



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
Département : Biologie Et Ecologie Végétale

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم : بيولوجيا و إيكولوجيا النبات

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 :

**Identification D'un Marqueur Cytogénétique Chez Deux Variétés
Homologuées (Ain lahma, Simeto) Du Blé Dur
(*Triticum Durum* Desf).**

Présenté et soutenu par : BENOUAR NAILA

Le : 24/06/2018

Jury d'évaluation :

Président du jury : Mme KARA KARIMA (MCA – UFM CONSTANTINE).

Rapporteur : Mme HAMMOUDA – BOUSBIA DOUNIA (MCA – UFM CONSTANTINE).

Examineurs : Mme ZEGHAD NADIA (MCB – UFM CONSTANTINE).

Année universitaire

2017 – 2018

Remerciement

Tous mes remerciements à Dieu le tout puissant de m'avoir donné la Force et la volonté pour réaliser ce travail.

A mon encadreur Madame **Hammouda Bousbia Dounia** MCA, UFM Constantine pour son aide précieux et ces conseils judicieux pour lui assurer le témoignage De ma profonde reconnaissance.

Mes remerciements aux honorables membres du jury.

Madame **Kara Karima**, MCA UFM Constantine, de m'avoir fait honneur de Présider mon jury.

Madame **Zeghad NADIA**, MCB UFM Constantine, qui fait honneur d'examiner Mon travail.

Tous mes remerciements aux personelles du laboratoire de recherche cytogénétique de l'Université des Frères Mentouri 1 pour leurs Soutiens et accompagnement, et en particulier Mademoiselle **Radia** ingénieur de laboratoire Qui m'a beaucoup aidée dans mon travail.

A monsieur **Belbekri Nadir** directeur de laboratoire de recherche d'avoir veillé au Bon déroulement du travail.

Ma gratitude envers mes parents d'être très proche de moi et qui m'ont accompagnée durant tout le cursus universitaire.

A tous mes enseignants que je remercie beaucoup.

Dédicace

Je dédie ce travail à ma très chère maman et à mon papa.

A mes deux frères et ma petite sœur.

A mes oncles et tantes paternelle et maternelle.

A mes cousins et cousines.

*Une pensée à mes grands-parents, que dieux les accueillent dans
Son vaste paradis.*

*A tous mes ami (es) qui ont été là pour moi à travers mes années au
Sein de l'université.*

Neila Benouar

Sommaire

Introduction

Chapitre 1 : Revue bibliographique

1-1	Historique	1
1-2	Classification génomique du blé dur.....	1
1-3	Classification botanique du blé dur	2
1-4	Origine et diversité du blé dur en Algérie	3
1-5	La polypléidie.....	4
1-6	Mécanisme de formation des polypléidies	5
1-6-1	Doublément somatique du stock chromosomique	6
1-6-2	Formation et fusion des gamètes non réduits.....	6
1-7	Identification des différents génomes du blé dur	7
1-7-1	les donneurs du génome A.....	7
1-7-2	les donneurs du génome B.....	8
1-8	Présentation de l'espèce <i>Triticum durum</i> Desf	8
1-9	Importance économique.....	10
1-10	La sélection du blé dur en Algérie	10
1-11	Notion de cytogénétique.....	11
1-12	Structure de chromosome	16

Chapitre 2 : Matériels et Méthode

2-1	Technique du marquage C-banding.....	19
2-2	Les étapes préliminaires.....	19
❖	Désinfection	19
❖	Prétraitement	19
❖	Fixation	19
❖	Conservation ou stockage.....	20
❖	Hydrolyse	20
❖	Ecrasement	20
2-3	les étapes du C – banding	20
❖	Delamination	20
❖	Déshydratation.....	20
❖	Dénaturation de l'ADN	20
❖	Renaturation de l'ADN.....	21
❖	Rinçage	21
❖	Coloration	21
❖	Le montage	22
❖	Observation et Photographie	22

Chapitre 3 : Résultats et Discussion

3-1 Résultats.....	23
3-1-1 Analyse des génomes A et B de la variété Ain lahma	23
3-1-2 Analyse des génomes A et B de la variété Simeto	27
3-1-3 Calcul du % de polymorphisme hétérochromatique	30
3-2 Discussion	32
Conclusion	36
Reference bibliographique	37
Résumé	40

Liste des figures

Figure 1 : schéma illustrant le mécanisme des chromosomes (La polyploïdie)	5
Figure 2 : schéma présente le dédoublement somatique du stock chromosomique	6
Figure 3 : les grains et l'épi du <i>Triticum durum Desf</i>	10
Figure 4 : la composition chromosomique et ces différents types.....	15
Figure 5 : les graines utilisées en C – banding	17
Figure 6 : photo montre les écrasements des pointes racinaires	20
Figure 7 : photo montre la dénaturation et la renaturation de l'ADN.....	21
Figure 8 : montre la coloration des lames (Gimssa)	21
Figure 9 : photo montre l'observation et photographie	22
Figure10 : caryotype en C – banding du <i>Triticum durum Desf</i> de la variété cultivée Ain lahma	25
Figure 11 : caryotype en C – banding du <i>Triticum durum Desf</i> de la variété cultivée Simeto	28
Figure 12 : polymorphisme hétérochromatique inter variétal en (C – banding)	33

Liste des tableaux

Tableau 1 : la classification botanique du blé dur	3
Tableau 2 : montre de gauche à droite la première de ces deux forces de l'évolution du blé et de haut en bas la seconde	4
Tableau 3 : la nomenclature chromosomique	16
Tableau 4 : la liste des variétés homologuées et leurs caractéristiques	18
Tableau 5 : Données morphométrique de la variété cultivè Ain lahma	26
Tableau 6 : Données morphométrique de la variété cultive Simeto	29
Tableau 7 : Distribution des bandes hètèrochromatiques sur le chromosome de tous les génomes	31

Introduction

Introduction :

Les céréales appartiennent à la famille des Poacées (ex Graminées). Le terme céréales désigne un ensemble de plantes qui sont principalement cultivées pour leurs grains riches en amidon et, très secondairement, pour les fourrages qu'elles procurent dans le cas où elles sont récoltées en vert, c'est-à-dire avant la maturation des grains. Parvenus à maturité, les grains sont principalement – pour les deux tiers de la production mondiale – consommés directement par les hommes. Toutefois, leur consommation indirecte, au travers d'animaux nourris à partir de céréales, a pris une importance croissante depuis les années 1960 et 1970. Parallèlement, des quantités de plus en plus importantes de maïs sont utilisées depuis les années 1990 pour la production d'éthanol.

Les céréales regroupent le blé, le riz, le maïs, l'orge, l'avoine, le seigle et les mils (millets et sorghos).

Le genre *Triticum* comprend les espèces diploïdes, tétraploïdes et hexaploïdes. Ainsi, leur polyploïdie a joué un rôle important dans l'évolution du blé.

Le blé est l'une des principales ressources alimentaires de l'humanité. La saga du blé accompagne celle de l'homme et de l'agriculture, sa culture précède l'histoire et caractérise l'agriculture néolithique née en Europe il y a 8000 ans. La plus ancienne culture semble être le blé dur dans le croissant fertile de la Mésopotamie (Feillet, 2000).

Les blés sont présents partout dans le monde, particulièrement le blé dur (*Triticum durum*) c'est le blé de semoulerie par excellence, Le blé tétraploïde ou blé dur [*T. turgidum* L. (Thell). ($2n = 4x = 28$, formule génomique **AABB**) et une taille de 12Gb].

En cytogénétique, le blé a fait l'objet d'études approfondies tant sur l'identification des chromosomes ou des génomes entiers que sur l'origine de ces derniers

De nombreuses techniques de coloration aux fluorochromes ou au Giemsa se sont développées elles sont fondées sur l'exploitation de de l'hétérogénéité de la structure des chromosomes présents dans les hybrides interspécifiques, les lignées d'adaptation ou de substitution, les lignées de translocation et les stocks aneuploïdes

Dans cette étude, il s'agit de mettre en évidence :

1. L'identification des chromosomes des génomes **A** et **B** des deux variétés cultivées (**Ain lahma, Simeto**).
2. L'établissement et caractérisation des caryotypes.
3. L'analyse comparative génomique (A-B) des variétés étudiées par rapport à celle de la référence.

4. Confirmation d'hypothèse richesse en hétérochromatine / adaptation de l'espèce végétal au condition climatique défavorable

Le mémoire est structuré en trois chapitres :

- Le premier chapitre présente une analyse bibliographique et des caractéristiques Générales sur la cytogénétique.
- Le deuxième chapitre est consacré au matériel et à la méthodologie de travail adopté au laboratoire.
- Le troisième chapitre est réservé aux résultats et discussion, suivis par une conclusion et résumé sur le travail effectué.

CHAPITRE 1

REVUE BIBLIOGRAPHYQUE

Chapitre 1 : Revue bibliographique

1-1 Historique

La culture des céréales a permis l'essor des grandes civilisations, car elle a constitué l'une des premières activités agricoles. En effet, Il Ya plus de trois millions d'années, l'homme préhistorique était nomade, pratiquait la chasse et la cueillette des fruits pour assurer sa nourriture. Le nomadisme a progressivement laissé la place à la sédentarité qui permit la culture des céréales. Le blé est l'une de ces céréales connues depuis l'antiquité (Ruel, 2006). Sa culture remontée au mésolithique vers 7000 avant Jésus-Christ, Le blé dur provient des territoires de la Turquie, de la Syrie, de l'Iraq et de l'Iran (Feldman 2001).

Le terme blé vient probablement du gaulois blato (à l'origine du vieux français blaie, blée, blaiier, blaver, d'où le verbe emblaver, qui signifie ensemercer en blé) et désigne les grains qui broyés, fournissant de la farine, pour des bouillies (polenta), des crêpes ou du pain. On trouve sous le nom de blé des espèces variées : le genre *Triticum* (du latin *Tritus, us*= broiement, frottement) : le blé moderne (**froment**), l'orge (**Hordeum**) et le seigle (**Secale céréale**), le blé noir (**sarrasin**).

C'est en l'an 300 ans avant JC, que les premiers procédés de panification ont été élaborés par les Egyptiens qui préparaient déjà les premières galettes à base de blé. L'homme sait alors produire sa propre nourriture, en même temps celui-ci acquiert son autosuffisance alimentaire et en ces temps-là, apparaissent les premiers échanges commerciaux. Par la suite, les techniques de panifications se sont améliorées grâce au Hébreux, Grecs et enfin Romains qui en répandent l'usage à travers l'Europe et devenue, un des constituant essentiel de l'alimentation humaine (Yves et de Buyer., 2000).

1-2 Classification génomique du blé dur (*Triticum durum* Desf)

Le blé appartient à la famille des graminées (**Gramineae = Poaceae**), qui comprend Plus 10000 espèces différentes (Mac Key, 2005). Plusieurs espèces de ploïdie différentes sont regroupées dans le genre *Triticum* qui est un exemple classique d'allo polyplôidie, dont les génomes homéologues dérivent de l'hybridation inter espèces appartenant à la même famille (Levy et Feldman, 2002). Le Blé dur (*T. turgidum ssp. Durum* Desf.) est un allo tétraploïde (2n = 28, AABB) qui a pour origine l'hybridation suivie d'un doublement chromosomique entre *Triticum Urartu* (génomme AA) et une espèce voisine, *Aegilops speltoides* (génomme BB) (Huang et al., 2002).

