4
2-1- Cycle biologique	5
2-2- Caractères génétiques	6
2-3- Classification et taxonomie	7
3- Intérêts de la lentille	8
4- Stress abiotique chez la lentille	10
4-1- Stress hydrique	10
4-2- Stress salin	11
5- Problèmes phytosanitaires	12

CHAPITRE 2- Données cytogénétiques

1- Mitose somatique	14
2- Définitions	15
2-1- Génome	15
2-2- Chromosome	16
2-3- Caryotype	16
2-3-1- Réalisation du caryotype	17
2-4- Structure du chromosome	17
- Chromatine	17
2-4-1-1- Euchromatine	18
2-4-1-2- Hétérochromatine	18

2-4-1-2-1- Hétérochromatine consécutive	18
2-4-1-2-2- Hétérochromatine facultative	18
2-4-1-3- Rôles attribués à l'hétérochromatine	19
2-4-2- Gène	20
3- Différents types d'ADN	20
3-1- ADN satéllifère	21
3-2- ADN répétitif	21
3-3- ADN ribosomique	22
- Organisation des gènes ribosomiques.....	22
4- Régions organisatrices nucléolaires (NOR)	23
5- Quelques travaux cytogénétiques chez <i>Lens culinaris</i> Medik	23

CHAPITRE 3- Matériel et méthodes

1- Matériel	26
2- Méthodes	27
2-1- Technique de N-banding	27
2-1-1- Germination	27
2-1-2- Prélèvement	28
2-1-3- Prétraitement	28
2-1-4- Fixation	29
2-1-5- Stockage	29
2-1-6- Ecrasement	29
2-1-7- Déllamélation	30
2-1-8- Hydrolyse	30
2-1-9- Dénaturation-renaturation	30
2-1-10- Coloration	30
2-1-11- Montage	31

2-1-12- Observation et photographie	31
---	----

CHAPITRE 4- Résultats et discussion

1- Résultats	32
1-1- Analyse des caryotypes par le N-banding	32
- Organisation et distribution de lh'hétérochromatine.....	32
1-2- Les organisateurs nucléolaires	38
2- Discussion.....	41
2-1- Comparaison structurale et localisation des NOR	41
2-2- Rôle des NOR	42
2-3- Corrélation entre le taux d'hétérochromatine et le nombre des NOR	45
CONCLUSION	46
Références bibliographiques	48

INTRODUCTION

Introduction

Au sens de la FAO, le terme ‘légumineuses’ désigne les plantes récoltées pour l’obtention de grains secs, à l’exclusion des plantes récoltées vertes ou utilisées principalement pour l’extraction d’huile. Les légumineuses telles que les lentilles, les haricots, les pois et les pois chiches constituent une part importante du panier alimentaire de base de nombreuses populations.

Les légumineuses sont une source essentielle de protéines et d’acides aminés d’origine végétale pour tous les habitants de la planète et devraient être consommées dans le cadre d’un régime alimentaire équilibré, propre à lutter contre l’obésité, mais aussi à prévenir et les maladies chroniques telles que le diabète, les pathologies cardiovasculaires et le cancer. En outre, les légumineuses sont des plantes dont les propriétés fixatrices d’azote peuvent contribuer à accroître la fertilité des sols et avoir des effets bénéfiques sur l’environnement. L’Année Internationale des Légumineuses 2016 vise à sensibiliser l’opinion publique aux avantages nutritionnels des légumineuses dans le cadre d’une production vivrière durable, à l’appui de la sécurité alimentaire et nutritionnelle. La célébration de cette Année sera une occasion pour favoriser des rapprochements dans toute la chaîne de production, de manière à mieux exploiter les protéines issues des légumineuses, à renforcer la production de légumineuses à l’échelle mondiale, à tirer un meilleur parti de la rotation de cultures et à trouver des solutions aux problèmes qui se posent dans le commerce des légumineuses. Dans la région du Maghreb, les légumineuses sont une composante essentielle du régime alimentaire de la population et une denrée stratégique au niveau de ses pays (FAO., 2016).

En Algérie, les légumineuses alimentaires appelées “légumes secs” couvrent à l’heure actuelle (campagne 2014-2015) une superficie de 79 600 hectares, donnant une production de 832 000 quintaux pour des besoins estimés à 2,8 millions de quintaux, soit un taux de couverture de 30%. Le reste des besoins, soit 1,9 millions de quintaux est importé pour une valeur de 234 millions de dollars. A travers le programme sectoriel de leur développement pour la période (2016/2021), il s’agit de remédier à cet état de fait en visant un accroissement de la superficie occupée par les légumineuses

alimentaires, qui passerait de 85 000 à 210 000 hectares et une production toutes espèces confondues qui devrait couvrir 100% des besoins (FAO., 2016).

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). Mais très peu de Tavaux réalisés en cytogénétique et moléculaire.

Parmi les légumineuses les plus consommées, citons la lentille cultivée, qui est aujourd'hui cultivée dans la plus part de la région subtropicale et dans l'hémisphère du nord comme le Canada et la région nord ouest du Pacific (ABRAHAM., 2015).

Une étude cytogénétique est réalisée au laboratoire de Génétique, Biochimie et Biotechnologies végétales, sur les ressources phytogénétiques de la lentille cultivée. Nous portons une attention particulière à la technique du marquage « N- banding », appliquée sur les chromosomes de cinq génotypes (introduits et locales) tout en mettant en évidence :

- ✓ La localisation des régions organisatrices nucléolaires (N.O.R).
- ✓ Etablissement des caryotypes des cinq génotypes.

L'analyse Comparative structurale des génotypes étudiés

-le Polymorphisme hétérochromatique intra et inter génotypes

- ✓ la Relation entre la richesse en hétérochromatine, chromosomes B et l'adaptation aux conditions défavorables du milieu.

Le mémoire est structuré en 4 chapitres :

- ✓ Le premier chapitre comprend une revue bibliographique des connaissances du *Lens culinaris* Medik.
- ✓ Le second chapitre consiste aux données cytogénétiques de la lentille.
- ✓ Le troisième chapitre comprendra le matériel et les méthodes appliquées.
- ✓ Un quatrième et le dernier chapitre portera sur l'interprétation et discussion des résultats ainsi qu'une conclusion de cette étude.

Chapitre 1

Revue Bibliographique

1- Historique et origine géographique du *Lens culinaris* Medik

La lentille cultivée (*Lens culinaris* Medik) est l'une des anciennes légumineuses à être cultivée dans le monde (ABRAHAM R., 2015), car les premiers signes archéologiques de cette culture remontent au début de l'âge de pierre, elle est originaire d'Asie de l'ouest puis s'est propagée en méditerranée, en Afrique ensuite en Europe (BAYA B et ERSKINE W., 1998). Le Nil a été un point important dans la diffusion du *Lens* à la fin de l'âge de bronze (ABRAHAM R., 2015).

D'après (LADIZINSKY G., 1984), la trace du *Lens culinaris* Medik en Grèce date de 11.000 ans avant J.C, et en Syrie date de 8.500 ans avant J.C, mais on ne sait pas s'il s'agissait de la lentille cultivée ou la lentille sauvage. L'ancêtre du *Lens culinaris* Medik est le *Lens orientalis*. Le centre d'origine du *Lens culinaris* Medik se situe au Proche-Orient (ZOHARY., 1972), et la mise en culture de l'espèce a débuté dans cette région (ZOHARY et HOPF., 1973).

Dans l'antiquité, elle faisait partie de l'alimentation des Grecs, des Juifs et des Romains, car c'était le plat de subsistance du pauvre surtout en Egypte. Elle a aussi été associée à de nombreuses légendes, contes et coutumes, et le premier légume sec mentionné dans la bible (BAYAA B et ERSKINE W., 1998).

Aujourd'hui, la lentille est cultivée dans la plus part de la région subtropicale et dans l'hémisphère du nord comme le Canada et la région nord-ouest du Pacific (ABRAHAM R., 2015).

- Sa Situation en Algérie

En Algérie, la culture des légumineuses alimentaires, fait partie du paysage agricole depuis des millénaires dans des zones agro-écologiques, et sont utilisées dans la rotation avec les céréales. La culture des lentilles occupe que 1,5% de la totalité des zones réservées aux légumineuses alimentaires, cette culture s'étale sur les deux régions de l'est d'Algérie : Mila avec (2124 ha) et Constantine avec (1091 ha) (HAMMADI H et al, 2018). Les légumineuses constituent une importante source protéique, qui remplace les protéines animales difficilement accessibles à une large couche de population algérienne (RIAH., 2014).

On distinguait les lentilles de culture autochtone et les lentilles de culture européenne. Les premières, cultivées depuis un temps ancestral sont de formes diverses, principalement à petites graines, très appréciées des Algériens (INRAA., 2006). La lentille tend à disparaître du paysage agricole, car très peu de surfaces restent emblavées avec cette culture, ses zones de prédictions sont :

Les hautes plaines (Tiret, Saida, Sétif) ; les plaines intérieures (Bouira, Média, Mila) (INRAA et FAO., 2006).

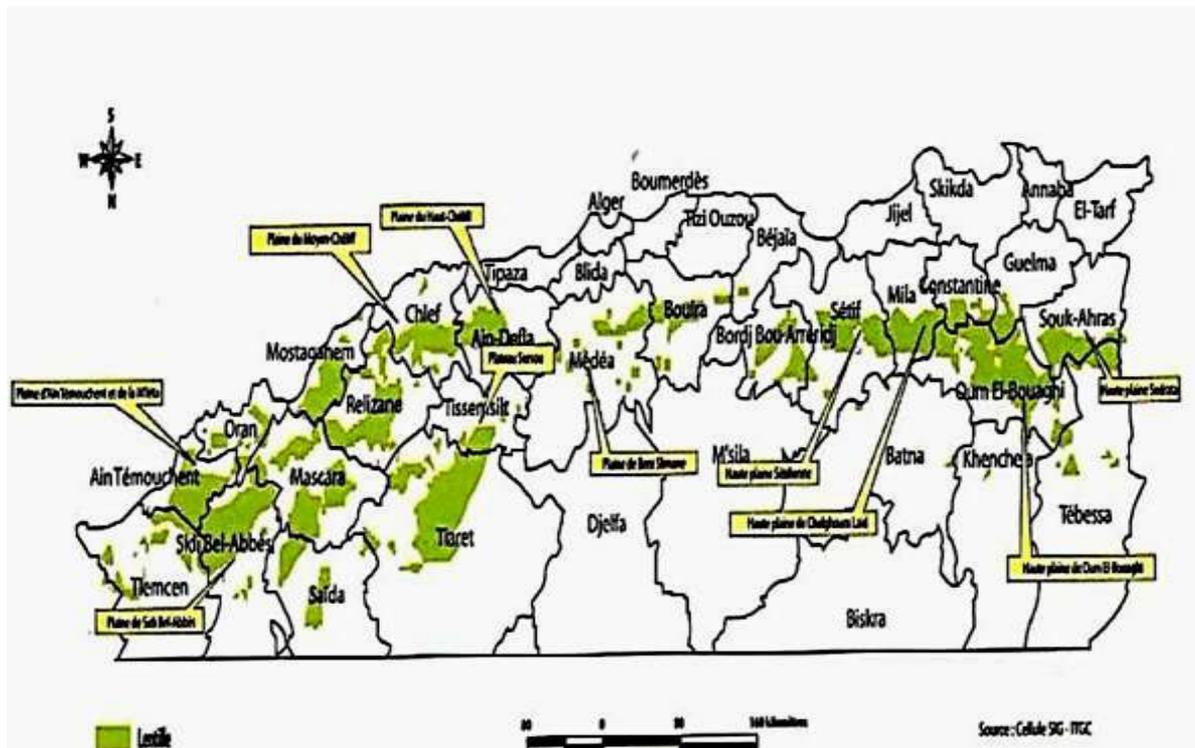


Figure 1 : Zones potentielles pour la culture de la lentille.

Selon l'I.T.G.C, (2013), la culture de la lentille en Algérie demande des exigences particulières :

- **Température** : Plantes résistent aux températures basses, mais sensibles aux gelées pendant la période végétative, et aux fortes températures à la floraison. La température favorable est entre 10C° et 30C°.
- **Eau** : C'est une plante qui tolère la sécheresse.
- **Sol** : Elle peut être cultivée sur différents types de sols, sols légers, pH légèrement acide (6.0).

- **Rotation** : La rotation des lentilles se fait avec les céréales.
- **Semis** : Période de semis entre mi-novembre et mi-décembre.
- **Roulage** : En condition de sécheresse, il est important d'effectuer un roulage pour assurer un bon contact de la graine avec le sol. En conditions de sol assez humide, il est déconseillé d'effectuer un roulage.
- **Variétés** : Les variétés se différencient par leur cycle de développement, mais aussi par la couleur et la forme de la graine. En Algérie, les variétés cultivées sont sélectionnées par l'I.T.G.C, parmi lesquelles nous citons les suivantes (tableau 1)

Tableau 1 : Principales variétés de lentille cultivées en Algérie.

Variétés	Origine	Port	Précocité	Végétation	Nombre de gousses	Nombre de graines	Qualité culinaire
					Par inflorescence	Par gousse	
Large blonde métropole	Isolée en 1942 France	Dressée	Semi précoce	Vigoureuse	2 à 3	2	Très bonne
Large blonde du chili	Isolée en 1952 Chili	Semi érigée	Demi précoce	Assez vigoureuse	2 à 3	1 à 2	Assez bonne
Large verte d'Algérie	Isolée en 1950 Tiaret	S'étale à maturité	Demi précoce	Très vigoureuse	2 à 3	1 à 2	Bonne
				Variétés en multiplication			
Syrie 299	Sélection locale sur population introduite Syrie	Semi érigé	Précoce	vigoureuse	2 à 3	1 à 2	Très bonne
Balkan 755	Sélection locale sur population introduite	Erigé	Demi précoce	vigoureuse	2 à 3	1	Assez bonne
Dahra	Sélection locale sur population introduite	Erigé	Demi précoce	vigoureuse	2 à 3	1 à 2	Très bonne
Métropole	Sélection locale sur population introduite	Erigé	Tardive	vigoureuse	2 à 3	1	Assez bonne
Nil 45	Sélection ICARDA (Syrie)						

2- Description générale de la plante

Plante dicotylédone, herbacée annuelle de 20 à 40 cm de hauteur, fait partie des légumes secs (DUKE J.A., 1981 ; MUEHLBAUER F.J et *al.*, 1985).

- **Racine:** Pivotante mince (SARKER A et *al.*, 2005).
- **Tige :** Dressée et très rameuse, carrée mince, atteinte rarement plus de 45 cm de hauteur et a une croissance indéfinie (SASKATCHEWAN., 2002 ; SASKATCHEWAN Pulse Growers., 2000).
- **Feuilles :** alternes, composés et pennées à 5-16 folioles, généralement terminées par une vrille ou une soie (SLINKARD AE., 1990).
- **Fleurs et floraison :** à la corolle papilionacée typique de la sous-famille des *Fabaceae* (VANDENBERG A et SLINKARD AE., 1990), sont de couleur blanche ou bleue pâle et groupées par petites grappes de deux à quatre (VANDENBERG A et SLINKARD AE., 1990).
- La floraison estivale intervient entre mai et juillet (BRINK M et BELAY G., 2006).
- **Fruit :** Gousse rhomboïde aplatie, courte, contenant deux graines aplaties en forme caractéristique de disque faiblement bombé (VANDENBERG A et SLINKARD AE., 1990).
- La couleur des graines varie Selon les variétés des plus pâles (vert pâle, blond, rose) au plus foncé (vert foncé, brun, violacé...).



Figure 2 : Les différentes étapes de la description morphologiques de la plante.

2-1 Cycle biologique

La lentille est habituellement autogame, mais la pollinisation croisée par les insectes peut atteindre 1% (BRINK M et BELAY G., 2006).

Lorsque les températures sont optimales, les graines de lentille germent en 5 à 6 jours. La floraison débute 6 à 7 semaines 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 G., 2006). Celui-ci comprend deux phases (SCHWARTZ D et LANGHAM., 2012).

- **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.

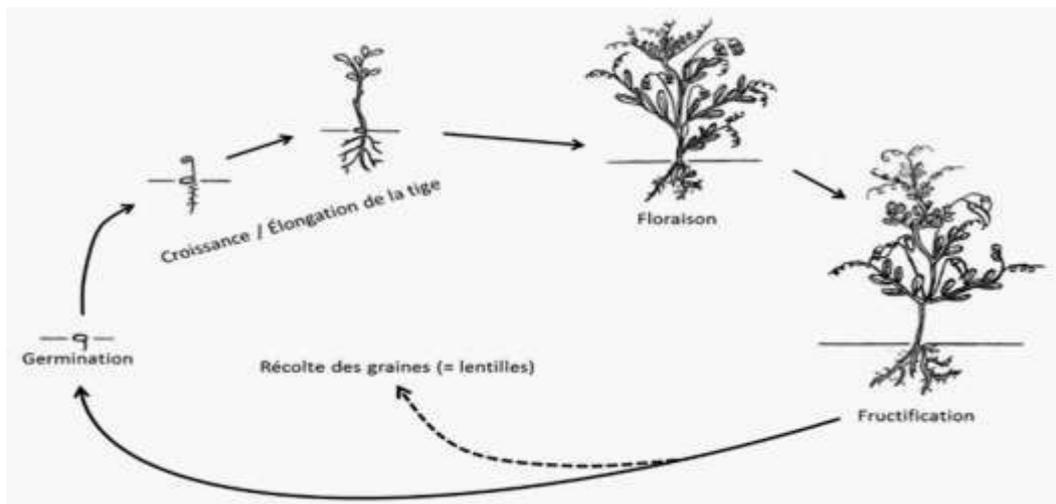


Figure 3: cycle de vie de la lentille cultivée

2-2- Caractères génétiques

La plupart des génotypes de l'espèce sauvage *Lens orientalis* ($2n=2x=14$) s'hybrident librement avec le *Lens culinaris* Medik ($2n=2x=14$), et ces deux espèces sont isolées des autres sur le plan génétique. Le *Lens culinaris* Medik peut aussi s'hybrider avec les autres espèces du genre *Lens*, mais ces croisements se caractérisent par une fréquence élevée d'embryons avortés, d'embryons albinos, de plantules albinos et de réarrangements chromosomiques entraînant la stérilité des semis hybrides atteignant la maturité (LADIZINSKY G., 1993).

Lors d'une révision récente du genre *Lens*, des espèces ont été reconnues sur la base de caractères morphologiques de la capacité à s'hybrider, et de données cytogénétiques, biochimiques et moléculaires :

- *Lens culinaris* Medikus.
- *L. orientalis* (Boiss.) Hand.-Maz., ancêtre du *L. culinaris*.
- *L. nigricans* (M. Bieb.) Grand.
- *L. ervoides* (Bring.) Grand.
- *L. odemensis* Ladiz.
- *L. lamottei* Czefranova.
- *L. tomentosus* Ladiz (**LADIZINSKY G et al., 1984; VAN OSS et al, 1997**).

Les cultivars de lentilles ont été divisés en deux groupes principalement sur la base de la taille des graines :

–**Groupe *Microsperma*** : fleurs petites, bleu-violet à blanches ou roses, gousses petites, convexes, graines petites, convexes, cotylédons rouges, orange ou jaunes ; le Groupe domine en Asie, en Egypte et en Ethiopie (**BRINK M et BELAY G., 2006**).

–**Groupe *Macrosperma*** : fleurs grandes, blanches, rarement bleues, gousses grandes, généralement plates, graines grosses, aplaties, cotylédons généralement jaunes, parfois orange. Ce Groupe est prédominant en Afrique du Nord, en Europe et en Amérique (**BRINK M et BELAY G., 2006**).

2-3- Classification et taxonomie

Le nom scientifique « *Lens culinaris* » a été donné à la plante (lentille cultivée), en (1787) par le botaniste et physicien Allemand : MEDIKUS (**ALIHAN C et MUNQEZ J.Y., 2013**).

La taxonomie du *Lens* est comme suit :

Règne : Plantae

Sous règne : Tracheobionta

Super division : Spermophyta

Division : Magnoliophyta

Classe : Magnoliopsida

Sous classe : Rosidae

Ordre : *Fabales*

Famille : *Fabaceae*

Genre : *Lens*

Espèce : *Lens culinaris* Medik.

3- Intérêts de la lentille

➤ Nutritionnels

La lentille fait partie de l'alimentation de base, elle est surtout cultivée pour ses graines mûres. Sur le plan nutritionnel, la lentille constitue une composante importante de la ration alimentaire de nombreuses familles vers le monde, pour lesquelles elle fournit des protéines essentielles et des calories (**BRINK M et BELAY G., 2006**).

Tableau 2 : Valeurs nutritionnelles moyennes de la lentille sèche pour 100 g.

Apport énergétique		Principaux composants		Minéraux & Oligoéléments		Vitamines		Acides aminés	
Joules	1146 kJ	Glucides	40,6 g	Bore	0,7mg	Provitamine A	0,1mg	Acide aspartique	3160 Mg
Calories	270 kcal	Amidon	39,48g	calcium	65mg	Vitamine B1	0,48mg	Acide glutamique	4490 mg
		Sucres	1,12g	Chlore	84mg	Vitamine B2	0,265 mg	Alanine	1290 mg
		Fibres Alimentaires	17g	Chrome	0,0051 mg	Vitamine B3	2,5mg	Arginine	2240 mg
		Protéines	23,4g	Cobalt	0,016 mg	Vitamine B5	1,6mg	Cystine	250 mg
		Lipides	1,6g	Cuivre	0,763 mg	Vitamine B6	0,55mg	Glycine	1300 mg
		Eau	11,4g	Fer	8mg	Vitamine B9	0,168 mg	Histidine	710 mg
		Cendres Totales	2,51g	Magnésium	129mg	Vitamine C	7mg	Isoleucine	1190 mg
				Manganèse	1,5mg	Vitamine K	0,123 mg	Lysine	1890 mg
				Nickel	0,3mg			Méthionine	220 mg
				Phosphore	408mg			Phénylalanine	1400 mg
				potassium	837mg			Proline	1220 mg
				Sélénium	0,0098 mg			Sérine	1510 Mg
				Sodium	6,6mg			Thréonine	1120 Mg

La paille est aussi utilisée comme aliment de qualité supérieure pour le bétail ou comme source de matière organique pour l'amélioration des sols (**SASKATCHEWAN Pulse Growers., 2000**).

➤ **Agronomiques**

Parmi les espèces de légumineuses alimentaires les plus cultivées c'est le Lens, leur intérêt agronomique provient en premier lieu de leur aptitude à la fixation symbiotique de l'azote, qui leur permet l'enrichissement des sols en azote, la réduction des intrants, et préservation (**JOURNET et al., 2001**). Cependant la lentille entre en rotation avec les céréales dans la plupart des zones de production céréalières. De telles rotations permettent le contrôle des mauvaises herbes et la rupture des cycles biologiques de plusieurs maladies et insectes (**RIZK S.G., 1966**).

➤ **Economiques**

La production mondiale de lentilles en 2011 a été estimée auprès 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 tonnes sur 998400 ha) et l'Inde (943800 tonnes sur 1597400ha) En Afrique du nord, le principal pays producteur est le Maroc (45438 t sur 57980 d'ha).

La culture des légumineuses alimentaires a fait l'objet de beaucoup d'attention de la part des services agricoles pour augmenter les superficies et améliorer les niveaux de rendements, mais les résultats n'ont pas été à la hauteur des efforts consentis (**ABDELGUERFI A., 2003**). C'est pourquoi, la production locale de la lentille (3800 tonnes sur 3700 ha) reste très faible au regard des importations qui s'élèvent à 93432 tonnes (**FAOSTAT-Agriculture., 2011**).

4- Stress abiotique chez la lentille

4-1- Stress hydrique

La sécheresse de fin de cycle constitue l'une des contraintes abiotiques qui causent des pertes importantes de rendement. Le déficit hydrique est fréquent dans l'ensemble des pays de l'Afrique du Nord. La lentille est particulièrement sensible au stress hydrique lors de la phase de reproduction notamment durant la floraison et la

formation des gousses. La croissance de la lentille est souvent assurée par l'eau résiduelle du sol dans les zones arides et semi-arides caractérisées par des sécheresses de fin de cycle qui causent des pertes de rendement. Le déficit hydrique qui intervient lors de la phase de reproduction affecte négativement les composantes de rendement, notamment le nombre de fleurs, le nombre de gousses, le nombre de grains par gousse ainsi que l'indice de récolte. Le déficit hydrique réduit également la hauteur de la plante de 20 %, la surface foliaire de 48 à 81 % et la matière sèche totale de 60 %. Des résultats similaires ont été rapportés dans d'autres études. Dans les environnements semi-arides caractérisés par la fréquence du déficit hydrique de fin de cycle, les rendements élevés sont associés au développement rapide et à la vigueur précoce de la plante, à la floraison précoce, au prolongement de la durée de floraison, à la durée de remplissage des graines longue, au nombre des gousses élevé et à un indice de récolte élevé. D'un autre côté, les caractéristiques des racines comme la longueur de la racine principale et le nombre des racines latérales sont des traits de tolérance à la sécheresse. Ils contribuent à une meilleure exploitation de l'humidité du sol et à une bonne acquisition des éléments nutritifs dans les sols secs et pauvres. L'ensemble de ces caractères sont utilisés pour la sélection à l'adaptation et à la tolérance à la sécheresse de fin de cycle (OMAR I *et al.*, 2012).

4-2- Stress salin

VAN H *et al.*, (2001), ont prouvé d'après leur étude concernant l'effet de la salinité sur les légumes à graines, que la lentille sous stress salin montre de faibles valeurs pendant la saison de croissance, ainsi que l'absorption de l'azote par la plante diminue avec l'augmentation de la salinité, cela explique la sensibilité des légumineuses au sel.

Les chercheurs ont remarqué aussi que l'absorption de l'azote par le sol a fortement diminué par rapport à l'absorption de l'azote par la plante.

5- Problèmes phytosanitaires

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 B et al., 1986**).

Cependant, la culture de la lentille est sujette à nombreuses maladies, à différents stades de leur développement, varient selon le type de pathogènes : virus, bactéries, nématodes, mycètes... (**MUEHLBAUEUR F.J et al., 1995 ; VAN E et al., 1988**). Ces maladies sont la cause des pertes importantes, quand les conditions de l'environnement sont favorables pour leur développement. A l'échelle nationale, plusieurs maladies fongiques de la lentille affectent la production de façon qualitative et quantitative.

Ces maladies peuvent être contrôlées par l'apparition de fongicides. Les insectes provoquent également des dégâts considérables sur la culture, du fait de leur grande mobilité. Parmi les insectes les plus répandus et les plus redoutés, on cite :

Les pucerons « Aphissp. » qui peuvent transmettre des maladies virales, la sitone « sitonasp. » et la bruche « Bruchussp. » qui infectent les champs et dont les larves endommagent le grain durant le stockage (**I.T.G.C., 2013**).

Le contrôle chimique, dès l'apparition des premiers insectes, reste le moyen le plus efficace pour limiter leurs infections. La lentille est également sensible à la cuscute « Cuscutasp. », qui est une plante parasite étouffante (**I.T.G.C., 2013**).

Tableau 3 : Maladies fongiques de la lentille.