L'allo polyploïdie se caractérise par un appariement bivalent et une Transmission disomique. En effet, selon Mac Key (2005), l'appariement à la méiose se produit entre les chromosomes véritablement homologues et très rarement entre les Homoéologues.

L'appariement bivalent est déterminé principalement par un gène Suppresseur majeur, Ph1, situé sur le chromosome 5BL (Kimber et Sears, 1987).

Les blés tétraploïdes forment deux groupes, le groupe de l'amidonnier (*Triticum turgidum* ssp. Dicoccoides, génome **AABB**, **2n = 28**) et le groupe Timopheevi (**2n = 28**, **AAGG**), dont la culture est actuellement limitée à l'Arménie et la Transcaucasie (Bozzini, 1988).

La domestication du blé diploïde s'est produite dans le nord du croissant fertile au Proche Orient. Le blé tétraploïde a été domestiqué dans du bassin du Jourdain, plus au Sud (Levy et Feldman, 2002).

D'autres centres de diversité du blé tétraploïde sont Représentés par le plateau éthiopien, le bassin méditerranéen et le Transcaucasie L'Ethiopie a été considérée par Vavilov (1951) comme étant le centre d'origine de blé tétraploïde, alors que Feldman la considère comme un centre de Diversité.

La taille du génome diffère pour les membres de la famille des graminées, de 450 Mb pour le riz à 13000 Mb pour le blé tétraploïde Cette variation est due en partie aux différences dans de ploïdie et à la quantité d'ADN no codon. En effet, la taille du génome de blé dur est près de cinq fois plus grande que le génome humain (Keller et al, 2005 , Nedjeh I , 2015).

1-3 Classification botanique du blé dur (*Triticum durum* Desf) :

Le blé dur est une céréale autogame appartenant à l'ordre des Graminales ou Poales, famille des Graminae ou Poaceae (Rudolphe, 2001).

Nous avons suivi la classification des APG (2013, 2016) ; Une classification détaillée est donnée par le tableau ci-dessous :

Tableau1 : Classification botanique du blé dur (*Triticum durum* Desf).

Règne :	Plantae
Division :	Magnoliophyta
Classe :	Liliopsida
Ordre :	Poales
Famille :	Poaceae
Sous-famille :	Pooideae
Genre :	<i>Triticum</i>
Espèce :	<i>Triticum durum</i> Desf.

1-4 Origine et diversité du blé dur en Algérie

Les blés constituent le genre *Triticum*, qui comporte un certain nombre d'espèces cultivées. Du point de vue génétique on peut les classer en diploïdes, (*Triticum monococcum* :14 chromosomes), tétraploïdes (*Triticum turgidum* :28 chromosomes) et hexaploïdes (*Triticum aestivum* :42 chromosomes). Ainsi l'origine du blé dur est un hybride, résultant du croisement aléatoire et naturel de l'espèce *Triticum monococcum* (sauvage) et une herbe spontanée apparentée au blé nommée *Aegilops speltoides*, toutes deux vraisemblables, puisqu'on les rencontre dans la même aire géographique (Belaid, 1996 et Lala. Z, 2010).

Les blés cultivés en Algérie appartiennent pour la presque totalité aux espèces *T. aestivum* L. (blé tendre) et *T. durum* Desf. (Blé dur) A l'intérieur de chaque espèce on trouve de nombreuses variétés botaniques. En effet, la diversité des blés Algériens a été à l'origine, étudiée à partir des caractères morphologiques. D'autres paramètres tels que la taille, la forme de l'épi, la position des barbes ont été pris en considération afin de distinguer ainsi un grand nombre de populations.

Ducellier en (1930), a décrit l'ensemble des espèces de blé cultivées en Algérie : les blés durs (avec et sans barbes). Avant l'indépendance, il en comptait vingt-neuf variétés d'origine arabes (Hedba, Mohamed ben Bachir, Bidi). Plus de 30 années après les travaux de Ducellier (1930) ; Laumont et Erroux (1961) ont mentionné les mêmes variétés cultivées de blé dur à une ou deux exceptions.

Tableau 2 : montre de gauche à droite la première de ces deux forces évolutives, et de haut en bas la seconde. (René Ecochard 2005).

	1 génome AA 7 paires de chromosomes	2 génomes AABB 14 paires de chromosomes	3 génomes AABBDD 21 paires de chromosomes
Espèces sauvages Epi fragile Grain vêtu	<i>T.boeoticum</i>	<i>T.dicoccoides</i>	
Espèces cultivées primitives Epi semi-solide Grain vêtu	<i>Engrain</i>	<i>Amidonnier</i>	<i>Epeautre</i>
Espèces cultivées actuelles Epi solide Grain nu		<i>Blé dur</i>	<i>Blé tendre</i>

1-5 La polyplôidie :

La polyplôidie ou l'assortiment de plusieurs jeux complets de chromosomes dans un noyau, est un facteur important dans l'évolution des génomes des eucaryotes Elle est fréquente chez les plantes, particulièrement chez les angiospermes, (Soltis et al 2009).

D'après Love (1964), les polyplôides représentent 90% des ptéridophytes, plus de 50% des monocotylédones et 30% des dicotylédones. Stebbins (1966) rapporte que la polyplôidie est beaucoup plus fréquente chez les angiospermes 30 à 33 % que les gymnospermes. Chez les Triticeae, Les polyplôides sont généralement plus développées que les diploïdes et dans bien des cas leurs fruits, leurs graines et l'organe de réserve sont plus volumineux.

Ces avantages ont été observés depuis l'avènement du développement agricole et les agriculteurs ont sélectionné ces formes polyplôides de façon inconsciente et sans en connaître la cause. Ce n'est que vers la fin du 19eme siècle après que le développement de microscopes performants a permis d'observer et de compter les chromosomes individuellement lors des phases de la diacinèse et de la métaphase, que l'on a reconnu ce phénomène. Certains événements de polyplôidisation détectés chez les Poaceae sont ancien (on parle alors de paléo polyplôidie).

D'autres événements sont plus récents et donc restreints à certaines tribus /espèces C'est le cas pour les génomes du blé où de nombreux événements de polyplôidisation récents et

récurrents ont été détectés. Certains de ces évènements ont abouti aux espèces modernes de blé cultivées. Chez les Triticées, Les allopolyploïdes, synthétiques constituent d'excellents modèles pour étudier l'évolution des polyploïdes. Cela est particulièrement le cas du triticales.

Certains de ces évènements ont abouti aux espèces modernes de blé cultivées. Chez les Triticées, Les allopolyploïde, synthétiques constituent d'excellents modèles pour étudier l'évolution des polyploïdes. Cela est particulièrement le cas du triticales.

Nous décrivons les différents aspects de la polyploïdie (formation, fréquence) ; ainsi Que son rôle dans l'organisation, l'évolution et le fonctionnement ; des génomes, en particulier ceux du blé et du triticales.

1-6 Mécanismes de formation des polyploïdes :

Les organismes avec des cellules contenant deux copies de chaque chromosome sont dits diploïdes ($2n=2x$). Leur méiose produit des gamètes haploïdes (n) et la fusion de ces gamètes forme un embryon diploïde. Les cellules avec plus de deux jeux de chromosome sont dites polyploïdes (**tétraploïde : $2n=4x$, hexaploïdie : $2n=6x$, octoploïde ; $2n=8x$**).

Deux mécanismes majeurs permettent d'expliquer la formation des polyploïdes :

- le doublement somatique du stock chromosomique
- la fusion de gamètes non réduites trouvant leur origine dans des erreurs de division cellulaire (Charles, 2010 et Hammouda .D ,2000).

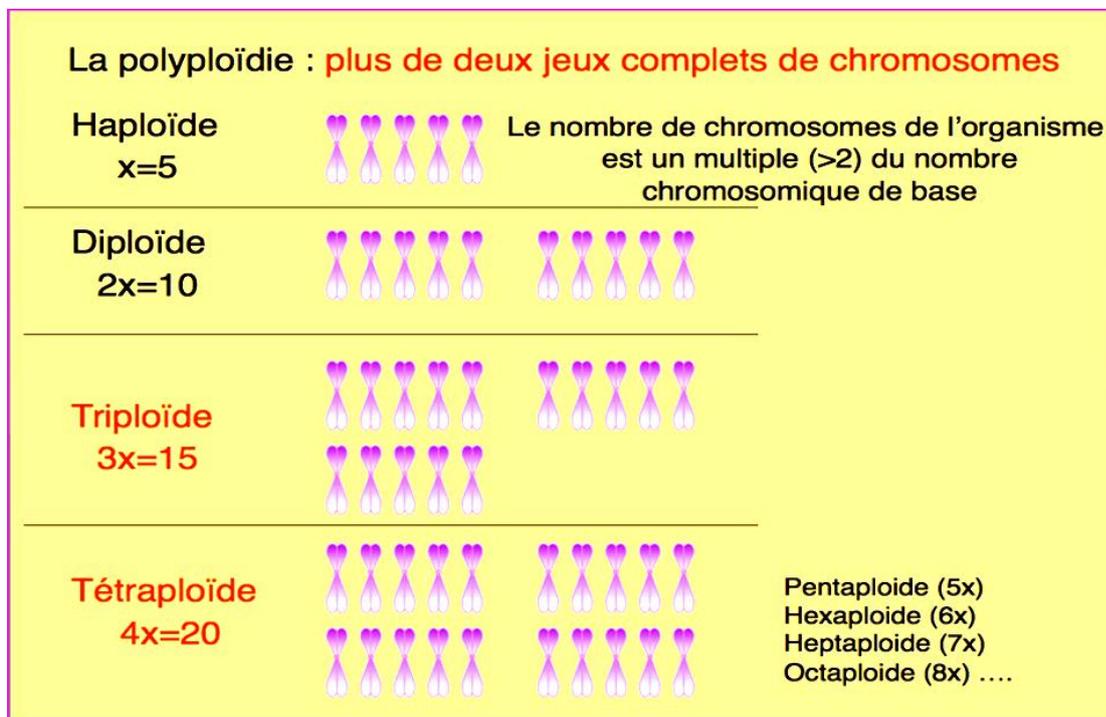
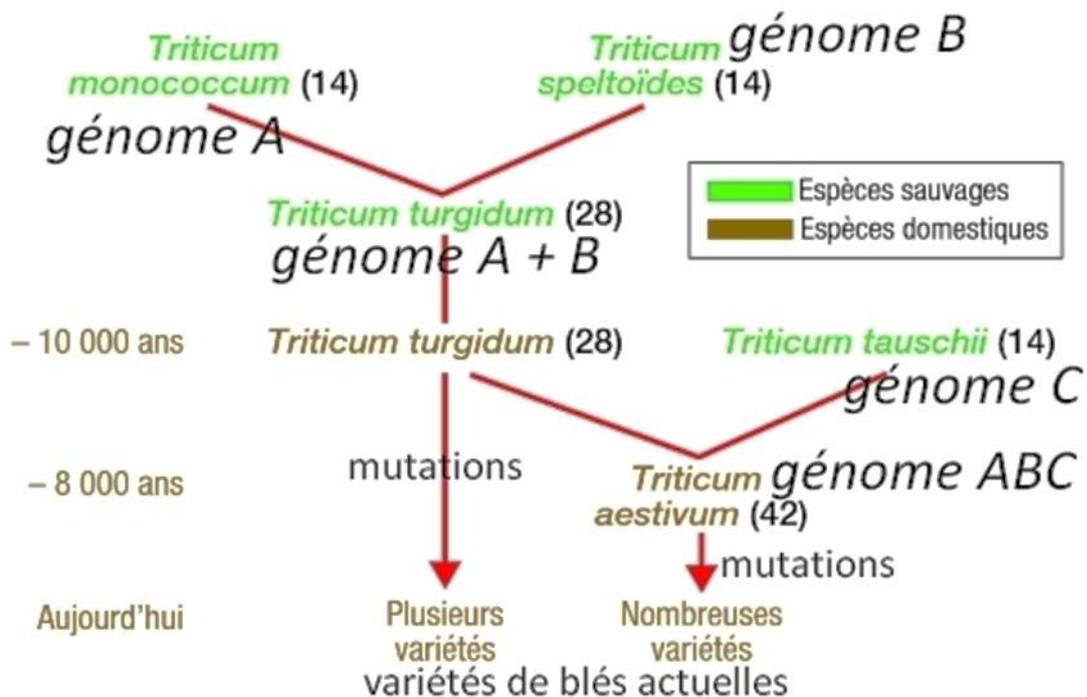