MALADIES FONGIQUES	FIGURES
<p>L'Anthracnose : La brûlure ascochyitique ou l'anthracnose de la lentille « <i>Ascochyta lentis</i> » (I.T.G.C., 2011).</p>	 <p>Figure 4 : <i>Ascochyta lentis</i>.</p>
<p>Le Flétrissement vasculaire : La fusariose de la lentille « <i>Fusarium oxysporum f. sp. lentis</i> » (I.T.G.C., 2011). Les fusarioses « <i>Fusarium sp. Mycosphaerella pinodes</i> » agent causal du flétrissement et « <i>Fusarium solani</i> » agent causal des pourritures racinaires (I.T.G.C., 2011).</p>	 <p>Figure 5: <i>Fusarium oxysporum f. sp. lentis</i>.</p>
<p>La rouille de la lentille : « <i>Uromyces fabae</i> » (I.T.G.C., 2011)</p>	 <p>Figure 6 : <i>Uromyces fabae</i>.</p>

Chapitre 2
Données
cytogénétiques

1- Mitose somatique

Le passage d'une génération d'êtres vivants à une autre génération est assuré par une série de phénomènes biologiques assez simples. Quel que soit l'espèce, Cette multiplication des individus nécessite une multiplication des cellules. Les cellules peuvent subir soit la mitose soit la méiose, deux modes de division cellulaire qui ont des bases communes mais aussi des particularités et même des oppositions (**HALLOUËT P et BORRY A., 2009**) La mitose est un processus critique pour tous les organismes eucaryotes (organismes avec un noyau cellulaire) et fournit une base pour la reproduction asexuée.

_ Le matériel génétique est partagé entre les cellules filles durant la division nucléaire (caryocinèse), le résultat est la production de deux noyaux fils contenant chacun une composition chromosomique identique à celle de la cellule mère.

_ Elle se produit normalement dans presque toutes les cellules somatiques.

_ La division est faite par un cycle cellulaire.

_ Tous les produits portent la même information génétique.

_ Les produits mitotiques sont en général capables de subir de nouvelles mitoses (**TAIBI F., 2015**).

D'après **HOWARD** et **PELC** en (**1553**), la mitose a été divisée en 4 phases :

a. Prophase

- la membrane nucléaire disparaît.
- la chromatine se condense lentement en chromosome bien défini (chaque chromosome est formé de deux chromatides soudées au niveau de centromère) (**SFO/Cours de botanique, 2016**).

b. Métaphase

- Les chromosomes vont tous se mettre au même niveau, tous les centromères vont s'aligner sur le même plan dit plan équatorial. C'est le meilleur moment pour compter les chromosomes après éclatement de la cellule (**SFO/Cours de botanique, 2016**).

c. Anaphase

- C'est la plus courte : elle dure environ une minute.
- Les deux chromatides de chaque chromosome se séparent et se dirigent vers les deux pôles opposés de la cellule-mère (c'est la montée polaire) (SFO/Cours de botanique., 2016).

d. Télaphase

- Reconstitution de la membrane nucléaire par étranglement de la cellule au niveau du plan équatorial (une nouvelle paroi est reconstituée).
- La chromatine condensée se décondense, le nucléole commence à Réapparaître (SFO/Cours de botanique., 2016).

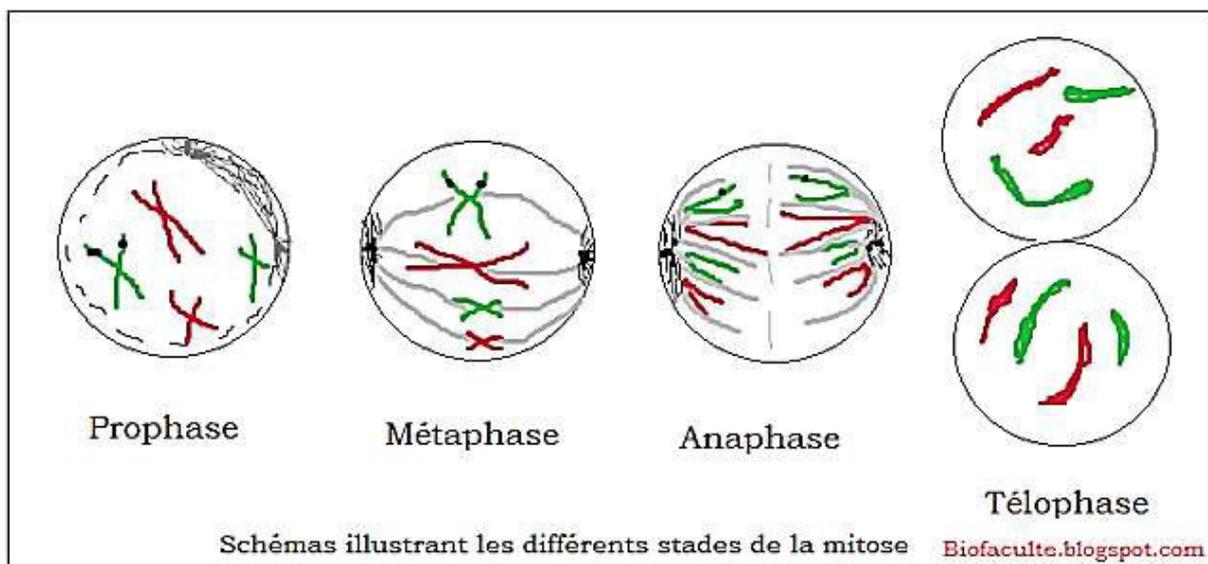


Figure 7 : les différentes phases de la mitose.

2- Définitions

2-1- Génome

Le génome est la combinaison des mots « gène et chromosome ». C'est l'ensemble de l'information génétique d'un organisme contenu dans chacune de ses cellules sous la forme de chromosomes. Le support matériel du génome est l'ADN. Autrement, dit

c'est le nombre de base ($x=n$) haploïde des chromosomes. Le génome de la lentille est constitué de 14 chromosomes (7 paires).

2-2- Chromosome

C'est une structure cellulaire microscopique (la forme condensée de la chromatine), représentant le support physique des gènes et de l'information génétique (DANIELSON M., 2014). Deux chromatides reliés par un centromère apparaissent au moment de la division cellulaire, chaque chromosome est formé :

- D'une molécule d'Acide Désoxyribonucléique (ADN).
- Des protéines (MALANET *al*, 2012).

Le nombre des chromosomes est variable selon l'espèce. Leur rôle principal est : la transmission du patrimoine génétique et l'expression des gènes (TAHIRI N., 2015).

Le chromosome au sens microscopique n'est donc pas un élément stable de la cellule mais une structure dynamique et transitoire.

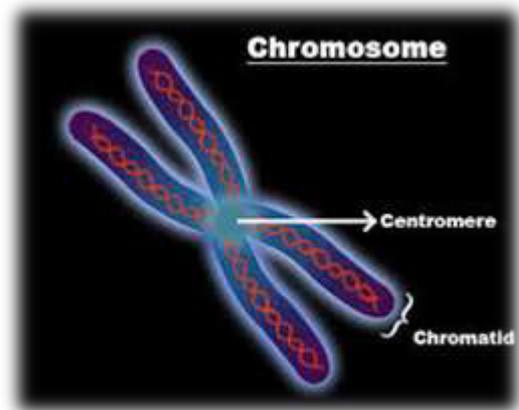
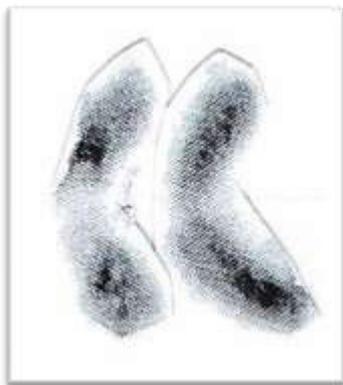


Figure 8 : forme d'un chromosome.

2-3- Caryotype

C'est la représentation obtenue par microphotographie de l'aspect morphologique de l'ensemble des chromosomes du noyau en métaphase, après ordonnancement par paires selon la taille (MARCK L., 2010). Il est constitué d'un caryogramme et d'un

idiogramme. Le caryotype est spécifique d'une espèce donnée, et il existe sous deux types : symétrique et asymétrique. On réalise des caryotypes dans le but de détecter des aberrations chromosomiques ou d'identifier certains aspects du génome de l'individu.

2-3-1- Réalisation du caryotype

Le cycle cellulaire est stoppé durant la métaphase de la mitose, alors que les chromosomes sont condensés. Après traitement chimique et coloration, les chromosomes sont regroupés par paires puis ordonnés des plus grands aux plus petits avant d'être photographiés sous microscopie (MALAN S et ROMANA I., 2012).

2-4 - Structure du chromosome

2-4-1- Chromatine

C'est la substance chimique constitutive des chromosomes Dans les cellules eucaryotes, le matériel génétique est organisé en une structure complexe constituée d'ADN et de protéines et il est localisé dans le noyau. Cette structure a été appelée chromatine. C'est donc la chromatine qui porte le message héréditaire (ATLAS., 2006).

La chromatine correspond à l'association d'ADN et de protéines structurales (LUGER M et al., 1997). Elle est organisée en régions plus ou moins condensées, appelées territoires chromatinien qui interviennent dans l'expression des gènes et la stabilité des chromosomes. Depuis l'analyse cytologique de mousses par HEITZ E., (1928), deux états structuraux et fonctionnels de la chromatine sont définis :

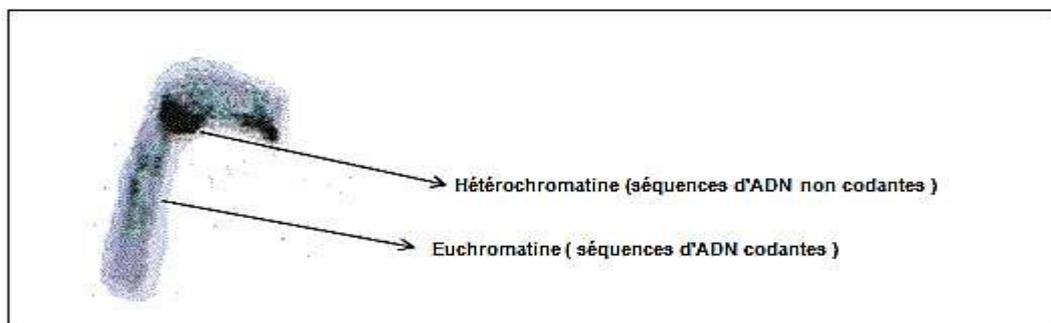


Figure 9 : structure d'un chromosome.

2-4-1-1- Euchromatine

Elle est riche en gènes et répartie à l'intérieur du nucléoplasme, correspond à l'état de la chromatine décondensée pendant l'interphase, elle est aussi permissive à la transcription de la séquence d'ADN en ARN fonctionnel. L'euchromatine se compacte lors des divisions cellulaires, coïncidant avec l'arrêt de la synthèse des (ARNm) pendant la mitose.

2-4-1-2- Hétérochromatine

EMIL Heitz (1928)., définit l'hétérochromatine (HC), comme les segments de chromosome qui apparaissent très condensés et très colorés. C'est la chromatine qui reste à l'état condensé tout au long du cycle Cellulaire et qui est localisée principalement en périphérie du noyau et du nucléole. D'autres études montrent que l'hétérochromatine possède un fort taux de méthylation de la lysine 9 et de l'histone H3 chez les plantes (**LITT MD et al., 2001 ; TAVERNA S et al., 2002 ; GREWAL S et ELGIN S., 2007**).

2-4-1-2-1- L'hétérochromatine constitutive

Contient peu de gènes, formés principalement de séquences répétées et dont les plus grandes régions sont situées à proximité des centromères et des télomères (**GREWAL S et ELGIN S., 2007**).

Cette hétérochromatine constitutive est très riche en séquences hautement et moyennement répétées du génome (**GREWAL S et ELGIN S., 2007**). Elle contient aussi un ADN tout à fait particulier, appelé ADN satellite (**ATLAS., 2006**). L'HC constitutive est fortement colorée par la technique des (bandes C), ce qui pourrait résulter de la renaturation très rapide de l'ADN satellite après dénaturation (**ATLAS., 2006**).

2-4-1-2-2- L'hétérochromatine facultative

Se localise au niveau des régions codantes pouvant adopter les caractéristiques structurales et fonctionnelles de l'hétérochromatine (**GREWAL S ET ELGIN S.,**

2007). L'HC facultative, n'étant pas particulièrement enrichie en ADN satellite, ne présente pas de polymorphisme (ATLAS., 2006). Elle n'est jamais colorée par la technique des (bandes C) (ATLAS., 2006).

2-4-1-2-3- Rôles attribués à l'hétérochromatine

L'hétérochromatine est réfractaire à la transcription, à la recombinaison et à la réparation (GREWAL S ET ELGIN S., 2007), en outre, l'hétérochromatine participe à la réplication et la ségrégation des chromosomes (NAGAKI et al, 2004). Elle permet le maintien de la structure du chromosome et protège les télomères contre leur dégradation (GARCIA B et al, 2004). 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) (SILJAK Y et CARTIER D., 1986).

La présence d'épaisses bandes hétérochromatiques dans les régions télomériques chez le seigle qui peuvent être impliquées dans des translocations observées chez les hybrides «blé-seigle». Ces translocations (blé-seigle) sont importantes dans la sélection végétale (HAMMOUDA Dounia et al., 2017).