Figure 1 : schéma illustrant le mécanisme des chromosomes (la polyploïdie)

1-6-1 Doublement somatique du stock chromosomique :

L'absence de division cellulaire lors de la mitose, après la réplication des chromosomes, aboutit à la formation d'une cellule somatique polyploïde. En principe elle ne conduit pas à la formation d'un individu polyploïde. Cependant, si le doublement chromosomique se produit dans une des cellules se différenciant en gamètes (pré-zygotique), dans l'œuf ou dans une des cellules du jeune embryon (post-zygotique) il peut être à l'origine de la formation d'un individu polyploïde viable. Ce type de doublement peut être induit artificiellement par un traitement chimique comme la colchicine. Ce procédé est utilisé couramment en laboratoire pour produire des polyploïdes synthétiques exemple le blé tendre et le triticale. (Charles, 2010 et Hammouda .D ,2000).



Figuren2 : schéma présente le dédoublement somatique du stock chromosomique.

1-6-2 Formation et fusion des gamètes non réduits :

Les polyploïdes naturels se formeraient plutôt par l'intermédiaire de gamètes non réduits ; cette voie de formation implique l'autre grande division cellulaire : la méiose. Une

erreur lors de la méiose peut aboutir à la formation de gamètes diploïdes non réduites par des mécanismes encore mal connus. On en distingue quatre types différents (Charle, 2010).

1-7 Identification des différents génomes du blé dur :

1-7-1 Les donneurs du génome A :

La structure génomique des différents blés est déduite de l'analyse comparative des comportements méiotiques d'une série d'hybrides interspécifiques réalisées entre des blés de chacun des trois groupes. Cette méthode est définie comme analyse génomique. Cette méthode a permis d'élucider les progéniteurs des génomes **A** et **D**. Ainsi, les formules génomiques de ces trois groupes du blé (**blés 2x : A/A, blés 4x : AB/AB, blés 6x : ABD/ABD**).

Expérimentent clairement que les blés tétraploïdes Dérivent des blés diploïdes par croisement avec une autre espèce de génome **B** croisement suivi d'un doublement chromosomique. Par hybridation avec une troisième espèce, de génome D, les blés tétraploïdes ont à leur tour engendré les hexaploïdes.

Des études cytogénétique (Dvorak et al., 1992) ont montré que les blés tétraploïdes *T.turgidum* L. Et *T.timopheevii*zhuk, de même que le blé hexaploïde *T.aestivum* L. Ont une paire de génome A, alors que *T.zhukovskyien* a deux.

Les blés constituent des séries polyploïdes à 3 niveau de ploïdie (diploïde, tétraploïde et hexaploïde).au niveau diploïde, il Ya 2 espèces ancestrales, *Triticum. Monoccocum* L. et *T.urartuthum* .

Le blé diploïde (Kim et al., 1992), *T.monoccocum* L. ($2x=2n=14$, AA), serait la source du génome A chez les blés polyploïdes *Triticum turgidum* L. et *Triticum aestivum* L. Beaucoup de travaux sont consacrés à la mise en évidence de l'origine du génome A. d'autres auteurs dont Citons, Kuspira et al. (1985,1986 a, 1986,1989) ; Gill et al. (1987) ; Friebe et al. (1990). Ces auteurs affirment que *T.monoccocum* L. Est le progéniteur du génome A Dvorak et al. (1988,1992) affirment aussi que *T.urartu* est un donneur du genome A chez *T. turgidum* ,*T. timopheevii* et *T. aestivum*.L.

Des analyses cytogénétiques portant sur la variation dans les 16 séquence répétées de nucléotides ont mis en évidence l'origine du génome A chez *T.turgidum*,*T.timopheevii* et *T.aestivum*. Dans les génomes A de ces espèces, les séquences nucléotidiques révèlent peu de divergence de celles du génome A de *T.urartu* .Chez *T.zhukovskyi*, un des génomes provient de *T.urartu* ,*T.monoccocum*.

L'observation des méioses d'hybride, permet aussi d'apprécier les degrés de divergence entre génomes désignés par une même lettre, donc supposés communs, et présents dans différentes espèces (par exemple : A du blé tendre). L'analyse est loin d'être la même pour différents couples des chromosomes. Cela suggère deux hypothèses :

-Soit que les génomes A ont fortement divergé depuis la formation de l'espèce, blé tendre et cette divergence n'a pas eu la même vitesse pour tous les chromosomes.

-Soit que le génome A du blé tendre comporte en fait des chromosomes qui ne proviennent pas du génome A ancestral, mais d'un autre. (Hammouda et al, 1999).

1-7-2 Donneurs du génome B :

La recherche de l'espèce responsable du génome B s'avère beaucoup plus délicate et elle est encore sujette à controverse, Plusieurs espèces diploïde rattachées aux genres *Triticum*, *Agropyrum*, *Aegilops*, *Haynaldia* , avaient été proposées, génomique utilisée Précédemment n'avait permis d'en retenir aucune (CAUDERON,1989).

L'hypothèse *Ae.speltoïdes* a été, et reste encore pour le moment la plus largement acceptée, car elle repose sur des bases expérimentales nombreuses (morphologiques et cytologiques) Dont nous résumons l'essentiel (CAUDERON,1989).

Pathak (1940) propose *Ae.speltoïdes* comme donneur du génome B, et plus tard par Sarkar et Stebbins (1956), grâce à une étude morphologique comparative confirment que *Ae.speltoïdes* , après croisement avec un blé diploïde et doublement chromosomique, donne un amphipode qui ressemble à un blé Tétraploïde.

En se basant sur des études cytologiques, Riley et al. (1958) affirme aussi *Ae.speltoïdes* comme donneur du génome B.

Par la suite, plusieurs expériences ont apporté des arguments favorables à l'hypothèse *Ae.speltoïdes* : Citons les travaux de Sears (1981), qui en isolant une série complète de 21 gonosomiques du blé , ont permis l'identification des chromosomes du génome B (morphologie détaillée des chromosomes à satellites, teneurs des chromosomes en ADN...)(Hammouda ,1999).

1-8 Présentation de l'espèce (*Triticum durum* Desf) .

Le blé dur appartient à la famille des graminées (graminées = poacea), qui comprend plus 10000 espèces différentes (Mackey,2005). Plusieurs espèces de ploïdie différentes sont regroupées dans le genre *Triticum*, qui est un exemple classique d'allo ploïdie dont les génomes homologues dérivent de l'hybridation inter espèces appartenant à la même famille (Levy et Feldmon,2002).

Le blé dur (*Triticum turgedum* ssp. *Durum* Desf), est un allo tétraploïde ($2n=28$ AA BB), qui a pour origine l'hybridation suivie d'un doublement chromosomique entre *Triticum urartu* (génome AA) et une espèce voisine *Aegilops sépaloïdes* (génome BB). (Huange et al .2002).

Il s'agit d'une graminée annuelle de hauteur moyenne et dont le limbe des feuilles est aplati. L'inflorescence en épi terminal se compose de fleurs parfaites (Bozzini, 1998). Comme pour le blé tendre, il existe des variétés de blé dur demi naines. Le système racinaire comprend des racines séminales produites par la plantule durant la levée, ainsi que des racines adventives qui se forment plus tard à partir des nœuds à la base de la plante et constituent le système racinaire permanent. Le blé dur possède une tige cylindrique, dressée, habituellement creuse et subdivisée en entrenœuds. Certaines variétés possèdent toutefois des tiges pleines (Clarke et coll., 2002).

Le chaume (talles) se forme à partir de bourgeons axillaires aux nœuds à la base de la tige principale. Le nombre de brins dépend de la variété, des conditions de croissance et de la densité de plantation. Dans des conditions normales, une plante peut produire en tout trois brins en plus de la tige principale, mais tous ne grènent pas nécessairement. Comme pour d'autres graminées, les feuilles de blé dur se composent d'une base (gaine) entourant la tige, d'une partie terminale qui s'aligne avec les nervures parallèles et d'une extrémité pointue. Au point d'attache de la gaine de la feuille se trouve une membrane mince et transparente (ligule) comportant deux petits appendices latéraux (oreillettes). La tige principale et chaque brin portent une inflorescence en épi terminal.

L'inflorescence du blé dur est un épi muni d'un rachis portant des épillets séparés par de courts entre nœuds. Chaque épillet compte deux glumes (bractées) renfermant de deux à cinq fleurs distiques sur une rachéole. Chaque fleur parfaite est renfermée dans des structures semblables à des bractées, soit la glumelle inférieure (lemma ou lemme) et la glumelle supérieure (paléa). Chacune compte trois étamines à anthères biloculaires, ainsi qu'un pistil à deux styles à stigmates plumeux. À maturité, le grain de pollen fusiforme contient habituellement trois noyaux. Chaque fleur peut produire un fruit à une seule graine, soit le caryopse. Chaque graine contient un large endosperme et un embryon aplati situé à l'apex de la graine et à proximité de la base de la fleur.

Le blé dur est bien adapté aux régions à climat relativement sec, où il fait chaud le jour et frais la nuit durant la période végétative, ce qui est typique des climats méditerranéens et tempérés. Les semences peuvent lever à aussi peu que 2 °C, même si la température optimale est de 15 °C (Bozzini, 1988). La plus grande partie du blé dur produit dans le monde est

constituée de blé de printemps ; toutefois, il existe des variétés de blé dur d'hiver (qui ont besoin de vernalisation pour amorcer la transition de la phase végétative à la phase reproductrice); ces variétés ont été évaluées en vue de la production dans le Sud des États Unis (Domnez et coll., 2000; Schilling et coll., 2003).



Figure 3 : les grains et l'épi du (*Triticum durum* Desf).

1-9 Importance économique

Importance économique Le blé dur représente environ 8% des superficies cultivées en blés dans le monde dont 70% sont localisées dans les pays du bassin méditerranéen.

La Turquie, la Syrie, la Grèce, l'Italie, l'Espagne, et les pays d'Afrique nord, sont en effet, parmi les principaux producteurs (Monneveux, 2002). Par ailleurs, le blé dur occupe une place centrale dans l'économie Algérienne. En 2012, a atteint une production de blé de 51,2 MQ contre une production mondiale de 690 MT. Sur une superficie de 3 Mha réservée à la céréaliculture, 1 785 000 ha sont destinés à la culture du blé (CIC, 2008).

1-10 La sélection du blé dur en Algérie :

En Algérie, la sélection du blé dur s'est faite en puisant fortement dans les introductions des centres internationaux de la recherche agronomique. Les variétés sélectionnées réussissent bien dans les plaines intérieures et sur le littoral, mais le niveau de rendements en grains reste très variable sur les hautes plaines (Bouzerzour et al, 2002)

Les variétés nouvelles sont le plus souvent sélectionnées sur la base de leur niveau de rendement sans tenir compte des caractères adaptatifs qui sont des régulateurs de la production en milieux variables. La réussite de leur production dépend en grande partie du

choix de la variété appropriée, c'est-à-dire de sa résistance aux maladies, de son, adaptation au sol et au climat, de son rendement et de la qualité du grain.

Les sélectionneurs se tournent vers d'autres caractères potentiels et moins fluctuant qui peuvent être utilisés en parallèle ou indépendamment du rendement dans une approche multi caractères (Annicchiarico et Iannucci, 2008 ; Benmahammed et al., 2003).

Parmi la multitude de caractères morphologiques possibles figurent la précocité d'épiaison, la biomasse aérienne, la hauteur du chaume, le nombre et le poids des épis et l'indice de récolte (Annicchiarico et al., 2005).

La présente étude analyse l'effet de la sélection, pratiquée en F2, de la biomasse, du poids des épis, et de leur combinaison sous forme d'un indice sur le rendement grain, mesuré en F3 de trois populations de blé dur (*Triticum durum Desf*), sous conditions semi-arides.

1-11 Notion de cytogénétique

La Cytogénétique fait le lien entre la cytologie et la génétique. Les premiers travaux e chez les végétaux ont débuté au cours de la seconde moitié du 19 siècle mais c'est surtout à partir de 1920 que la cytogénétique s'est développée et son importance n'a cessé de croître par la suite.

C'est d'abord une science d'investigation. Elle apprit une part active à la compréhension des mécanismes héréditaires et du monde végétal dans sa diversité (taxonomie, phylogénie). C'est aussi une des nombreuses disciplines sur lesquelles s'appuie l'amélioration des plantes. Elle se situe avant tout en amont de la sélection. Elle participe à :

La connaissance du matériel végétal utilisé : nombre de chromosomes, polyploïdie, allo ploïdie..., - l'établissement de cartes génétiques grâce à la production et l'étude d'aneuploïdes (lignées gonosomiques, télonomiques. Lignées d'addition...),

L'exploitation de la variabilité intraspécifique, interspécifique ou induite. L'expérience montre que les outils de la cytogénétique sont indispensables à une exploitation rationnelle des hybrides interspécifiques. Par ailleurs, la cytogénétique a trouvé un nouveau domaine d'application dans l'étude et l'utilisation des produits issus de culture in vitro (hybrides somatiques, variants somas clonaux...).

La cytogénétique peut être impliquée au niveau même de la création variétale en participant à l'explication et la résolution de problèmes ponctuels rencontrés par les sélectionneurs : instabilité, stérilité...

En 1970, Madame Cauderon (laboratoire de cytogénétique, INRA Versailles) crée le groupe de travail INRA « Cytologie-Cytogénétique » qui constitue un point de rencontre pour de nombreux chercheurs utilisant plus ou moins régulièrement les outils de la cytogénétique au sein du Département de Génétique et Amélioration des Plantes de l'INRA, mais aussi dans d'autres instituts et des universités -français ou étrangers-et dans des établissements de sélection.

Le champ d'action de la cytogénétique est vaste et ses frontières ne sont pas clairement définies. Les méthodologies employées sont nombreuses. Elles concernent avant tout l'étude des chromosomes lors de la mitose et de la méiose par les techniques classiques mais aussi par des techniques plus récentes (banding, hybridation in situ). Un chapitre important de cet ouvrage est consacré aux techniques d'étude du pollen et du sac embryonnaire. Enfin, l'hybridation interspécifique étant utilisée par de nombreux cytogénéticiens, quelques techniques de production d'hybrides interspécifiques, de polyploïdisation et d'estimation du niveau de ploïdie sont présentées. (Josef Jahier ,2000).

❖ **Génome :**

Le génome est défini comme un lot haploïde de chromosomes issu d'une espèce diploïde élémentaire et désigne par une lettre majuscule

❖ **Caryotype :**

Le caryotype est une représentation systématisée des chromosomes d'une cellule mitotique, 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.

❖ **Caryogramme :**

Le caryogramme est représentation systématisée des chromosomes d'une cellule associée successivement d'après leurs caractères morphologiques.

❖ **Idiogramme :**

Idiogramme est la représentation graphique des chromosomes d'un caryotype établi à partir de plusieurs caryogrammes .il est plus souvent haploïde.

Les caryotypes peuvent être :

✓ **Symétrique :**

Lorsque les chromosomes sont approximativement de la même taille de type meta ou sub métacentrique.

✓ **Asymétrique :**

Lorsque les chromosomes ont des tailles différentes et sont de type meta, sub métacentrique et Telo centrique, acrocentrique (Gorenflot, etal,1980).

❖ **Chromatine :**

L'ADN de tous les chromosomes eucaryotes est associe aux molécules protéiques (les histones et les non histones -NHC) dans un agrégat stable ordonne appeler chromatine.

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

L'hétérochromatine définie par Heirtz des 1928, représente les segments séquences d'ADN non codantes) restant condenses pendant l'interphase, par opposition à l'euchromatine peut visible en interphase, et correspond au gène transcrits en ARN (Bernard et al.,Hammouda 1999).

Deux types principaux d'hétérochromatine peuvent être distingués :

✓ **L'hétérochromatine facultative :**

Dont le comportement est différé entre deux chromosomes homologues.

✓ **L'hétérochromatine constitutive :**

Qui présente le même aspect chez les chromosomes homologues et composée d'ADN moyennement ou hautement répétitif. Selon sa localisation, l'hétérochromatine est dite télomérique, intercalaire et centromérique.

Bernard-godelle (1997) attribut un autre rôle à l'hétérochromatine. Cette hétérochromatine permet d'attirer des répresseurs pour la protection des zones vitales du génome.

❖ **Chromosome :**

La morphologie des chromosomes est marquée par la position de la constriction primaire ou centromère. Différentes méthodes ont été employées pour localiser le centromère, ce qui a également entraîne l'apparition de diverses nomenclatures de la morphologie chromosomique.

Le chromosome typique est composé des parties suivantes :

❖ **Le télomère :**

Il s'agit de la portion terminale des chromosomes qui, bien qu'elle ne puisse pas être distinguée au niveau morphologique, remplirait la fonction spécifique d'empêcher que les extrêmes chromosomiques ne fusionnent.

❖ **La constriction secondaire**

C'est la partie du chromosome, située aux extrémités des bras, qui, dans certains chromosomes, correspond à la région organisatrice du nucléole, où sont situés les gènes désignés sous le nom d'ARN.

❖ **Le satellite :**

C'est le segment sphérique du chromosome, séparé du reste par la constriction secondaire.

-A cette occasion, deux formules pour localiser le centromère ont été adoptées :

-le rapport des longueurs des bras $r=BL/BC$.

-L'indice centromérique $Ic=BC/LT*100$.

Plus tard, trois auteurs suédois (Levan, Fredga et Sandberg,1964) développent et précisent une terminologie qui diffère très peu de celle de Devner.En plus du rapport BC/BC et l'indice centromérique, Levan et al (1964) conseillent pour déterminer le type chromosomique

D'indiquer en outre la différence entre les longueurs de bras longs et des bras courts $d=BL-BC$ (Sil jak et al ,Hammouda 2013).

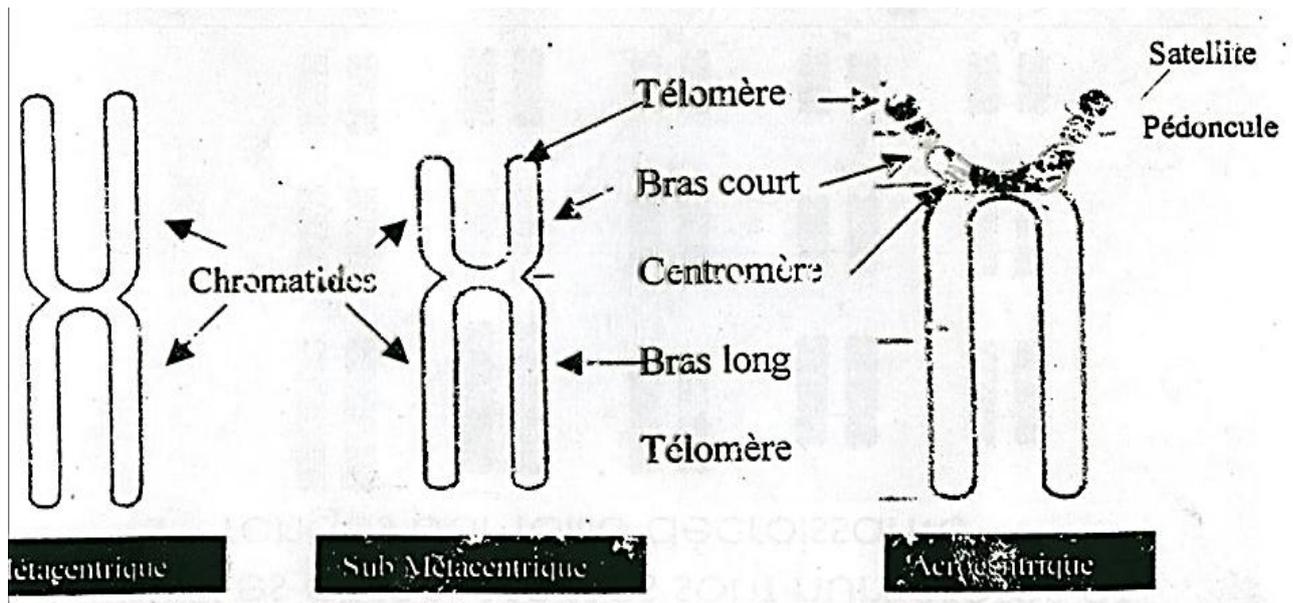


Figure 4 : montre la composition chromosomique et ces différents types.

-On peut distinguer 6 types morphologiques de chromosomes :

✓ **Le chromosome métacentrique :**

Le centromère est en position médiane, et la valeur du rapport BL / BC est comprise entre 1 et 1,7. On parle de métacentrique sensu stricto (M) lorsque le rapport est exactement égal à 1 et dont le centromère se trouve alors au point médian.

✓ **Chromosome submétacentrique (sm) :**

Le centromère est situé dans la région sub médiane 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 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 N., Hammouda 2013).

Tableau 3 : montre la nomenclature chromosomique proposée par (Levana, et al Hammouda 2013).

Position du Centromère	D	r	I.C	Type chromosomique	
Position médiane	0.00-	1.00	50.00	Métacentrique sensu Stricto	M
Région médiane	0.00-2.50	1.00-1.70	50.00-37.50	Métacentrique Sensu largo	m
Région submédiane	2.50-5.00	1.70-3.00	37.50-25.00	Submétacentrique	Sm
Région subterminale	5.00-7.50	7.00-12.50	12.50-0.00	Subtelocentrique	St
Région terminale	7.50-10.00	7.00-12.50	12.50-0.00	Acrocentrique	t
Point terminal	10.00	&	0.00	Telo centrique T	T

1-12 Structure de chromosome :

Les chromosomes mitotiques n'ont pas une structure uniforme sur toutes leurs longueurs, différentes techniques de marquage révèlent en effet une importante hétérogénéité structurale qui apparaît sous forme de plusieurs bandes transversales (Prescott, Hammouda et al 1999).