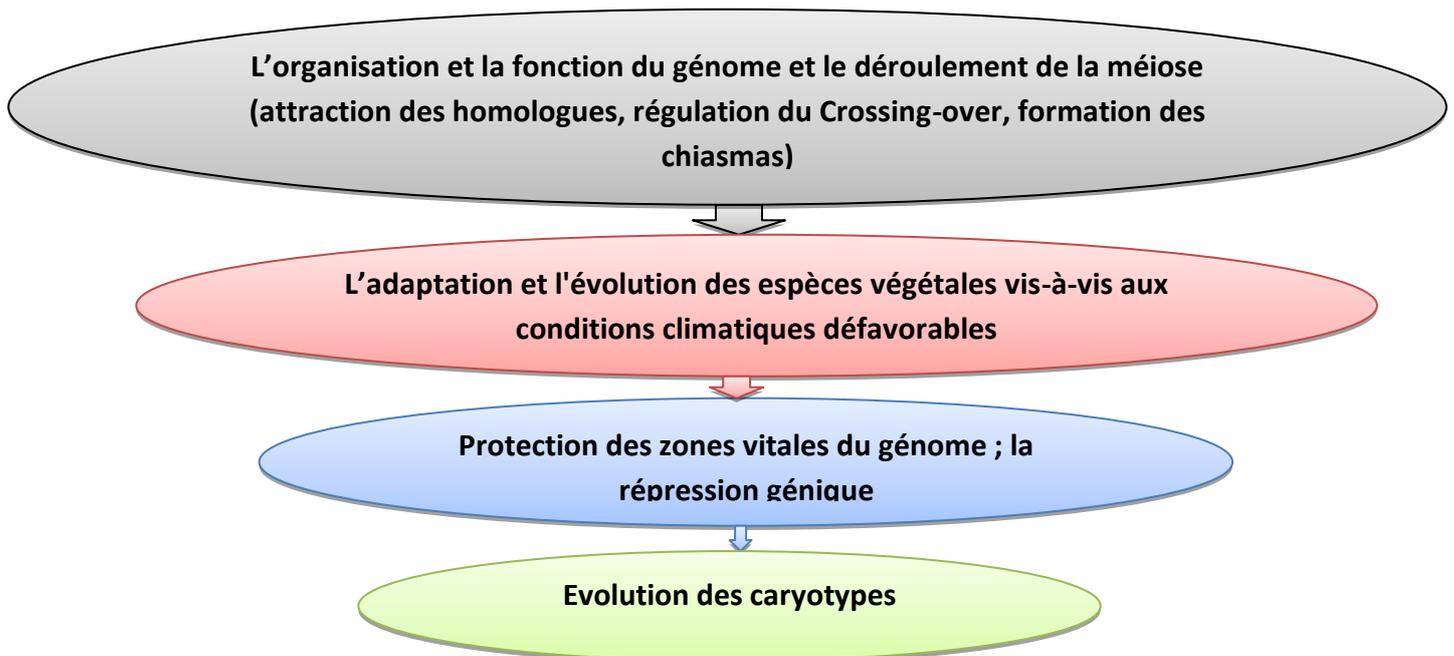


Figure 10 : Schéma représentant les rôles attribués par l'hétérochromatine.

2- 4-2- Gène

Fragment d'ADN contenant toutes les informations nécessaires pour produire un ARN ou le plus souvent une protéine. Un gène correspond à une instruction à effectuer par la cellule (CNRS., 2015).

3- Différents types d'ADN

L'ADN, constitué de millions de nucléotides dont l'enchaînement précis détermine l'information génétique de chaque organisme, cette information est localisée dans les chromosomes de chaque noyau cellulaire. C'est uniquement au cours de la division cellulaire qu'il est possible d'observer au microscope des chromosomes individualisés dont le nombre, la taille et la forme sont constants et caractéristiques pour toutes les cellules somatiques d'une espèce donnée et qui se regroupent en paires de chromosomes homologues. Tous les chromosomes métaphasiques, présentent une constriction primaire ou centromère les partageant en deux bras plus ou moins longs, et dont la position détermine leur forme, métacentrique si elle est médiane, acrocentrique si elle est proche d'une extrémité et submétacentrique si elle est intermédiaire (HAYES H., 2000).

L'ADN génomique est principalement composé d'ADN codant et d'ADN non codant. Les séquences de codage sont connues sous le nom de gènes. Des milliers de gènes sont situés sur les chromosomes (SHAPIRO J.A et al., 2005).

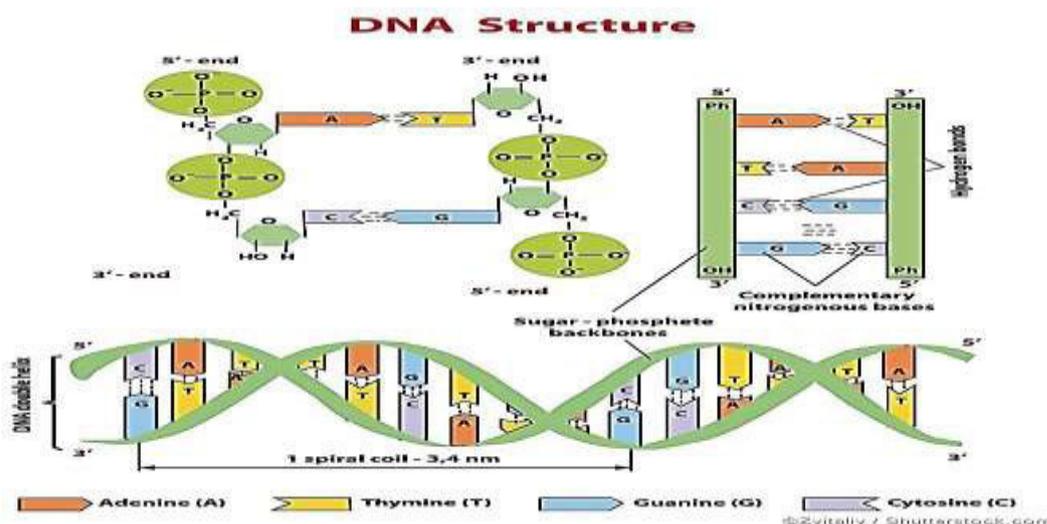


Figure 11 : Structure de l'ADN.

3-1- ADN satellitaire

Longue région d'ADN hautement répétitif formée de courtes séquences de 1 à 500 paires de bases répétées en tandem jusqu'à plusieurs milliers de fois, situé surtout dans les centromères et les télomères. Ces répétitions en tandem comprennent l'**ADN satellite**, l'**ADN microsatellite** qui contient des séquences répétées de 1 à 10 paires de bases, et l'**ADN minisatellite** qui contient des séquences répétées de 10 à 100 paires de bases (MAMECIER DEMOUNEM A., 2012). L'ADN satellite comprend de longues séries de répétitions d'ADN plus ou moins complexes et non transcrites et qui constituent la majeure partie des régions hétérochromatiques des génomes (HAYES H., 2000). L'ADN satellite est un type d'ADN répétitif très répété non codant, c'est-à-dire ne code pas pour les protéines et ne transmet pas d'informations génétiques fonctionnelles. Il contribue à l'organisation chromosomique (SHAPIRO J.A et al., 2005).

3-2- L'ADN répétitive ou répété

L'ADN répétitive occupe une fraction importante du génome totale de nombreux organismes c'est-à-dire il est localisé dans tout le génome. Cet ADN ne code pas les protéines et appartient à la catégorie de l'ADN non codant du génome. IL existe trois types principaux d'ADN répétitive nommées répétitions terminales, répétitions en tandem, et répétitions intercalées. (SHAPIRO J.A et al., 2005).

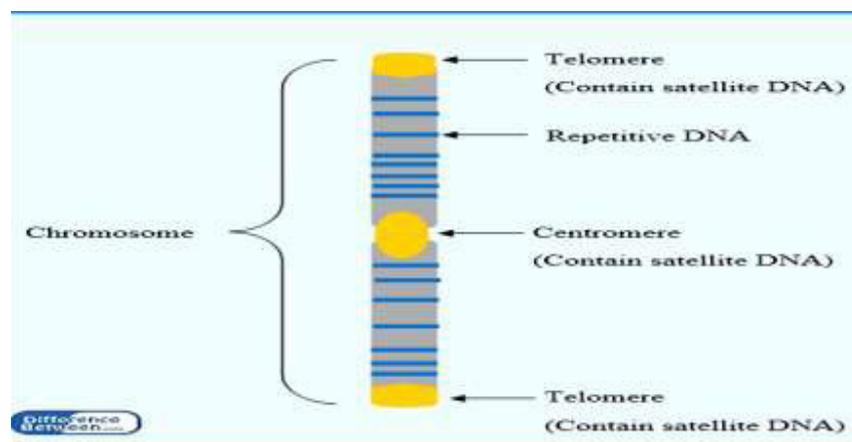


Figure 12 : Localisation de l'ADN satellite et l'ADN répétitif dans un chromosome.

3-3- ADN ribosomique ou ribosomal

ADN génique, dont les gènes codent les ARN des ribosomes (ARNr). L'ensemble de l'ADN ribosomal forme le nucléole (**MAMECIER DEMOUNEM A., 2012**).

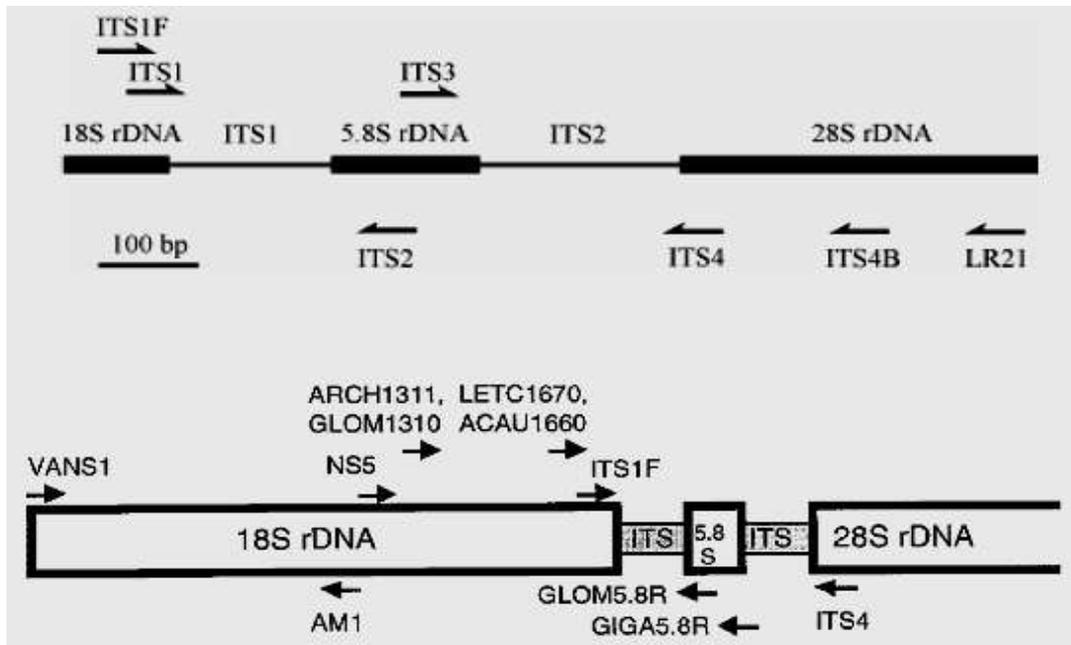


Figure 13 : structure de l'ADN ribosomique.

3-3-1- Organisation des gènes ribosomiques

Ce sont des gènes répétés, regroupés dans des régions chromosomiques appelées régions organisatrices du nucléole ou NOR. Le nucléole s'organise autour du NOR et, dans certaines espèces, il y a coopération entre plusieurs NOR pour former un nucléole. Le nombre de gènes ribosomiques varie de 100 à plusieurs centaines chez l'être vivant. Toutes les copies ne sont pas actives même lorsqu'une forte production de ribosomes est nécessaire, on estime que seulement 60% des gènes ribosomiques sont actifs dans les cellules en phase exponentielle de croissance (**HERNANDEZ D et al., 2004**).

4- Régions organisatrices du nucléole (NOR)

Les régions organisatrices du nucléole colorées par la méthode Ag-NOR occupent des positions bien définies dans les chromosomes, parfois visibles comme une constriction secondaire, mais leur nombre varie d'un organisme à un autre. Ils participent à la formation et au fonctionnement des nucléoles dans les noyaux interphasiques, qui contiennent l'ARN et les protéines ribosomiques (HAYES H., 2000). Les NOR correspondent aux séquences d'ADN qui contiennent de l'hétérochromatine portant des gènes qui codent l'ARN r (HAMMOUDA D et KHALFALLAH N., 2008).

Chez les eucaryotes, les unités d'ADNr sont généralement regroupées au sein de régions chromosomiques les NOR « Nucleolar Organizer Region » (AYOUB N., 2009).

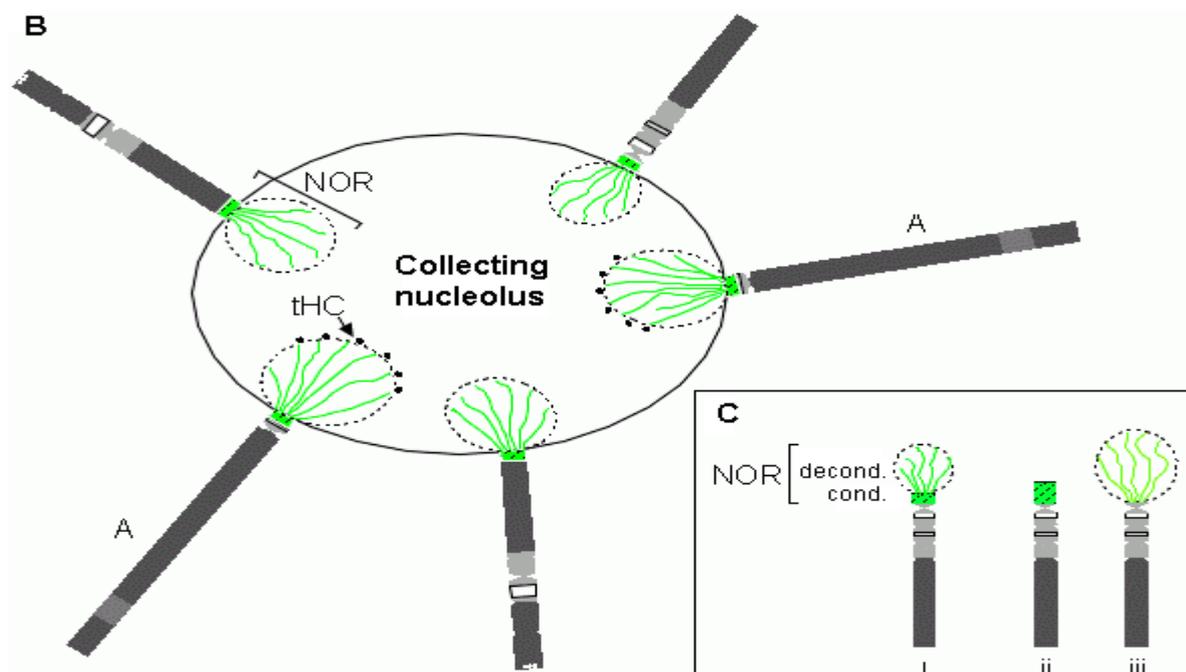


Figure 14 : structure des NOR.

5- Quelques travaux cytogénétiques réalisés chez *Lens culinaris* Medik

GAFFARZADEH N et al., (2007), ont pu mettre en évidence Les caryotypes marqués par les bandes C des chromosomes mitotiques chez 10 cultivars locaux. Les

résultats de cette étude ont révélé que le génome de la lentille comprenait quatre paires de chromosomes métacentriques et trois paires de chromosomes submétacentriques. Le chromosome 4 avait une constriction secondaire près de la région centromérique de son bras long. Chaque chromosome, est identifiable par ces bandes C. Les caractéristiques caryologiques et les profils de bandes de tous les variétés étudiés étaient semblables les uns aux autres, cependant, le polymorphisme hétérochromatique observé est faible.

HAMMOUDA D et KHALFALLAH N., (2015), ont réalisé une analyse caryomorphologique des chromosomes de six génotypes (Idlep1, Flip 90-31, Idlep3, Métropole, Syrie 229 et Dahra), appartenant à la lentille cultivée ($2n=2x=14$), dévoilée par la technique de coloration classique. Les résultats obtenus montrent une variation importante dans la taille des chromosomes, la localisation et le nombre de satellites. Les résultats révèlent, aussi, l'existence de chromosomes B, sa présence est une forme d'adaptation aux conditions climatiques arides.

TIMIR B et al., (2015), ont menés une étude cytogénétique concernant l'amélioration des cultures, la conservation et l'utilisation des ressources phylogénétiques. En Inde la lentille (*Lens culinaris* Medik) est la légumineuse la plus cultivée. Les auteurs ont fait une analyse comparative des chromosomes marqués par les bandes C des deux variétés sauvages et 12 variétés cultivés de *Lens culinaris*. L'analyse chromatique a révélé une stabilité chromosomique et une variation intéressante dans la longueur totale de la chromatine sur les chromosomes 3 et 4 dans tous les cultivars.

HAMMADI H et al., (2018), ont mené une étude concernant l'organisation et la distribution de l'hétérochromatine constitutive (séquences d'ADN hautement répétées riche en bases CG), sur dix génotypes de la lentille cultivée ($2n=2X=14$), et ceci grâce à la technique du marquage C-banding. L'analyse comparative d'intra et inter génotypique dans le génome de la lentille a montré que les génotypes sont subdivisés en trois groupes: Les génotypes (Dahra, Nil45, Idlep2, Idlep3, et Balkan755) montrent un surcharge en hétérochromatine, les génotypes (Syrie, Métropole et Flip) sont moyennement riches en hétérochromatine, alors que, les génotypes (Idlep1 et Radjas) en sont pauvres. Egalement, notons la présence des satellites et les chromosomes B

.toutes ces variation 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.les génotype Dahra et Nil 45 serait très bien adaptées aux conditions difficiles du milieu.

Chapitre 3

Matériel et Méthodes

1- Matériel

Le matériel d'étude porte sur cinq géotypes de la lentille cultivée, de type *Microsperma* et *Macrosperma*. Ces géotypes sont fournis par l'institut technique des grandes cultures (I.T.G.C).



Figure 15 : Géotypes du *Lens culinaris* Medik utilisés.

Tableau 4 : Liste des géotypes de l'espèce *Lens culinaris* Medik.

Espèces	Géotypes	G	Origine	Source	Caractéristiques	
<i>Lens culinaris</i> <i>Macrosperma</i>	Flip 90-31	F6	ICARDA	ITGC Khroub	El	Excellent rendement, bonne qualité culinaire.
	Redjas	F5	Sélection locale	ITGC Mila		Excellent rendement, bonne qualité culinaire.
	Ibla		ICARDA	ITGC		bonne qualité.
<i>Microsperma</i>	Syrie 229	F5	ICARDA	ITGC Khroub	EL	Semi érigé très bonne qualité culinaire.
	Idlep 3	F6	ICARDA	ITGC Setif		Semi érigé très bonne qualité culinaire.

Méthodes

2-1- technique de N-banding

Cette technique permet de localiser les régions organisatrices nucléaires (N.O.R) associées aux constriction secondaires ou satellites des chromosomes portant les gènes responsables du codage dans ARN ribosomiaux (FUNAKI., 1975). Depuis la découverte de cette technique, plusieurs auteurs l'ont utilisé sur différentes espèces (HAMMOUDA D., 2013).

2-1-1- germination

Cette étape consiste à entreprendre les graines pour germer, après être scarifiées (enlèvement d'un bout de la paroi pour faciliter la germination), les graines sont désinfectées (50% eau de javel, 50% eau distillée) pendant 15 minutes, puis rincées à l'eau distillée pendant une demie heure (le temps qu'elles gonflent). Les graines sont mises à germer dans des boîtes de Pétri contenant du papier buvard imbibé d'eau distillée dans un endroit lumineux à une température ambiante.

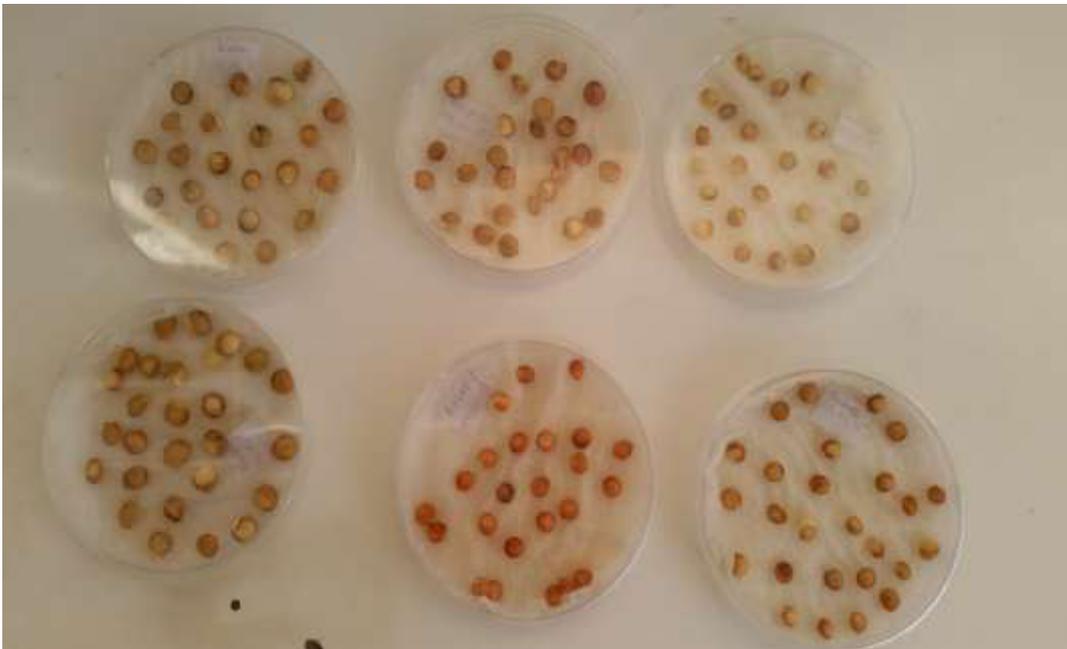


Figure 16 : germination des génotypes étudiés de la lentille cultivée à température ambiante.

2-1-2- prélèvement

C'est une étape où nous devons surveiller la longueur des radicules des graines jusqu'à ce qu'ils atteignent une longueur entre 0,5 à 1 cm (on essaie de chercher la durée où le taux de mitose est élevé).



Figure 17 : Prélèvement des génotypes étudiés.

2-1-3- Prétraitement

Cette étape consiste à tremper les graines qui ont poussées dans une solution appelée la 8 hydroxyquinoline qui a pour but de :

- Stopper la division cellulaire au niveau de la métaphase.
- Contracter les chromosomes.

Il existe plusieurs agents mitoclassique tel que :

- La colchicine.
- α a-bromonaphtalène.
- 8- hydroxyquinoleine.

Les graines ont été mises dans une chambre froide à 16°C pendant une durée de 3h30.



Figure 18 : trempage des graines dans la 8 hydroxyquinoline.

2-1-4- Fixation

Le fixateur détruit toute vie cellulaire, il a 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 Ethanol acide acétique (3v-1v) pendant 48h au réfrigérateur, mais on peut conserver les échantillons pour longtemps au réfrigérateur.

2-1-5- Stockage

Après 3h30 de prétraitement, les graines sont stockées dans une solution d'alcool et d'acide acétique (3v-1v), au réfrigérateur à 4°C pendant 48h.

2-1-6- Ecrasement

L'écrasement est une étape qui aide à disperser les chromosomes, elle se fait à l'aide d'une goutte d'acide acétique à 45% entre la lame et la lamelle. Une fois observées au microscope les meilleures plaques métaphasiques sont prises pour l'étape de marquage de N- banding.

2-1-7- Délamellation

Un décollement des lames qui ont été conservées, par de l'azote liquide à (-196°) puis rincées à l'éthanol.

2-1-8- Hydrolyse

Les lames sont trempées dans de l'acide acétique 45% à 60°C pendant 10 minutes puis séchées une minute à l'air.

2-1-9- Dénaturation – Renaturation

Les lames sont plongées dans une solution tampon NaH_2PO_4 (1 M) à pH = 4,2 et une température à $\pm 94^\circ\text{C}$ pendant 2 à 3 minutes. Cette double étape est critique parce que elle nécessite un temps, une température et un ph exacte pour avoir une bonne différenciation longitudinale des bandes N d'une part, et localiser les NOR d'autre part.

2-1-10- Coloration

La coloration se fait dans un tampon phosphate : solution de Na_2HPO_4 + KH_2PO_4 et de l' H_2O à un pH = 6,8 et 3% de Giemsa pendant 15 minutes.



Figure 19 : Trempage des lames dans la solution de Giemsa.

2-1-11- Montage

Après être colorées, les lames sont laissées sécher une nuit puis fixées par un produit de montage « DPX Montant for histology ».

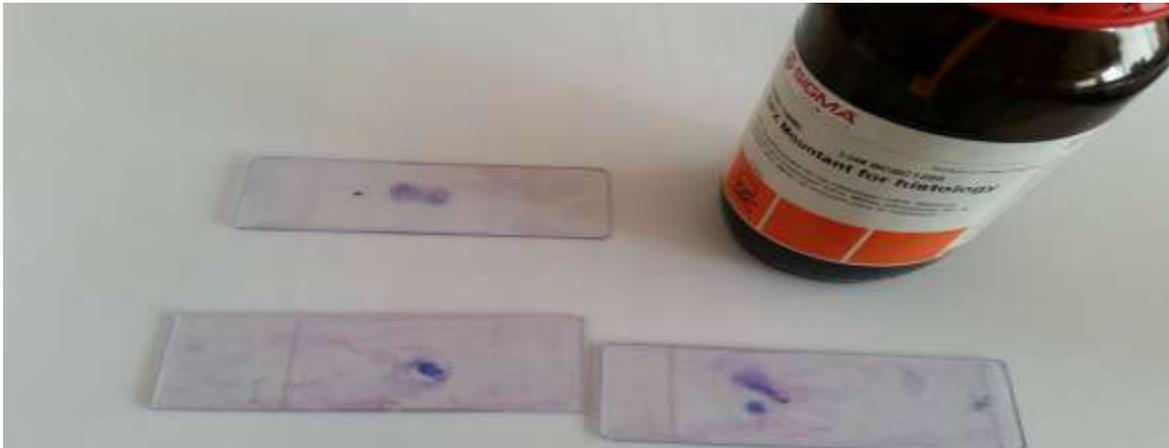


Figure 20 : Montage et fixation des préparations.

2-1-12- Observation Et Photographie

Les lames fixées sont observées puis photographiées par un photomicroscope sous l'objectif 100.



Figure 21 : L'observation sous le photomicroscope.

Chapitre 4

Résultats et Discussion

1- Résultats

3-1 Analyse des caryotypes par le N-banding

Nous avons pu identifier et caractériser le génome de l'espèce *Lens culinaris* Medik ($2n=2x=14$) et ceci par :

- ✓ La mise en évidence de l'hétérochromatine (correspondant aux séquences d'ADN hautement répétées) marquée par les bandes (N).
- ✓ La localisation des régions organisatrices nucléolaires (N.O.R).

Rappelons que le génome du *Lens culinaris* se caractérise par un caryotype symétrique (GALASSO., 2001 ; GAFFARZADEH., 2007 ; HAMMOUDA., 2015).

3-1-1 Organisation et Distribution de l'hétérochromatine

La distribution et la caractérisation de l'hétérochromatine chez une série des génotypes, appartenant à l'espèce *Lens culinaris* Medik ($2n=2x=14$) sont analysées et comparées par les bandes (N). Cette analyse révèle beaucoup de variations en bandes polymorphes et spécifiques.

En effet, le nombre de bandes et leur emplacement sur le chromosome, ainsi que leur intensité diffèrent d'un génotype à un autre.

Les différentes bandes (N) sont de types : **télomériques, centromériques et intercalaires.**

✓ Caryotype Idlep 3

L'analyse en N-banding montre que tous les chromosomes se caractérisent par une surcharge en bandes hétérochromatiques (N).

Le nombre total des bandes est de 41 bandes, dont 17 bandes centromériques, 14 intercalaires et 10 télomériques.

✓ Caryotype de Flip

L'analyse en N-banding des chromosomes montre une variabilité hétérochromatique dans la distribution des bandes (N). Tous les chromosomes révèlent de fines bandes à l'exception des chromosomes 1, 2 et 7 qui montrent une richesse en bandes.

Le nombre total des bandes est de 37 bandes, dont 15 bandes centromériques, 12 intercalaires et 10 télomériques.

Tableau 5 : Nombre et localisation des bandes (N) sur les chromosomes des géotypes Idlep3 et Flip.