Il existe plusieurs types de bandes spécifiques à des marquages différents, ce sont les bandes : Q (Quinacrine), G (Giemsa), C (Centromère), et N (NOR).

La répartition des différents types de bandes est spécifique d'une espèce et permet de plus, au sein d'une espèce d'identifier sans équivoque chaque chromosome.

Chapitre 2

MATERIELS ET METHODE

Chapitre 2 : Matériels et Méthode

2-1 Matériel végétal

Le matériel utilisé porte sur deux variétés homologuées du blé dur (*Triticum durum* Desf.) avec une formule génomique (AA BB) et $2n = 4x=28$ chromosomes. Ces variétés sont fournies par l'institut technique de grande cultures (I. T. G. C). Les origines et les caractéristiques de ces variétés sont représentées dans le tableau suivant :



(B)Simeto



(A)Ain lahma

Figure 5 : les graines utilisées en C-banding

Tableau 4 : La liste des variétés homologuées et leurs caractéristiques selon (Hassan badi , 2015)

espèce	Variétés homologuées	source	origine	pedigree	Génération	Niveau de ploïdie	Caractéristiques agronomiques et technologiques
<i>Triticum durum</i> Desf.	Ain lehma	I.T.G.C.C	ICARDA Syrie	Beltagy3	G1	4x	Qualité semoulière : Très bonne.
	Simeto	I.T.G.C	Italie	Capeti xvalvona	G1		
(AABB)							Mitadinage :Résistante. Rendement:Élevé. Septoriose :Moyennement sensible. Qualité semoulière :Très bonne.

❖ Méthode Utilisée

2-2 Technique du marquage C-banding :

Beaucoup d'auteurs se sont intéressés à cette technique, parmi eux citons, Gill et al. 2009, Hammouda et al ,2017).

Nous avons appliqué celle décrite par (Pignone 1989). Avec des modifications dans les étapes Dénaturation et renaturation de l'ADN (Hammouda ,2013).

2-3 Les étapes préliminaires

❖ Désinfection :

On désinfecte les graines de chaque variété dans une solution (50% d'eau distillée + 50% d'eau de javel) pendant 10 minutes puis on les rince avec d'eau distille pendant 5 minutes

Après la désinfection on met les graines dans des boites de pétrie, contenant de papier Filtre imbibée d'eau distille avec une température ambiante et dans un milieu obscur.

Après 48heurs de germination de graines, quand les racicules atteignent d'une longueur de (0.5 cm, 1 cm).

❖ Prétraitements :

Il se fait par trempage des tissus en divisions dans un agent mitoclassique qui a pour effets principaux de :

- bloquer les divisions mitotiques au stade métaphasique.
- contracter ou condenser les chromosomes.
- il existe, parallèlement à la colchicine.

Prétraitée avec de la Colchicine à (0.05%) pour une durée de (5h30 – 6h00).

-Nb : la colchicine à êtes utilisée pour bloquer les divisions mitotiques en stade métaphasique.

❖ Fixation :

Les fixateurs détruisent toute vie cellulaire. Ils doivent avoir une action rapide pour bloquer toute évolution des divisions cellulaires et permettent de conserver l'intégrité structurale des chromosomes.

-Elle se fait par la solution (3V – 1v) :

a-Trois volumes d'éthanol.

b- Un (1) volume d'acide acétique.

Pendant une durée de (24h), on met les graines germées dans des piluliers contenant le fixateur (3V-1V).

Les écrasements des pointes racinaires se font entre lame et lamelle.

❖ **Conservations ou stockage :**

Les échantillons sont conservés au réfrigérateur pour une température de 7°.

❖ **Hydrolyse :**

L'échantillon est dans des piluliers. Une fois l'échantillon sorti de réfrigérateur, on enlève le fixateur, et on verse le HCL 1 fois normale.

Pour les remettre dans l'étuve pour une température de 60, ° durant 15 minutes.

Nb : l'hydrolyse a été pratiquée afin d'extraire les chromosomes de la cellule.

❖ **Ecrasements :**

On coupe les pointes des racines, on les met sur lame, puis on rajoute quelques gouttes d'acide acétique à 45% (la solution : 4.5% d'acide acétique + eau distillée jusqu'à 10ml).

-Puis on écrase avec un bâton d'allumettes, après observation microscopique on conserve les meilleures plaques métaphasiques.

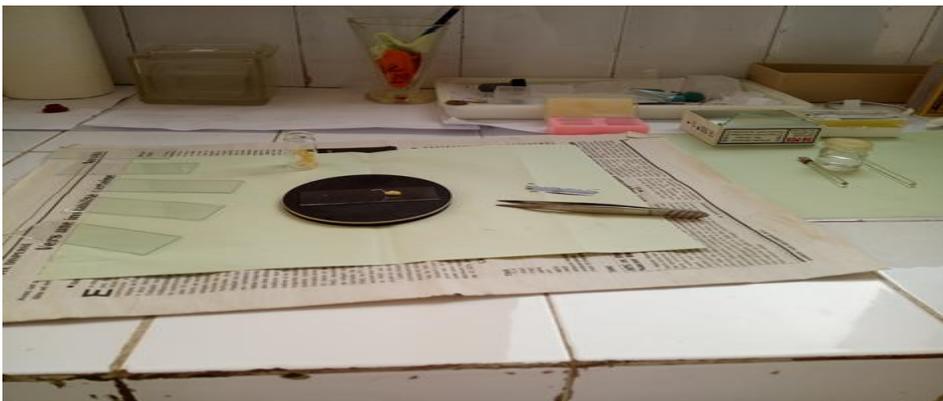


Figure 6 : photo montre les écrasements des pointes racinaires

2-4 Les étapes du C-Banding

Les lames riches en métaphases sont soumises aux étapes de la technique qui sont :

❖ **Délamèlation :**

Le décollement des lames se fait par l'azote liquide à -196 c°.

❖ **Déshydratation :**

Toutes les lames sont rincées à éthanol, à température ambiante.

❖ **Dénaturation de l'ADN**

Les lames sont trempées dans une solution d'hydroxyle de baryum $Ba(OH)_2$, 2,2% à température 20 C° pendant 4 minutes.

❖ Renaturation de l'ADN

La dénaturation de l'ADN suivie par l'étape hydrolyse avec HCL 1 fois normale à 60 C° de 7 à 8 minutes.

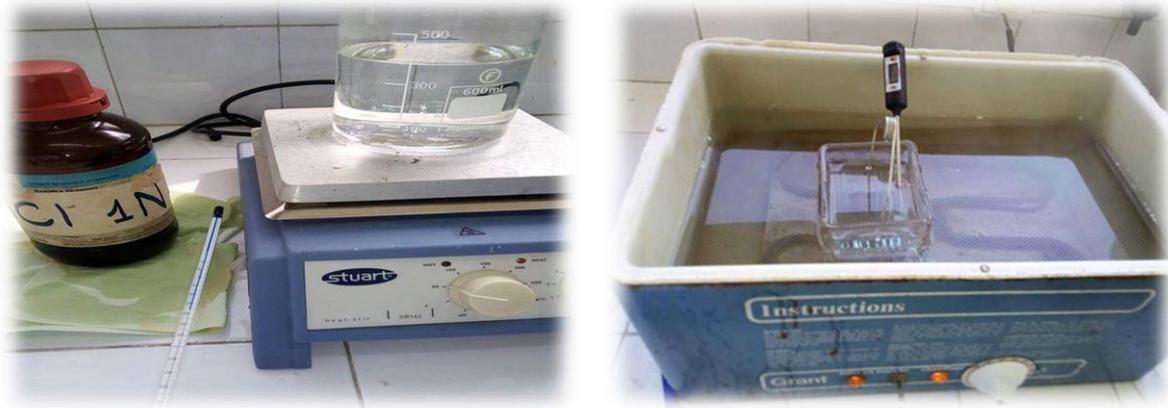


Figure 7 : photo montre la dénaturation et la renaturation de l'ADN

❖ Rinçage :

Ce fait pendant 15 minutes l'eau de robinet suivi par un rinçage facultatif. Pendant 2 minutes avec du l'eau distillée.

❖ Coloration :

Les lames sont transférées dans la solution tampon McILvaine pH7. Cette solution est préparée à partir de deux solutions mère A et B de la façon suivante :

- Solution A : 1.26 g acide citrique dans 60 ml d'eau distillée.
- Solution B : 8.51 g Na₂PO₄, dans 300 ml d'eau distillée.
- Solution tampon : 13ml A + 87.2ml B, et complète jusqu'à 200 ml avec l'eau distillée, ajuste au pH7 avec la solution A.
- La coloration se fait dans une solution de tampon avec 4 gouttes de Giemsa, pour marquer les séquences d'ADN non codantes.



Figure8 : photo montre la coloration des lames (Gimsa).

❖ **Le montage :**

On laisse les lames sécher toute une nuit puis on les fixe au **Depex**.

❖ **Observation et photographie :**

On observe les plaques métaphasiques, après on a pris les photos au photomicroscope à balayage de type Leica DM400.



Figure 9 : photo montre observation et photographie.

CHAPITRE 3

RESULTATS ET DISCUSSION

Chapitre 3 : Résultats et Discussion

3-1 Résultats :

Nous avons pu identifier les génomes A et B des deux variétés cultivées (**Simeto et Ain lahma, G1**). En effet, les chromosomes du génome A révèlent peu de bandes hétérochromatiques par rapport à ceux du **génome B**. d'une manière générale, l'hétérochromatine est centromérique.

Les données numériques (statistiques) concernant la garniture chromosomique des variétés étudiées sont présentées dans les deux tableaux (5 – 6), et sont calculées comme suivant :

- Lecture des valeurs de longueurs des bras courts (**BC**) et bras longs(**BL**) en mm(μm)
- Calcul des valeurs moyennes de la longueur des bras longs et des bras courts en mm (erreurs standards) correspondantes.
- Calcul des longueurs totales (**LT=BL/BC**).
- Calcul des longueurs totales relatives (**LR=LT de chaque chromosome *100/ Σ LT de toutes les chromosomes**).
- Le rapport des bras longs sur les bras courts (**r=BL/BC**).
- Calcul de l'indice d'asymétrie du caryotype (**I. A. S=Total BL*100 / Σ LT**).

3-1-1 Analyse des génomes (A et B) de la variété (Ain lahma) :

Génome A :

Chromosome 1A : une (01) fine bande télomérique sur le bras court.

Chromosome 2A : une (01) fine bande centromérique sur le bras long.

Chromosome 3A : deux (02) épaisses bandes intercalaires sur le bras long.

Chromosome 4A : le seul chromosome du génome A qui est fortement hétérochromatique sur le bras court et le bras long : deux (02) bandes larges centromériques sur le bras court et le bras long deux (02) bandes intercalaires et une (1) épaisse bandes télomérique.

Chromosome 5A : une (01) fine bande télomérique sur le bras court, deux (02) fines bandes intercalaires sur le bras long.

Chromosome 6A : une (01) fine bande télomérique sur bras court.

Chromosome 7A : une (01) fine bande télomérique sur le bras long.

Génome B :

Chromosome 1B : deux (02) bandes télomérique, et une (01) centromérique sur le bras court. Deux (02) bandes intercalaires, une (01) télomérique sur le bras long.

Chromosome 2B : une (01) épaisse bande télomérique, deux (02) bandes centromériques sur le bras court Et deux (02) épaisse bandes intercalaires, et une (01) télomérique sur le bras long.

Chromosome 3B : une (02) fines bandes intercalaires sur le bras court. Deux (02) bandes larges intercalaires et une (01) télomérique sur le bras long.

Chromosome 4B : le seul chromosome du génome B qui ne présente aucune bande sauf au bras court une (01) fine bande télomérique et une bande centromérique.

Chromosome 5B : deux (02) épaisse bandes centromériques sur le bras court. Et deux (02) bandes intercalaires sur le bras long.

Chromosome 6B : deux (02) épaisse bandes centromériques sur le bras court et deux (02) bandes larges centromériques, deux (02) fines bandes intercalaires sur le bras long.

Chromosome 7B : deux (02) bandes larges centromériques, deux (02) bandes intercalaires plus une (01) télomérique sur le bras court. Et une large bande télomérique.

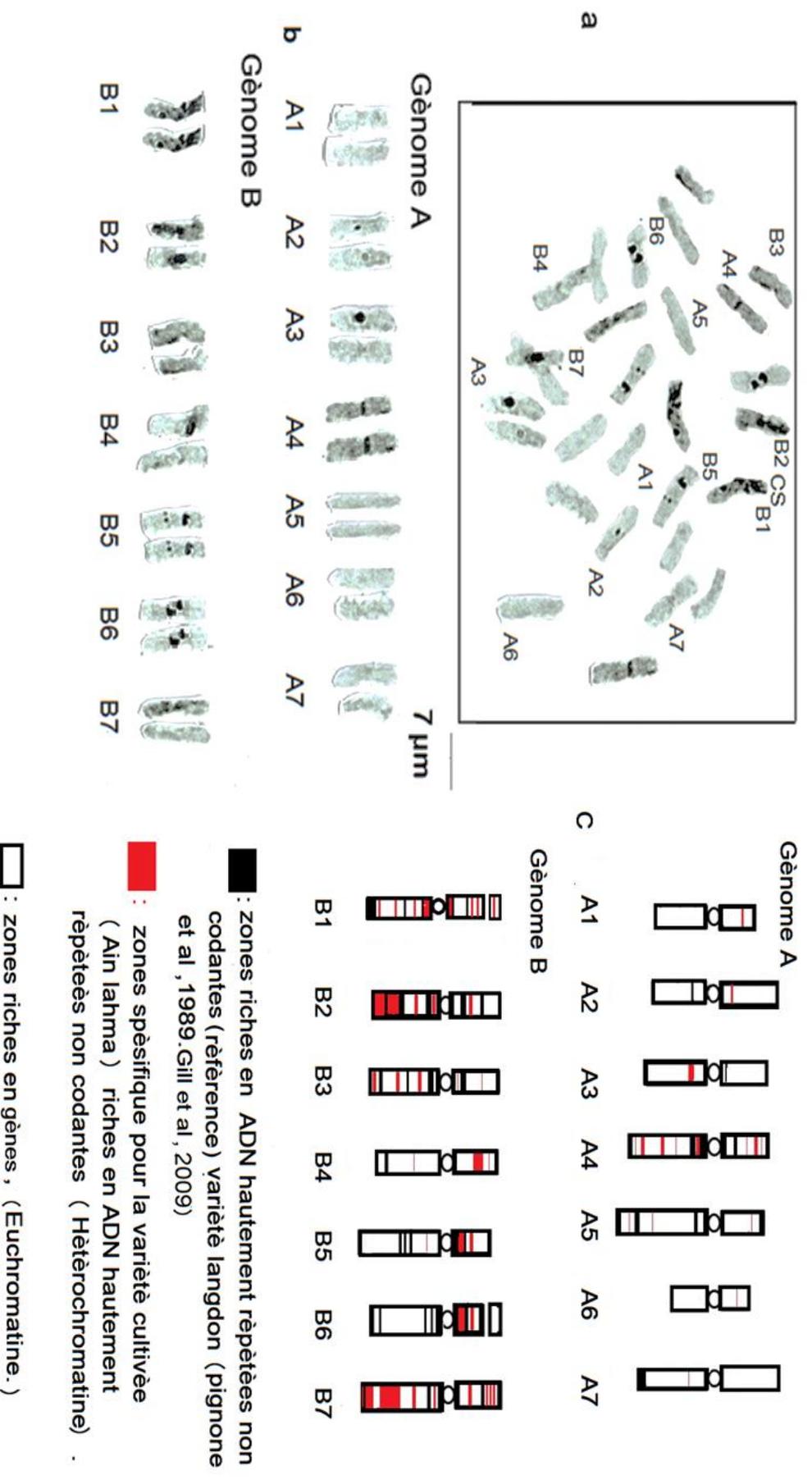


Figure 10 : Caryotype en (C-banding) du *Triticum durum* Desf. (Variété cultivée Ain lahma).

a – plaque métaphasique .

b – caryogramme.

c – idiogramme. Présence de la construction secondaire dans le chromosome 1B.

Les résultats obtenus des calculs effectués avec l'indice d'asymétrie (I.A.S) en pourcentage est de **59.59%**, résultent que tous les chromosomes de la variété (**AIN lahma**) Sont métacentriques (**m**) à l'exception des chromosomes (**5A, 5B**) submétacentrique (**sbm**).

-Ceci signifie que le caryotype (**figure10**) est **Symétrique**.

Tableau 5 : Données morphométriques de la variété cultivée (Ain lahma).

Génomes	Paires Chromosomiques	BL	BC	LT	LR	r	I.C	T.C
1A	1	7	6	13	53	11.6	22.8	m
2A	2	11	9	20	81.6	12.2	34.2	m
3A	3	13	8	21	85.7	16.2	30.4	m
4A	4	10	7	17	69.3	14.2	26.6	m
5A	5	10	5	15	61.2	20	19	sm
6A	6	11	8	19	77.5	13.8	30.4	m
7A	7	11	7	18	73.4	15.7	26.6	m
1B	8*	10	8	18	73.4	12.5	34.2	m
2B	9	10	6	16	65.3	16.6	34.2	m
3B	10	8	6	14	57.1	13.3	34.2	m
4B	11	12	8	20	81.6	13.8	30.4	m
5B	12	12	6	18	73.4	20	34.2	sm
6B	13*	10	8	18	73.4	12.5	30.4	m
7B	14	11	7	18	73.4	15.7	26.6	m

*construction secondaire

I. A. S = 59.59%

LT =longueur totale.

-LR=longueur relative.

-r=BL/BC.

-BL/BC = longueur bras long /longueur bras court.

-IC= indice centromérique : $100 \cdot BC/T(LT)$.

-m= métacentrique.

-Sm =submétacentrique.

-TC= type chromosomique.

3- 1- 2Analyse des génomes (A- B) de la variété (Simeto) :

Génome(A) :

Chromosome 1A : une (01) fine bande télomérique sur le bras court.

Chromosome 2A : une (01) fine bande télomérique sur le bras long.

Chromosome 3A : une (01) large bande centromérique sur le bras court.

Chromosome 4A : le seul chromosome du génome A qui est fortement heterochromatique sur le bras court et le bras long : deux (02) bandes centromériques, une (01) télomérique sur le bras court .et une (01) bande intercalaire, une (1) télomérique sur le bras long.

Chromosome 5A : une (01) fine bande centromérique sur le bras court. Et une (01) fine bande télomérique sur le bras long.

Chromosome 6A : deux (02) fines bandes centromériques, une sur le bras court l'autre sur le bras long.

Chromosome 7A : une (01) fine bande télomérique sur le bras long.

Génome(B)

Chromosome 1B : une (01) fine bande centromérique sur le bras court, deux (2) bandes centromériques, deux (02) intercalaires et une (01) télomérique sur le bras long.

Chromosome 2B : une (01) bande épaisse télomérique, deux (02) centromériques sur le bras court .et deux (02) bandes larges intercalaires, deux (02) télomériques sur le bras long.

Chromosome 3B : deux (02) bandes centromériques, une (01) fine télomérique sur le bras court .et deux larges (02) bandes intercalaires, une (01) télomérique sur le bras long.

Chromosome 4B : le seul chromosome du génome B qui ne présente aucune bande sauf au bras long qui présente une épaisse bande centromérique.

Chromosome 5B : une (01) large bande centromérique, une (01) télomérique sur le bras court. Et deux (02) large bandes intercalaires, deux télomériques sur le bras long.

Chromosome 6B : une (01) fine bande télomérique sur le bras court, et une épaisse

Chromosome 7B : une (01) fine bande centromérique sur le bras court, et deux (02) larges bandes intercalaires, deux (02) télomériques sur le bras long.(01) bande centromérique, deux (02) bandes télomériques sur le bras long.

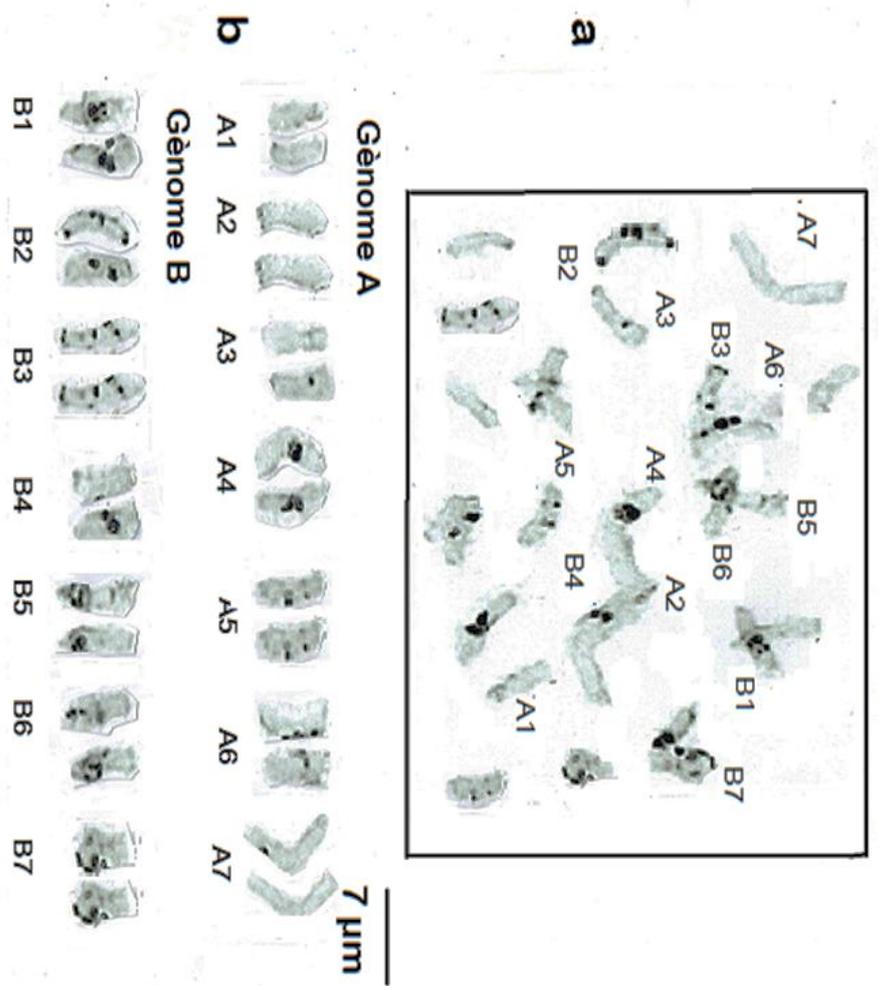
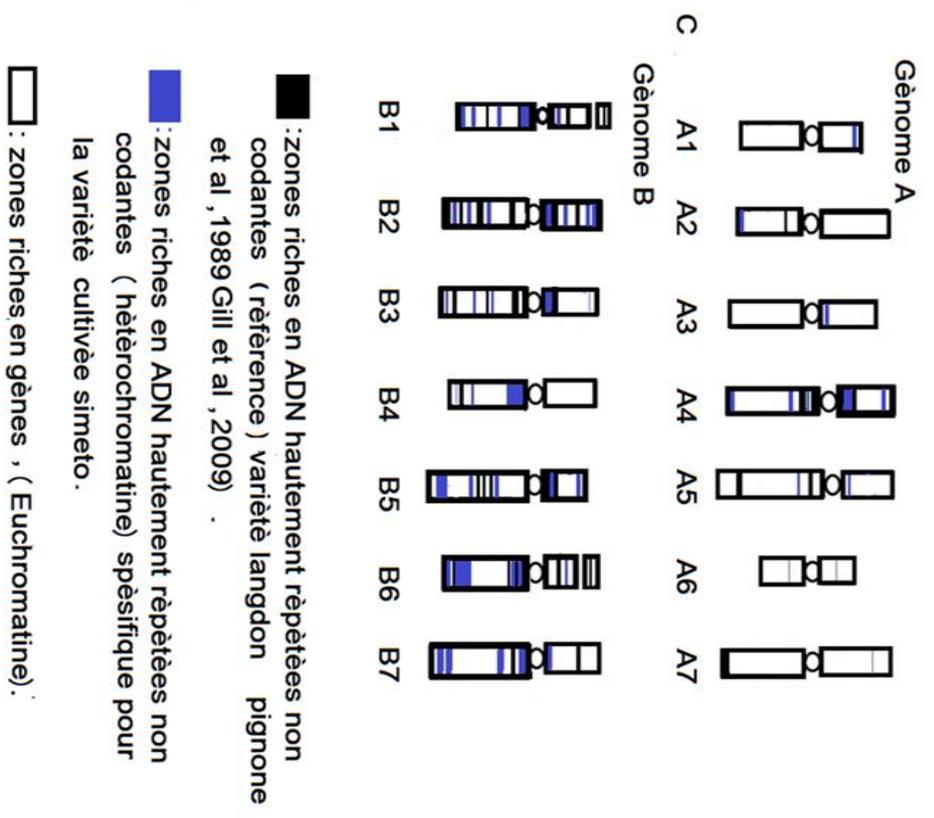