Géotypes du <i>Lens culinaris</i>					
Bandes hétérochromatiques					
Géotype	Nombre de la paire	Bandes centromériques	Bandes intercalaires	Bandes télomériques	
Idlep 3	1	2	2	2	
	2	2	2	1	
	3	3	2	1	
	4	3	2	1	
	5	2	2	2	
	6	3	1	1	
	7	2	2	2	
Totale des bandes		17	14	10	41
Flip 90-31	1	4		1	
	2	2	1	2	
	3	1	1	1	
	4	2	2	2	
	5	2	2	2	
	6	2	2	2	
	7	2	2	2	
Totale des bandes		15	10	12	37

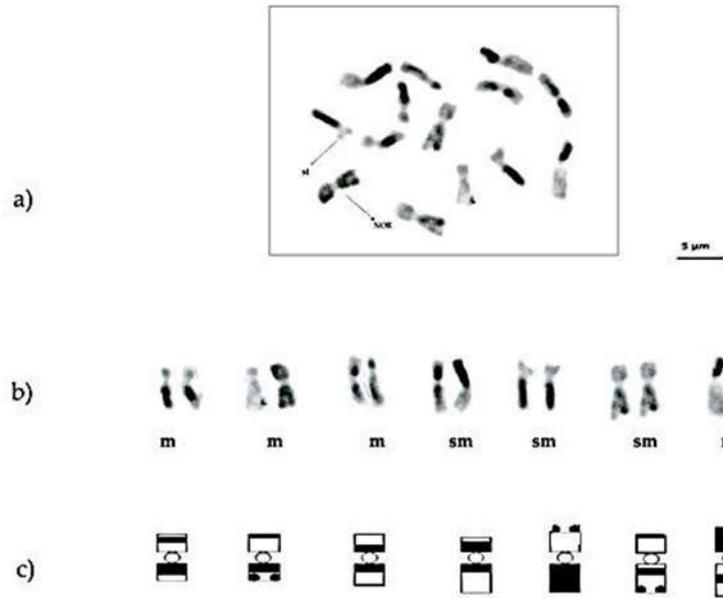


Figure 22: caryotype en (N banding) de l'espèce *Lens culinaris* Medik (génotype idlep 3).

- a) Plaque métaphasique.
- b) Caryogramme.
- c) Idiogramme. Les N.O.R sont localisés sur les chromosomes 2 - 6 (bras long) et le chromosome 5 (bras court).

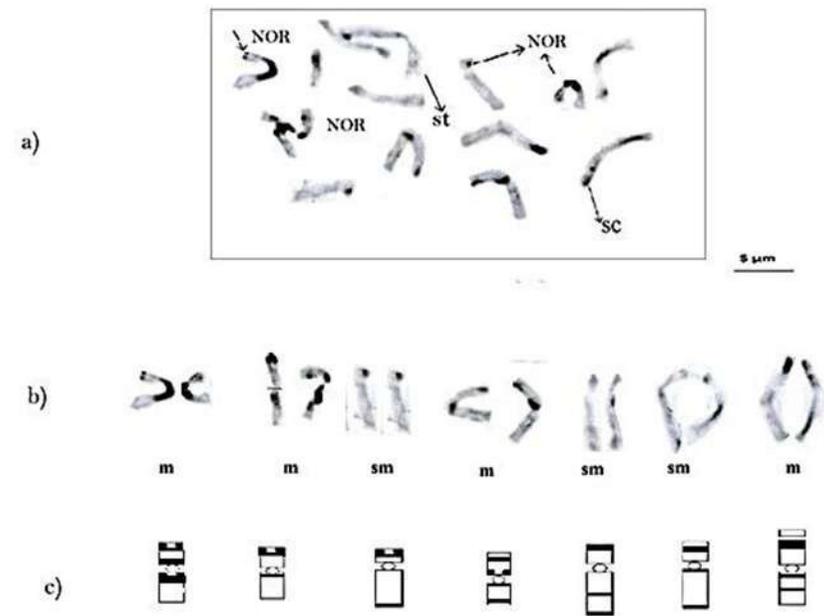


Figure 23: caryotype en (N banding) de l'espèce *Lens culinaris* Medik (génotype Flip).

- a) Plaque métaphasique.
- b) Caryogramme.
- c) Idiogramme. Les N.O.R sont localisés sur les chromosomes 1 - 2 et 3 (bras court) et le chromosome 4 (centromère).

✓ **Caryotype Ibla**

L'analyse en N-banding des chromosomes révèle une hétérogénéité structurale dans la distribution des bandes (N). Les chromosomes 3, 4 et 5 présentent des blocs d'hétérochromatine marqués sur leur bras courts.

Le nombre total des bandes est de 33 bandes, dont 9 bandes centromériques, 13 intercalaires et 11 télomériques.

✓ **Caryotype Radjas**

La majorité de ces chromosomes révèlent de fines bandes. Seuls les chromosomes 2, 3 et 7 sont marqués par des sombres bandes.

Le nombre total des bandes est de 29 bandes, dont 10 bandes centromériques, 10 intercalaires et 9 télomériques.

Tableau 6 : Nombre et localisation des bandes (N) sur les chromosomes des géotypes Ibla et Radjas.

Géotype	Bandes hétérochromatiques				
	Nombre de paires	Bandes centromériques	Bandes intercalaires	Bandes télomériques	
Ibla	1	1	2	2	
	2	1	1	1	
	3	2	2	2	
	4	1	3	2	
	5	1	2	1	
	6	1	1	1	
	7	2	2	2	
Totale des bandes		9	13	11	33
Radjas	1	2	1	1	
	2	1	2	2	
	3	2	2	2	
	4	2	1	1	
	5	1	2	1	
	6	1	1	1	
	7	1	1	1	
Totale des bandes		10	10	9	29

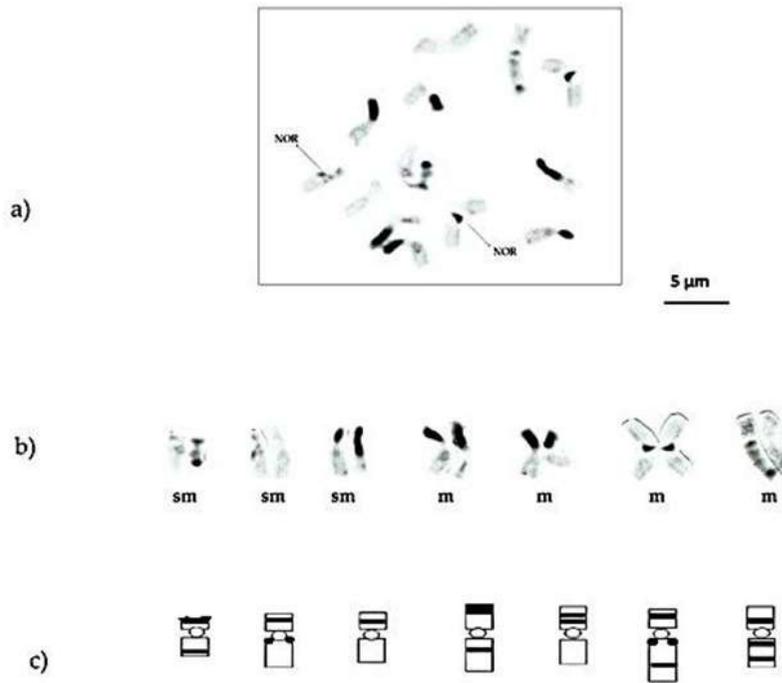


Figure 24: caryotype en (N banding) de l'espèce *Lens culinaris* Medik (génotype ibla).

- a) Plaque métaphasique.
- b) Caryogramme.
- c) Idiogramme. Les N.O.R sont localisés aux niveau du centromère des chromosomes 2 et 6 (bras long).

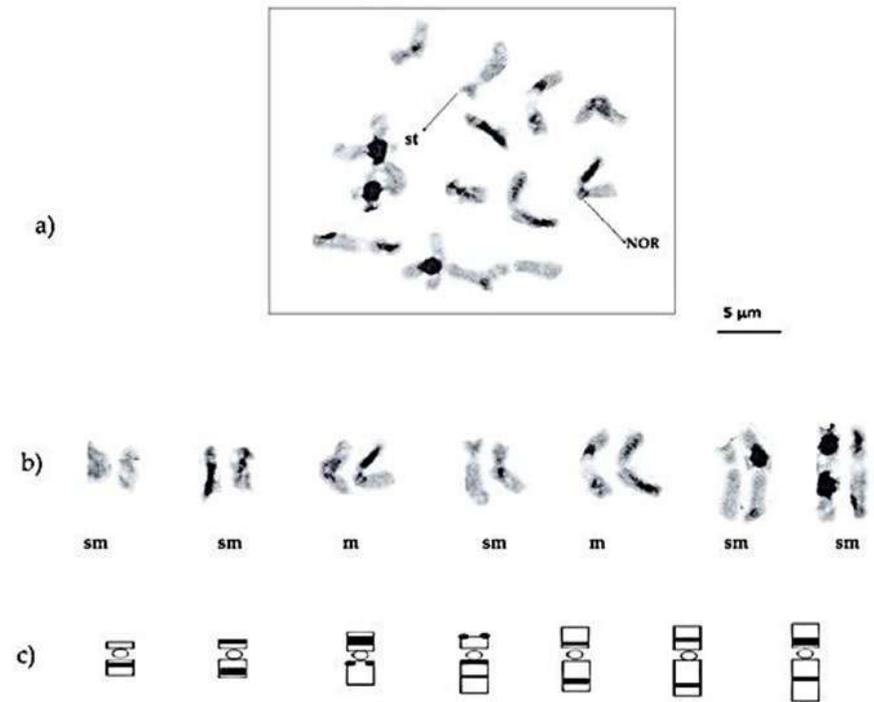


Figure 25: caryotype en (N bandin) de l'espèce *Lens culinaris* Medik (génotype radjas).

- a) Plaque métaphasique.
- b) Caryogramme.
- c) Idiogramme. Les N.O.R sont localisés sur le chromosome 3 (bras long) et le chromosome 4 (bras court).

✓ **Caryotype Syrie**

L'analyse des chromosomes se caractérise par la présence des fines bandes marquées sur la majorité, à l'exception du chromosome 1.

Le nombre total des bandes est de 17 bandes, dont 5 bandes centromériques, et 8 intercalaires et 4 bandes télomériques.

Tableau 7 : Nombre et localisation des bandes N sur les chromosomes du génotype Syrie.

Nombre de la paire	Bandes	Bandes	Bandes
	Centromériques	Intercalaires	Télomériques
1	2	2	1
2	1	1	1
3			
4			
5		1	
6		1	
7	2	3	2
Total des bandes	5	8	4
	17		

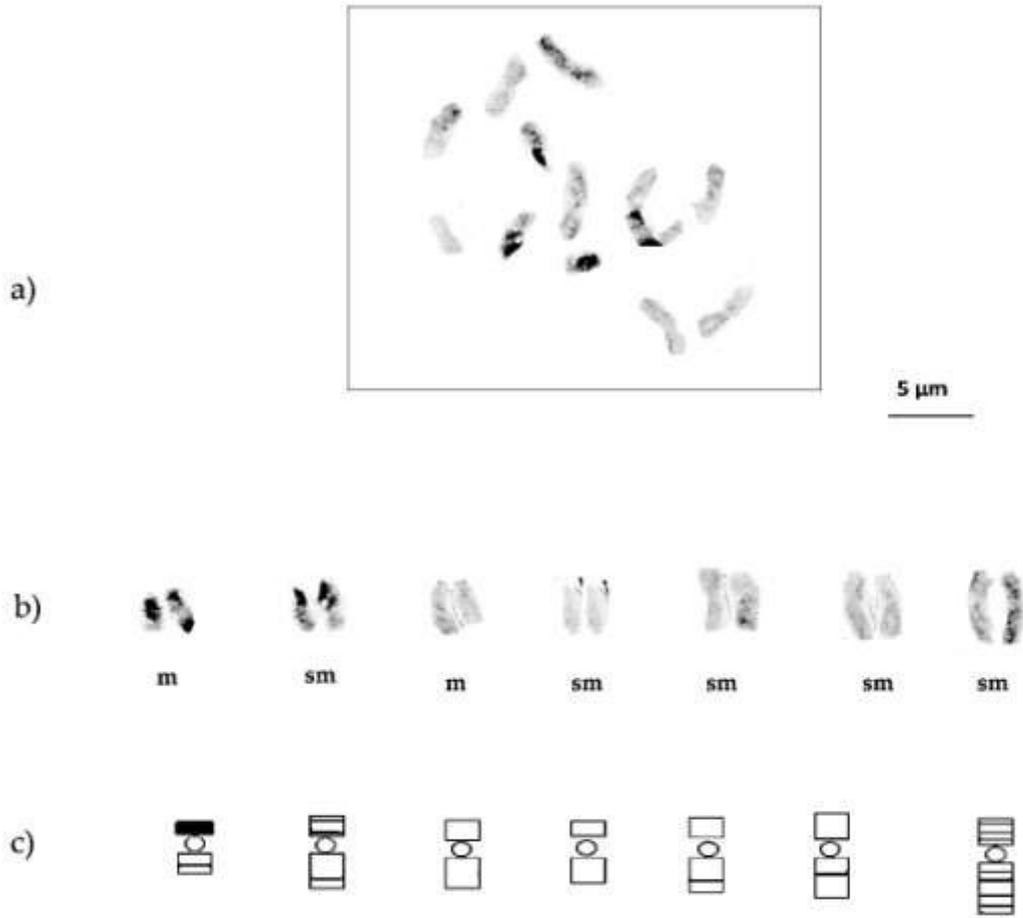


Figure 26: caryotype en (Nbanding) de l'espèce *Lens culinaris* Medik (génotype syrie).

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

1-2- les organisateurs nucléolaires (N.O.R)

Nous avons pu marquer et localiser des régions organisatrices nucléolaires (N.O.R) sur quelques de chromosomes des différents génotypes (**sous forme de points noirs**), en nombre et position différents.

Tableau 8 : Nombre et localisation des NOR chez les cinq génotypes.

Génotypes	Nombre des NOR	Position des NOR
Flip	2	Télomériques
	2	Centromérique
Idlep3	3	Télomériques
Radjas	1	Télomérique
	1	Centromérique
Ibla	2	Centromériques
Syrie	Pas de NOR	/

2 - Discussion

Trois critères permettent de distinguer la structure des chromosomes mitotiques :

- Le nombre, la taille et l'emplacement des bandes hétérochromatiques.
- La position de la constriction primaire (centromère),
- L'existence et la localisation des organisateurs nucléolaires (N.O.R). Leur position fréquemment distale sur un bras chromosomique munis de satellites, portés aussi par des constructions secondaires.

Egalement, d'autres caractères sont utilisés:

- la longueur relative des chromosomes (LR), le rapport du bras long sur le bras court et l'asymétrie du caryotype.

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

Suite aux travaux réalisés sur les chromosomes du génome de *Lens culinaris* Medik (**HAMMOUDA D., 2015 ; HAMMADI H et al, 2018**), la recherche, nous a conduits à l'étude de l'organisation et localisation des organisateurs nucléolaires (N.O.R) sur cinq génotypes appartenant à la même espèce.

La comparaison des Caryotypes marqués par les bandes hétérochromatiques (N), obtenus lors de l'étude des cinq génotypes révèle une grande différence concernant la structure des chromosomes, et la présence ou l'absence des NOR.

2-1 Comparaison structurale et localisation des NOR

Les chromosomes des génotypes Idlep 3 et Flip, en comparaison à leurs homologues des autres génotypes, montrent une surcharge en hétérochromatine et un nombre élevé (de 3 à 4) des organisateurs nucléolaires (N.O.R). Par contre, ceux des génotypes Ibla et Radjas sont moyennement riche en hétérochromatine et ils portent moins de NOR (en nombre de 2). Par opposition, les chromosomes du génotype Syrie229 sont pauvres en bandes hétérochromatiques et dépourvus de N.O.R (en nombre de 0). Seul le chromosome 2 du génotype Radjas, est le plus riche en hétérochromatine par

rapport aux autres. Nous indiquons la présence d'un polymorphisme inter génotypique.

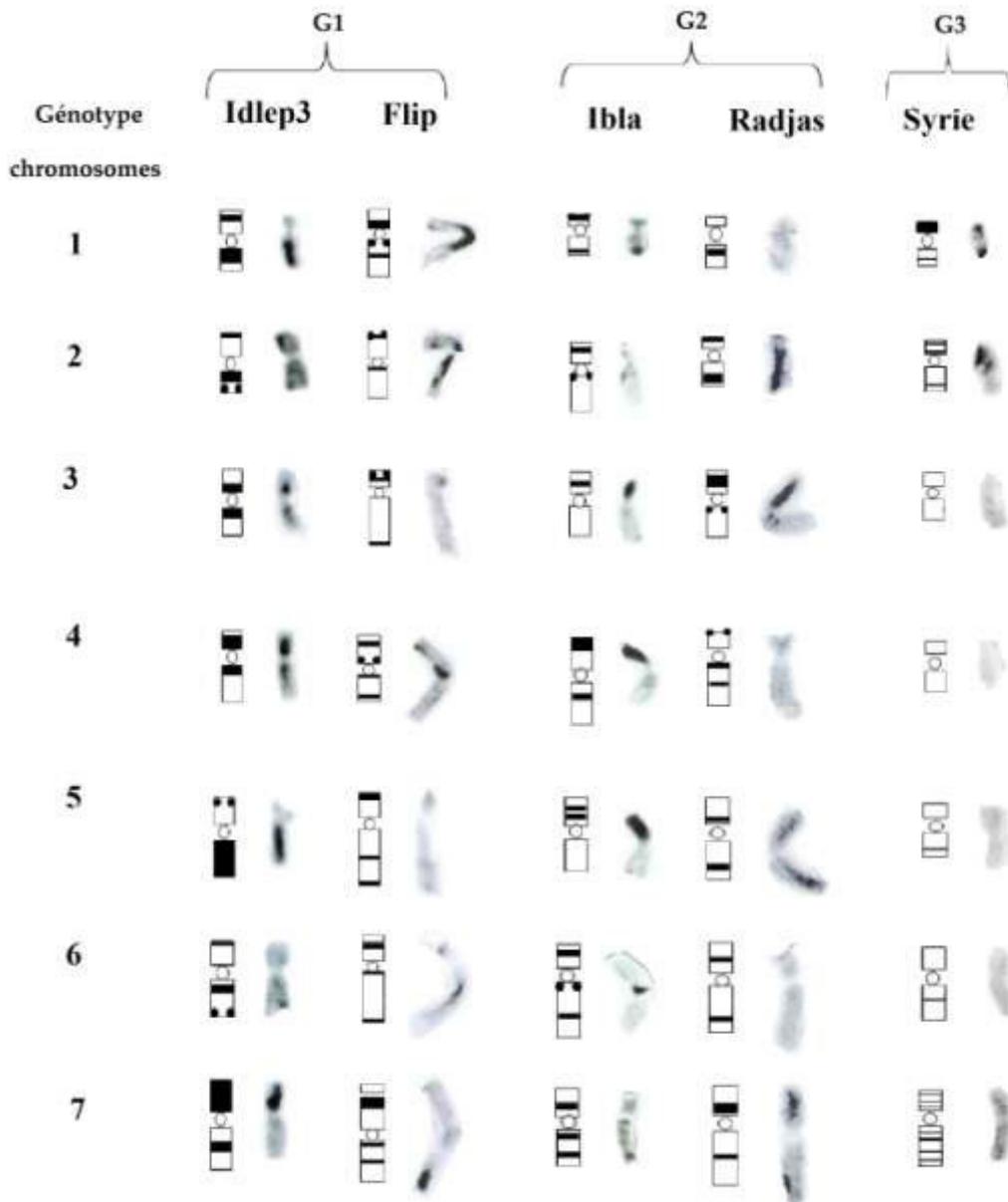


Figure 27 : Analyse comparative des chromosomes du génome *Lens culinaris*, marqués par les bandes N. Trois groupes sont détectés : G1 (Idlep3, Flip 90-31), G2 (Ibla, Radjas), G3 (syrie229).

2-2 Rôle des NOR

Ils participent à la formation et au fonctionnement des nucléoles dans les noyaux interphasiques, qui contiennent l'ARN et les protéines ribosomiques (**HAYES H., 2000**). Donc ils sont associés aux gènes ribosomiques.

Tableau 9 : Comparaison des géotypes étudiés

Géotypes	Nombre de satellites	Les organisateurs nucléolaires (NOR)		Nombre de Bandes N	Polymorphisme %
		nombre	localisation		
Idlep3	3	3	téломère	41	26.11 %
Flip90 -31	1 1CS	4	Centromère Téломères	37	23.56 %
Ibla	1	2	centromère	33	21.01 %
Radjas	2	2	Centromère téломère	29	18.47 %
Syrie 229	0	0	/	17	10.82 %

CS: Construction secondaire

% de polymorphisme = (nombre total de bandes de chaque géotype / nombre totale des bandes de tout géotypes) x 100

% de polymorphisme total = (nombre total des bandes des géotypes / nombre de polymorphisme de tout les géotypes) x 100

% polymorphisme total = 157/ 99.57 x 100

% polymorphisme total = 15.76%

Nous avons pu observer une différence structurale remarquable (nombre, intensité et emplacement des bandes hétérochromatiques) au sein des paires chromosomiques (3) du géotype Ibla et (4) du géotype Idlep 3. Ceci signifie que les chromosomes sont marqués par les deux types d'hétérochromatines.



Figure 28 : Détection des deux types d'hétérochromatine (consécutives et facultatives) chez les génotypes Idlep3 et Ibla confirme la présence d'un polymorphisme intra génotypique.

Peu de travaux cytogénétiques (sauf le N-banding) sont réalisés sur les chromosomes du *Lens culinaris* (GALASSO *et al.*, 2001 ; GAFFARZADEH N *et al.*, 2007 ; HAMMOUDA D., 2015 et HAMMADI H., 2018).

Nos résultats en confrontation à ceux des auteurs (GALASSO *et al.*, 2001 ; GAFFARZADEH N *et al.*, 2007 ; HAMMADI H., 2018) montrent des variations importantes concernant le taux d'hétérochromatine, la localisation et le nombre des zones vitales des chromosomes (satellites, constructions secondaires et primaires). Ils ont prouvé la présence d'une paire de satellite sur le chromosome 4 (bras long proche au centromère) du *Lens culinaris* Medik, alors que dans notre cas, tous les génotypes (à l'exception Syrie 229) portent des satellites (centromère ou télomère).

Notons la présence d'une construction secondaire marquée sur le chromosome 7 (bras court) de Flip, dont elle est absente chez le reste des génotypes. D'après HAMMADI H *et al.*, (2018), le génotype Syrie 229 est marqué par trois satellites, alors que dans notre cas on en est dépourvu.

ABBO *et al.*, (1994) ; KUMAR *et al.*, (2001) ; GALASSO *et al.*, (2001), ont signalé la présence d'un seul NOR sur le chromosome 4, par contre dans notre cas, ils

sont situés sur les chromosomes (1, 2, 3 et 4) du génotype Flip, (2 et 6) du génotype Ibla, (2,5 et 6) du génotype Idlep3 et sur les chromosomes (3 et 4) du génotype Radjas. Le génotype Syrie est le seul en on dépourvu. Les satellites sont toujours associés aux NOR qui codent les gènes ribosomiques.

HAMMOUDA D et KHALFALLAH N., (2008), travaillant sur les chromosomes des poacées, en pu marquer les chromosomes par les bandes N et ont confirmé que l'hétérochromatine consécutive est localisée près du centromère et du télomère ou des satellites qui possèdent des NOR. Ces derniers contiennent des séquences d'ADN hautement répétées, portant des gènes Ribosomiques.

2-3 Corrélation entre le Taux d'hétérochromatine et nombre de N.O.R

Pour la première fois, on a pu mettre en évidence une corrélation positive entre le taux d'hétérochromatine et le nombre des organisateurs nucléolaires (NOR) chez la lentille cultivée (Fabacée).

Des travaux antérieurs (**HAMMOUDA D., 2013 et 2017**) réalisés sur les chromosomes des Poacées ont montré une corrélation positive entre le taux hétérochromatine constitutive et l'augmentation du nombre des chromosomes B chez les triticales (8x et 6x). Cette corrélation a été mise en évidence, chez *Nicotiana sylvestris* par et chez les plantes androgénétiques du Nil par (**LESPINASSE et al., 1987**).

CONCLUSION

CONCLUSION

Le travail que nous avons effectué a permis de définir quelques aspects cytogénétiques du génome de *Lens culinaris*. Pour cela, Nous avons évoqué cinq critères essentiels :

- L'établissement des caryotypes étudiés.
- La détermination de trois groupes de génotypes en fonction du taux d'hétérochromatine et le nombre de NOR.
- Mise en évidence d'une variabilité hétérochromatique inter et intra génotypique.
- Corrélation positive entre le taux d'hétérochromatine et le nombre de NOR.
- L'identification des chromosomes marqueurs porteurs de (NOR, satellites, construction secondaire).

Cette étude nous a permis de localiser l'emplacement et définir le taux d'hétérochromatine et le nombre de NOR, des satellites et des constructions secondaires grâce à la technique du N-banding.

- L'analyse intra génotypique a révélé une différence au sein des chromosomes concernant le nombre, l'intensité et l'emplacement des bandes hétérochromatiques, ce qui prouve l'existence des deux types d'hétérochromatines (consécutive, facultative).
- l'analyse inter génotypique a mis en évidence trois groupes :
 - G1 : regroupe les génotypes (Idlep3, Flip91-30) riches en hétérochromatine et en NOR, notons aussi la présence de construction secondaire au chez (Flip91-30).
 - G2 : regroupe les génotypes (Ibla, Radjas) qui sont moyennement riche en hétérochromatine et moins de NOR.
 - G3 : regroupe un seul génotype (Syrie299) pauvre en hétérochromatine et dépourvu de NOR

Ces résultats confirment l'existence d'un polymorphisme hétérochromatique intra et inter génotypique.

Egalement, nous avons pu déterminer, une corrélation positive entre le taux d'hétérochromatine et le nombre des NOR.

Toutes les régions contenant les NOR, les satellites et les constructions secondaires, portent des gènes responsables du codage des ARNr. Leur chromosomes sont considérés comme **chromosomes marqueurs** rendent le génotype exemplaire pour l'espèce *Lens culinaris* Medik.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- 1- **ABBO S., MILLER T.E., READER S.M., DUNFORD R.P., et KING I.P., (1994).** Detection of ribosomal DNA sites in lentil and chickpea by fluorescent in situ hybridization. *Genome*, Pp: 37- 713-716.
- 2- **ABDELGUERFIE A., (2003).** *Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture. Rapport de Synthèse sur « La Biodiversité Importante pour l'Agriculture en Algérie »* MATE-GEF/PNUD: Projet ALG/97/G31 Tome IX.
- 3- **ABRAHAM Reda., (2015).** *Lentil (Lens culinaris Medik) current status and future prospect of production in Ethiopia.* *Advances in plants and agriculture research*.2: Pp : 1-2.
- 4- **ALIHAN Cokkizgin et Munqez.J.Y Shtaya., (2013).** *Lentil: origin, cultivation techniques, utilization and advances in transformation.* *Agricultural science*, 1 : 55p.
- 5- **Atlas of Genetics and Cytogenetics in Oncology and Haematology., (2006).**
- 6- **Bayaa B., Erakine W., Khoury L., (1986).** *Survey of wilt damage on lentil in North West Syria.* *Arab JPL prot* 4: 119p.
- 7- **Bejiga G., (2006).** *Lens culinaris Medik.* Fiche de Protabase. Brink M., Belay G. (Editeurs). PROTA (Plant Resources of Tropical African/ Resources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen. Pays-Bas, 102p.
- 8- **Brink M., Belay G., (2006).** *Céréales et légumes secs, ressources végétales de l'Afrique tropicale.* Fondation Prota, Wageningen, Pays-Bas, 102p.
- 9- **CHOUAKI Salah., (2006).** *Deuxième rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques.* INRA Algérie et FAO. Pp: 20- 21.
- 10- **CNRS., (2015).** Centre national de la recherche scientifique.
- 11- **Definition of Genome in Oxford dictionary, Retrieved 25 March (2014).**
- 12- **Dictionnaire de Médecine Flammarion, (1991).** *Médecine- Sciences Flammarion.* 4e édition.
- 13- **DOMENICO Pignone., (1989).** *Differential staining of wheat chromosomes with a hydrolitic technique.* *Caryologia, international journal of cytology, cytosystematics and cytogenetics*, 42: 49p.