Figure 11 : Caryotype en (C-banding) du *Triticum durum* Desf. (Variété cultivée Simeto).
 a – plaque métaphasique .
 b – caryogramme.
 C – idiogramme. Absences des constructions secondaires



Les résultats obtenus des calculs effectués avec l'indice d'asymétrie (**I.A.S**) en pourcentage est de **57.95%**, résultent que tous les chromosomes de la variété (**Simeto**) Sont métacentriques (**m**) à l'exception des chromosomes (**5A, 5B**) submétacentrique (**sbm**)

-Ceci signifie que le caryotype (**figure 11**) est **Symétrique**.

Tableau 6 : données morphométriques de la variété cultivée (**simeto**)

Génome	Paires Chromosomique	BL	BC	LT	LR	r	I.C	TC
1 A	1	10	6	16	60.6	16.6	22.7	m
2A	2	12	11	23	87.1	10.9	41.6	m
3A	3	6	9	15	56.8	15	34	m
4A	4	11	9	20	75.7	12.2	34	m
5A	5	11	5	16	66.0	22	18.9	sm
6A	6	10	7	17	64.3	14.2	26.5	m
7A	7	17	13	30	11.36	13	49.2	m
1B	8*	11	7	18	68.1	15.7	26.5	m
2B	9	10	9	19	71.9	11.1	34	m
3B	10	13	8	21	79.5	16.2	33	m
4B	11	10	7	17	64.3	14.2	26.5	m
5B	12	15	7	22	83.3	21.4	26.5	sm
6B	13*	10	7	17	64.3	14.2	26.5	m
7B	14	7	6	13	49.2	11.6	22.7	m

*Construction secondaire

I.A.S = 57.9 %

LT =longueur totale.

-**LR**=longueur relative.

-**r**=BL/BC.

-**BL/BC** = longueur bras long /longueur bras court.

-**IC**= indice centromérique : $100 \cdot BC / T(LT)$.

-**m**= métacentrique.

-**Sm** =submétacentrique.

-**TC**= type chromosomique.

3-1-3 Calcul du % de polymorphisme hétérochromatique

Nous avons calculé le Taux d'hétérochromatine de chaque variété par la formule suivante :

$$\begin{aligned} & \textit{Polymorphisme \%} \\ & = \textit{Nbr de bandes spécifiques / Nbr } \Sigma \textit{ des bandes (noires, colorée)} \\ & * 100. \textit{(Bushreen, 2007)} \end{aligned}$$

Nombre totale des bandes Standard (en noir) =26 bandes.

1- Calcul de polymorphisme de la variété (Ain lahma) :

$$\begin{aligned} \text{-Polymorphisme \% (Ain lahma)} &= 66 * 100 / (66 + 26). \\ &= 71.74 \% \end{aligned}$$

2- calcul de polymorphisme de la variété (simeto) :

$$\begin{aligned} \text{-polymorphisme \% (simeto)} &= 51 * 100 / (51 + 26). \\ &= 66.23 \% \end{aligned}$$

❖ Tableau des bandes :

Signalons que La formule caryologique du *Triticum durum* Desf. Est déterminée comme suite:

$$\text{AA BB} = (12 \text{ M} + 2\text{Sm}) \text{ A} + (12 \text{ M} + 2\text{Sm}) \text{ B}$$

Tableau 7 : distribution des bandes hétérochromatiques (C) sur le chromosome de tous les génotypes.

Espèce	Espèce <i>Triticum durum</i> Desf.					
	Ain lahma			Simeto		
Bandes C	B.C	B. I	B. T	B.C	B. I	B. T
1A	0	0	1	0	0	1
2A	1	0	0	0	0	1
3A	0	2	0	2	0	0
4A	4	2	4	2	1	2
5A	0	2	1	1	0	1
6A	0	0	1	2	0	1
7A	0	0	1	0	0	1
1B	3	4	4	3	1	2
2B	2	2	3	1	2	4
3B	0	3	1	2	0	1
4B	1	0	1	1	0	1
5B	2	2	0	1	2	3
6B	4	2	0	1	1	3
7B	4	4	4	1	2	2
N° totale	21	23	20	17	9	23
N° T C*	66			51		
Poly %	71.74%			66.23%		

BC : bande centromérique.

BI : bande intercalaire.

BT : bande télomérique.

3-2 Discussion :

Les premières techniques qui ont permis une différenciation longitudinale de la structure des chromosomes sont celles du C-banding, mettant en évidence l'hétérochromatine constitutive (Robin et al, 1992). Ces techniques ont été surtout employées sur les chromosomes du blé dur et tendre (Gill, 1994). La technique du C-banding, a été aussi, employée dans :

- * L'étude de l'affinité d'homologie entre les chromosomes blé-seigle (Gill et Kemper, 1999).
- * La détection des mutations chromosomiques de types, translocations et inversions
- * L'investigation de l'origine du génome B du blé
- * L'identification des chromosomes des lignées d'addition ou de substitution chez le blé et le triticales

La distribution des zones riches en séquences hautement, répétées (l'hétérochromatine) chez deux variétés cultivées (**Ain lahma, simeto**) de blé dur est analysée et comparée par les bandes C. Cette analyse révèle beaucoup de Variations en bandes polymorphes C. Les bandes hétérochromatiques se distinguent par leur Nombre, leurs dispositions sur les chromosomes, ainsi que leurs intensités. Ces Différentes bandes sont de types télomériques, centromériques et intercalaires (**figure 12**)

3-2-1 Comparaison génomique des deux variétés

Les chromosomes **1A-2A – 3A 6A et 7A** des génomes A des deux variétés sont presque similaires, et se caractérisent par la présence des fines bandes additionnelles C⁺, à l'exception du chromosome **A4** qui est marqué par des épaisses bandes C.

Les chromosomes **4B- 6B et 7B** des deux variétés sont presque homologues. Par contre les chromosomes **1B -2B -3B -5B** de la variété Ain lahma révèlent des épaisses bandes hétérochromatiques par rapport à leurs homologues de la variété Simeto (**figure 12**).

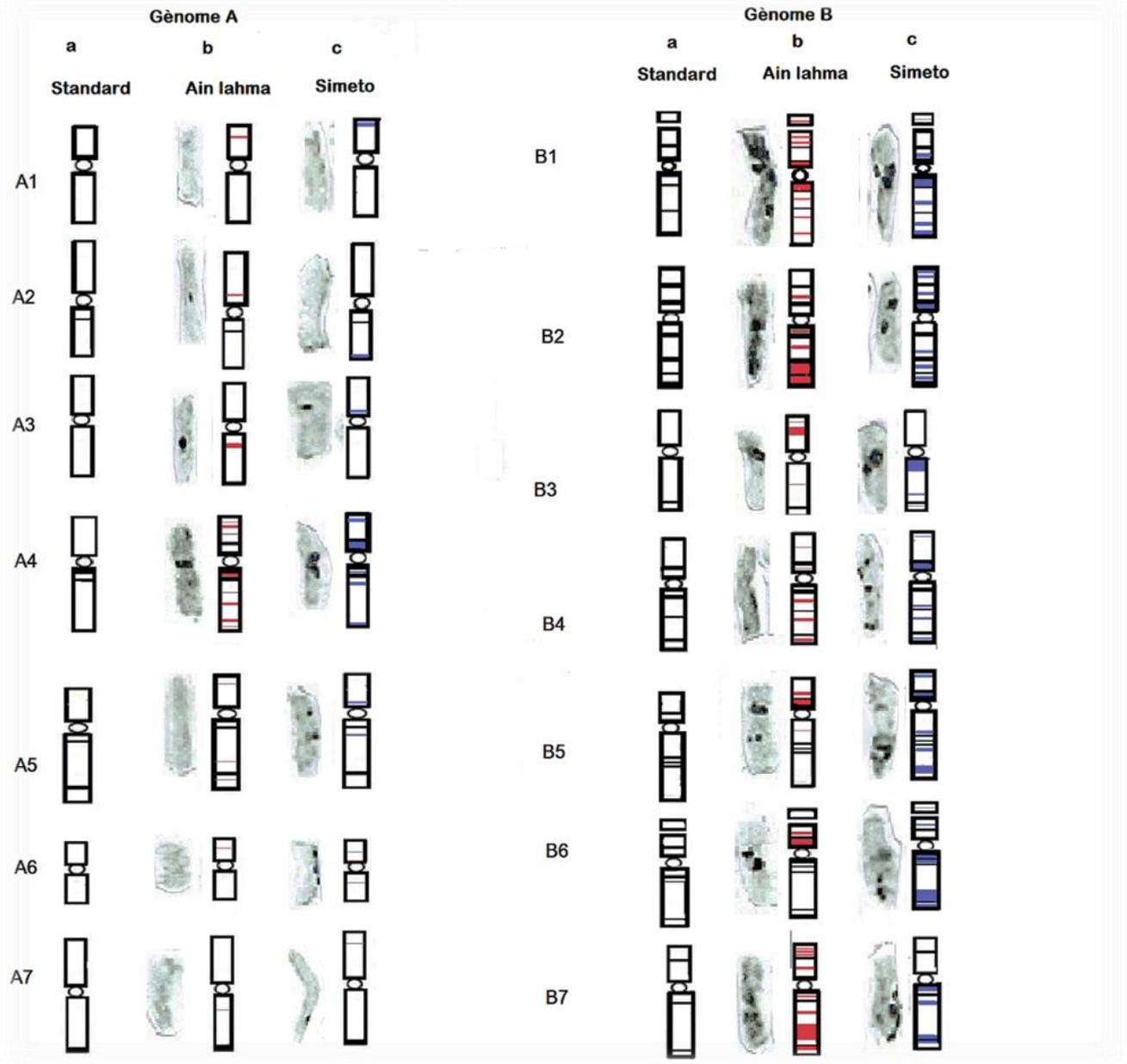


Figure 12 : polymorphisme hétérochromatique inter variétal en (C – banding) de :

- a** – variété standard (référence) .
- b** – variété Ain lahma .
- c** – variété Simeto .