- 14- DUKE J.A., (1981).** *Handbook of Legumes of World Economic Importance.* Plenum Press, New York. Pp: 52–57.
- 15- FAOSTAT- Agriculture, (2011).** *Food and agricultural commodities production.* Food and agriculture organization. Rome..
- 16- GAFFARZADEH Namazi L.R., ASGHARI Zakaria N., BABAEIAN Kazemi Tabar K., (2007).** *Etude comparative de la morphologie des chromosomes et Patterns C-bandes dans plusieurs génotypes de Lens culinaris.* Pakistan Journal of Biological Sciences. 10: Pp :1811 -1816.
- 17- GALASSO Schmidt., PIGNONE., (2001).** *Identification of Lens culinaris sp. Culinaris chromosomes by physical mapping of repetitive DNA sequences.* Chromosome 9. Pp : 199-209.
- 18- GARCIA B., BUSBY S., Barber C., SHABANOWITZ J., ALLIS C., HUNT D., (2004).** *Characterization of phosphorylation sites on histone H1 isoforms by tandem mass spectrometry.* Journal of Proteosome Research 3. Pp: 1219-1227.
- 19- GREWAL S., ELGIN S., (2007).** *Transcription and RNA interference in the formation of heterochromatin.* Nature 447: Pp: 399-406.
- 20- HAMMADI Hamida., HAMMOUDA Dounia., DJEGHAR Radia., (2018).** *Distribution of heterochromatic variability in several genotypes of Lens culinaris Medik (SSP Microsperma and Macrosperma).* International journal of science and research, 7: 1112p
- 21- HAMMOUDA Dounia., KHALFELLAH Nadra., (2008).** *Comparative analysis of band R genomes in two lines (X tritico-secale wittmak) and their genitors (Secale cereal L., Triticum aestivum L.) by N-banding.* Caryologia, international journal of cytology, cytosystematics and cytogenetics, 61: Pp :246- 247- 248.
- 22- HAMMOUDA Dounia., (2013).** *Evolution et organisation du génome chez xTritico-secale Wittmak.* Thèse de Doctorat en Sciences, Génétique et Amélioration des Plantes, Université de Constantine1, Algérie, 114p..
- 23- HAMMOUDA Dounia., KHALFALLAH Nadra., (2015).** *Etude comparative de la caryomorphologie chez six génotypes du Lens culinaris Medik.* European scientific journal, 11: Pp 2- 3- 5- 12 - 214.

- 24- HALLOUËT Pascal., Borry Anne., (2009).** *Multiplication cellulaire Mémo-guide de biologie et de physiologie humaines*, Pp: 48-52.
- 25- HERNANDEZ VERDUN Daniel., et LOUVET Emili., (2004).** *Le nucléole : structure, fonctions et maladies associées.* Médecine/ Science, 20: 38p.
- 26- I.T.G.C, (2013).** La culture de la lentille (*Lens culinaris* Medik).
- 27- JAHIER J., (1992).** *techniques de cytogénétique végétale.* Jahier. (Ed).INRA, paris, 171p.
- 28- KUMAR., (2001).** *A study of nucleolar organizer in lentil using Fish and spore quartet analysis.* Cytologia, 66: Pp: 247-252.
- 29-LADIZINSKY G., BRAUN D., GOSHEN D., MUEHLBAUER F. J., (1984).**
- 30- LADIZINSKY G., (1993).** *Wild lentils.* Crit. Rev. Plant Sci, 12: Pp :169-184.
The biological species in the genus Lens L. Bot. Gaz. Pp :145-253-261.
- 31- LEE JH Ma Y., WAKOT, CHENGI Yongk., FUKUI K., (2004).** *flow karyotypes and chromosomal DNA contents of gens Triticum species and rye (secale cereak).* Chromosome research 12: Pp :93 -102.
- 32- LITT MD., SIMPSON M., GASZNER M., ALLIS C., FELSENFELD G., (2001).** *Correlation between histone lysine methylation and developmental changes at the chicken beta-globin locus.* Science 293 : Pp: 2453-2455.
- 33- LUGER Mader., RICHMOND Sargent., RICHMOND nature., (1997).** Pp : 389 -251-260.
- 34- MAHE Frederic., (2009).** *Phylogenie, elements transposables et evolution de la taille des genomes chez les lupins.* Thèse de doctorat. Faculté science de la vie et de l'environnement. Université de Rennes 1. France.58p
- 35- MALAN V., ROMANA S., (2012).** *Diagnostic des anomalies chromosomiques par CGH array en pathologie constitutionnelle : la fin du caryotype en première intention* Archives de Pédiatrie, 19 : Pp: 437-442.
- 36- MAMECIER Demounem A., (2012).** *Dico de bio.* Edition de boeck, 3^e édition. Louvain la neuve.Belgique. 48p.
- 37- MARK Danielson, (2014).** *Le cycle cellulaire: la mitose et la méiose.*
- 38- MUEHLBAUER F. J., SLINKARD A. E., WILSON V. E., (1980).** *Lentils in Hybridization of crop plants*, Pp: 417-426.

- 39- MUHLABBAUER F.J., KAISER W.J., CLEMENT S.L., SUMMER field R.J., (1995).** *Production and breeding of lentil. Advances in Agronomy*, 54: Pp: 283-332.
- 40-NASSIRA Riah., GISELE Laguerre, (2014).** *Diversité et structure génétique des populations de rhizobium leguminosarumsymbiovarviciae isolées du pois (Pisumsativum) et de la lentille (Lens culinaris) cultivés dans deux zones éco-climatiques subhumide et semi-aride de l'est algérien.* Doctorat en science. Faculté des sciences de la nature et de la vie. Université Constantine 1, Pp: 30- 35- 37.
- 41- NAYLA Ayoub., (2009).** *Conséquences physiologiques et mécanistiques de l'interaction covalente du facteur Rrn3 avec l'ARN polymérase 1 chez la levure Saccharomyces cerevisiae.* Thèse de doctorat. Ecole doctorale : biochimie et biologie moléculaire. Université Paris Diderot, 12p.
- 42- OMAR Idrissi., (2012).** *Comparaison de lignées avancées de lentille sous stress hydrique durant la phase de floraison et formation des gousses.* Nature and technologie. B- sciences agronomiques et biologiques, 8: 54p.
- 43- RIZK S.G., (1966).** *Atmospheric nitrogen fixation by legumes under Egyptian conditions.II. Graine Legumes.* Journal of Microbiology, U.A.R. 1 : Pp:33-45.
- 44- SASKATCHEWAN Pulse Growers., (2000).** *Pulse production manual.* Saskatchewan Pulse Growers, Saskatoon SK.
- 45- SASKATCHEWAN., (2002).** *Lentil in Saskatchewan.Saskatchewan Agriculture and Food,* Regina.
- 46- SARKER A., ERSKINE W., SINGH M., (2005).** *Variation in shoot and root characteristics and their association with drought tolerance in lentil landraces.* Genetic Resources and Crop Evolution 52: Pp: 87–95.
- 47- SCHAWARTZ D., LANGHAM., (2012).** *Grows stage of lentil.*
- 48- SFO/Cours de botanique., (2016).** *La biologie cellulaire.*
- 49- SHAPIRO J.A., VON R., (2005).** *Pourquoi l'ADN répétitif est essentiel à la formation du génome.* Examen biologiques de la Cambridge philosophicalsociety.U.S.Bibliothèque nationale de médecine.
- 50- SILJAKYAKOVLOV S., CARTIER D., (1986).** *Hétérochromatin patterns in some taxa of crepispraemorsa complex.* Caryologia, Pp: 39, 27-32.

- 51- SOUCL., FACHMANN., KRAUT., (2008).** *La composition des aliments. Tableaux des valeurs nutritives, 7e édition, 2008, MedPharmScientificPublishers / Taylor & Francis, ISBN. Pp: 3- 8- 97-5038. 8047.*
- 52- SUMMER field., (2007).** *World Crops: Cool Season Food Legumes.* ISBN Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, TheNetherlands, Pp : 519-534.
- 53- TAHIRI Jouti N., (2015-2016).** *Cours de Biologie, Université Hassan II Faculté de Médecine et de Pharmacie, Casablanca*
- 54- TAIBI Faiza., (2015).** *Cours de physiologie Cellulaire, la Division cellulaire.*
- 55- TAVERNA S., COYNE R., ALLIS C., (2002).** *Methylation of histone h3 at lysine 9 targets programmed DNA elimination in tetrahymena.* Cell 110. p : 701-711.
- 56- TIMIR baran Jha., APURBA Mahanti et ANIMESH Ghorai., (2015).** *Karyotype Analysis of Indian lentils through EMA based Giemsa staining, Caryologia.* Pp: 280-288.
- 57- VANDENBERG A., SLINKARD AE., (1990).** *Genetics of seed coats color and pattern in lentil.* Journal of Heredity. 81: Pp : 484–488.
- 58- VAN Emden H.F., BALL S.L., et RAO M.R., (1988).** *Pest disease and weed problems in pea lentil and faba bean and chickpea.* In R. J. 21)Summerfield (Ed.), *World Crops: Cool Season Food Legumes.* ISBN 90-247-3641-2. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, TheNetherlands. Pp: 519-534.
- 59-VAN HOORN J., KATERJI N., HAMDY A., MASTRORILLI M., (2001).** *Effet of salinity on yield and nitrogen uptake of four grain legumes and on biological nitrogen contribution from the soil.* *Agriculturak water management.*51: 97p.
- 60- VAN Oss H., ARON Y., et LADIZINSKY G., (1997).** *Chloroplast DNA variation and evolution in the genus Lens Mill.Theor. Appl. Genet.* 94 :Pp :452-457.
- 61- ZAGHOUANE Omar., (2011).** *Maladies fongiques de la lentille. Institut Technique des Grandes Cultures. Algérie, ALGERIE.* Pp: 3 - 8.

Sites internet

<https://agronomie.info/fr/situation-de-culture-de-lentille-importance-algerie/>

https://www.google.dz/search?tbm=isch&source=hp&biw=1340&bih=635&ei=E08pWWmL4WQ6QSB5pnIBg&q=lens+culinaris&oq=lens+culinaris&gs_l=img.3..0j0i30k114j0i24k1.246960.250082.0.250391.14.9.0.5.5.0.206.1470.0j8j1.9.0....0...1ac.1.64.img..0.14.1503...0i10i30k1j0i8i30k1.0.NAvodoh4btE#imgrc=uA-QH-flrT9j5M

https://www.google.dz/search?biw=1340&bih=635&tbm=isch&sa=1&ei=qlApW7PLBciMUc3JnsAG&q=lens+culinaris+cycle+&oq=lens+culinaris+cycle+&gs_l=img.3...15888.18099.0.18825.7.7.0.0.0.0.214.1190.0j6j1.7.0....0...1c.1.64.img..0.2.378...0i19k1j0i30i19k1j0i30k1.0.51bp-MxZJxc#imgrc=no2-wRl2R65_1M

<https://www.viarural.com.ar/viarural.com.ar/agricultura/aa-enfermedades/ascochyta-lentis-01.htm>

<https://www.ndsu.edu/pubweb/pulse-info/lentilstext.html>

http://www.pflanzenkrankheiten.ch/images/Huelsenfruechte/Uromyces_viciae_fabae/UVF_VF_12_17k.jpg

<http://theses.ulaval.ca/archimede/fichiers/25687/ch01.htm>

<http://www.nenno.it/phaseolus-polytene-chromosomes/nor>

https://www.google.dz/search?q=mitose&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=c75wElaMqn_yM%253A%252CktzD8RJH0t4dM%252C_&usg=__Rx2N_IDF4GUOZ2xUydzN0C2BYIU%3D&sa=X&ved=0ahUKEwiXytjus_DbAhWGWBQKHXPtAgYQ_h0I4gEwFQ#imgrc=wLUewpciIORosM

INTITULÉ : LOCALISATION DES N.O.R (RICHES EN GÈNES RIBOSOMIQUES) CHEZ DES GÉNOTYPES DU LENS CULINARIS.

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

Résumé :

Notre étude a été réalisée sur 5 génotypes de l'espèce *Lens culinaris* Medik (Flip90-31, Ibla, Idlep3, Radjas, Syrie229) le but de notre étude est porté sur le marquage des NOR qui correspondent à des constructions riches en séquences d'ADN hautement répétées (riches en gènes ribosomiques) dans les chromosomes, en utilisant la technique de marquage N-banding. L'analyse génomique du *Lens culinaris* Medik ($2n=2X=14$) a montré la présence des NOR dans tous les génotypes, sauf le génotype Syrie, notons aussi la présence des satellites et construction secondaire, ces chromosomes sont dites : chromosomes marqueurs.

Les résultats obtenus, confirment une corrélation positive entre le taux d'hétérochromatine et le nombre des NOR.

Mots clés : *Lens culinaris* Medik, NOR, Hétérochromatine, Satellites, Construction secondaire, N-banding, Chromosomes marqueurs. .

Laboratoire de recherche : Laboratoire de cytogénétique.

Jury d'évaluation :

Président du jury : Mme. KARA Karima (MCA - UFM Constantine 1),
Rapporteur : Mme. HAMMOUDA Dounia (MCA- UFM Constantine 1),
Examineur : Mme. CHAIB Ghania (MCA- UFM Constantine 1).

Date de soutenance : 24/06/2018