Gill et al., 2009), Friebe and Gill (1994) proposent, dans le caryotype de référence (*Chinese Spring*), d'inverser la position des chromosomes **4A** et **4B** : Au début, le chromosome 4B (ancienne désignation) n'apparaît pas étant un chromosome du génome A en raison de manque d'appariement avec n'importe quel chromosome du *Triticum monococcum* (Dvorak, 1976, Badaeva et al., 2007).

Récemment il a été démontré que l'ancien 4B doit être le chromosome du génome A et l'anomalie d'appariement est due aux aberrations structurales subies à l'origine du blé (Naranjo et al, 1988). En vue de ces considérations, les participants au 7^{ème} I.W.G.S ont voté sur la répartition des chromosomes 4A et 4B. Ainsi, l'ancien 4A est au génome B, désigné chromosome 4B. l'ancien 4B est au génome A et désigné comme chromosome 4A.

3-2-2 Comparaison génomique des deux variétés à ceux de la référence

Si nous confrontons nos résultats à ceux des auteurs (Pignone et al, 1989, Badaeva et al.2007) nous pouvons dire que les deux variétés (**Simeto, Ain lahma**) montrent une richesse en hétérochromatines constitutive sur le génome B.

Tous les chromosomes du **génome A** des deux variétés cultivée (**Ain lahma, Simeto**) sont presque homologues a ceux de **la variété standard** (Pignone, et al 1989).

D'après la littérature (Pignone et al ,1989 ; Frieb et Gill,1994 ; Badaeva et al. 2007 ; Hammouda ,1999, 2013,2017), Le génome B montre une grande variabilité dans la distribution des bandes heterochromatiques (**c**)caractéristiques dans chaque chromosome, constitue une nouvelle étape dans la connaissance de l'organisation du matériel génétique de l'espèce.

Signalons que, les constructions secondaires associées aux régions organisateurs nucléolaires (**R.O.N**) apparaissent clairement et son spécifiques aux chromosome marqueurs **1B, 6B** du génome **B** (Pignone et al 1989, Badaeva et al 2008, Hammouda et Khalfallah 2008).

On observe l'absence de la construction secondaire dans le chromosome **6B** des deux variétés et qu'elle est présente chez la variété (standard) (**figure 12**)

3-2-3 Rôle de l'hétérochromatines

L'hétérochromatine constitutive bien que non codante, joue un rôle important dans la régulation de l'expression du génome entier. Des réarrangements dans les séquences non codantes, supposés contribuer au processus de stabilisation génomique, ont été observés chez

les polyploïdes synthétiques de Triticées (Feldman et al, 1997 ; Liu et al, 1998, Ozkan et al, 2001 ; Shaked et al, 2001, Hammouda et Khalfallah, 2008,2013). Elle participe, aussi à la réplication des chromosomes (Nagaki et al, 2004). Elle est aussi très importante dans l'adaptation et l'évolution des espèces végétales et la protection des zones vitales du génome (Hammouda et al., 2015, 2017).

D'après (Amirouche, 2007 ; Hammouda et Khalfallah, 2017), deux facteurs jouant un rôle important dans l'adaptation du végétal aux conditions difficiles du milieu : le taux de l'hétérochromatine et le nombre des chromosomes **B**.

Nos résultats indiquent l'existence d'un polymorphisme hétérochromatique **inter variétal**.

La variété **Ain lahma** est plus adaptative aux conditions climatiques défavorables que **Simeto**.

L'amélioration génétique des plantes pour une meilleure adaptation aux contraintes environnementales reste prometteuse.

Conclusion

Conclusion :

L'identification des différents génomes (**A**) et (**B**), des variétés étudiées (**Ain lahma, Simeto**) de blé dur (*Triticum durum* Desf). La mise en évidence des différences structurales qui apparaissent sous la forme de bandes hétérochromatiques (**hétérochromatine constitutive**) sont effectuée grâce à la technique du marquage C-banding. (Gill et al 2009, Hammouda .1999).

La comparaison des génomes (**A**) et (**B**) de ces deux variétés cultivées (**Ain lahma, Simeto**) de l'espèce blé dur (*Triticum durum* Desf), et à celle de chercheure (**référence**). (Pignone et al 1989, Gill et al 2009), montre une grande variabilité dans la distribution des bandes :

-Tous les chromosomes du **génom A** des deux variétés cultivée (**Ain lahma, Simeto**) sont presque homologues a ceux de la variété standard.

-Tous les chromosomes du génomes **B** des deux variétés cultivée (**Ain lahma, Simeto**) montre une grande hétérogénéité par rapport à ceux observés par la variété standard.

-La variété **Ain lahma** présente une surcharge en heterochromatine.la variété **Simeto** est moyennement riche en hétérochromatine.

On observe l'absence de la construction secondaire dans le chromosome **6B** des deux variétés et qu'elle est présente chez la variété standard.

L'apparition de ces chromosomes **B** est une forme d'adaptation des variétés cultivées dans des conditions d'environnements difficiles.

Dans notre étude nous avons démontré la relation entre la richesse des variétés (**Ain lahma, Simeto**) en hétérochromatine et leurs maintenances, ainsi que sont adaptations aux conditions climatiques défavorables.

Nos résultats indiquent l'existence d'un polymorphisme hétérochromatique **inter variétal**.

Durant l'étape de la sélection : on propose la variété cultivée **Ain lahma** pour les croisements, parce que la variété **Ain lahma** est bien adaptée aux conditions climatiques défavorable que **simeto**.

REFERENCE
BIBLIOGRAPHIQUES

Annicchiarico P., 2005: Grain yield, straw yield and economic value of tall and semi dwarf durum wheat cultivars in Algeria. *Journal of Agricultural Science*, 143: 57-67.

Bouzerzour H. et Benmahammed A., 2005: Selection of stable and high yielding cultivar of durum wheat under semi – arid conditions. *Pakistan Journal of Agronomy* 360 –365.

Bouzerzour, H., Benmahammed, A., (2008) : Effets de la vitesse et de la durée Du remplissage Du grain ainsi que de l'accumulation des assimilats de la tige dans L'élaboration du rendement Du blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les conditions de Culture des hautes plaines orientales D'Algérie. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 12 (1): 31-39

Bouzerzour, H., Benmahammed, A., Djekoun, A., (2002) : Sélection pour Améliore la tolérance aux stress abiotiques chez le blé dur (*Triticum turgidum* L. var. durum). Actes de l'IAV, Hassan II (Maroc) 22: 161-170.

CIC., 2008 : Rapport annuel du Conseil International des Céréales "CIC" pour l'année 2000.

Clarke J. et Norvell F.- 2002: Concentration of cadmium and other éléments in the grain of near-isogenic durum lines. *Can. J. Plant Sci/ revue canadienne de phytotechnie.* 82p.

Donmez , E. et coll (2001) : Genetic grain in yield attributes of winter wheat in the great plains. *Crop Science.* 41: 1412-1419.

Feldman, M., (2001): Origin of cultivate wheat. In: Bonjean, A.P., Angus, W.J. (eds.). *The world wheat book-A history of wheat breeding.* Lavoisier Publishing; Paris; France. P.3-55

GiLL B., HASELKORN R., and GORNICKI P. 2002: Genes encoding plastid acetyl-CoA carboxylase and 3-phosphoglycerate kinase of the *Triticum/Aegilops* complex and the evolutionary history of polyploidy wheat. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99:8133-8138

GILL B.S., 1994: Nonisotopic in situ hybridization and plant genome mapping: the first 10 years. *Genome.* 73 : 717-725.

Hammouda D., 1999 : Etude de polymorphisme hetrochromatique chez 3 variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf) .et 2 variétés de blé tendre (*T aestivum* L).Thèse de magister Université de constantine.p:3-4-5-6 .

Hammouda , D .2013 : Evolution et organisation du génome chez x-Triticosecale Wittmak. Thèse de Doctorat en Sciences, Génétique et Amélioration des Plantes, Université de Constantine1, Algérie, 2013, p114.

Hammouda , D., Kalfellah , N.2009:Comparative analysis of D and R genomes in two lignes (x- *Triticum secale* Wittmack) and their genitors (*Secale cereale* L., *Triticum aestivum* L.) by N banding. *Caryologia*, 2008, 61(3), 245-252.

Huang. H., 2008: Role of EDTA in alleviating lead toxicity in accumulator species of *Sedum alfredi* iH. *Bioresource Tecnology* in Press, Corrected Proof. P 404-4110.

Huang. S, (2002): Genes encoding plastid acetyl-CoA carboxylase and 3-phosphoglycerate kinase of the *Triticum/Aegilops* complex and the evolutionary history of polyploidy wheat. *Proceedings of the national academy of science of the USA* 99: 8133-8138.

Hassen. B, 2015 : La liste des variétés homologuées et leurs caractéristiques (I T G C) P (13-14- 15).

Hassen. B ;2015 : bulletin des variétés de céréales autogames ,centre nationale de contrôle et de certification des semences et plantes _ khroub constantine .

Joseph. J , (2000) : Livre Techniques de cytogénétique végétale p (5 – 6).

KIMBER G., and SEARS E.R.1983: Assignment of genome symbols in the triticeae *Pro.6th. International. Wheat.Genetics. Symposium. Kyoto.Japan, 1195.

Kimber, G., and Sears, E.R., (1987): Section 5A: Evolution in the genus *Triticum* and the origin of cultivated wheat. In: Heyne (ed.). *Wheat and wheat improvement*. American Society of Agronomy, Inc. USA.pp. 154-164.

Keller, B., Feuillet, C., Yahiaoui, N., (2005): Map-based isolation of disease resistance gene from bread wheat: cloning in a supsize genome. *Genetical research (Camb)* 85: 93-100.

Levy, A, and Feldman, M., (2002): The impact of polyploidy on grass genome evolution. *Plant physiology* 130 : 1587-1593.

Lala zahia , 2010 : Analyse en chemin des relations entre le rendement en grains

et les composantes chez des populations F3 de blé dur (*Triticum durum* Desf.)

Sous conditions semi-arides. Thèse de magister en Production et Amélioration des végétaux Université Ferhat Abbas-Setif Ufas (ALGERIE) p (10 – 12 – 13) .

Mac Key, J,2005: Wheat: Its concept, evolution, and taxonomy. In : Conxita.

Nedjeh, I., 2015 : Changements physiologiques chez des plantes (Blé dur *Triticum durum* Desf.) exposées à une pollution par un métal lourd (plomb) thèse de doctorat en science en biologie végétale et environnement. Université Badji Mokhtar - Annaba Algérie P (4- 5 – 6) .

PIGNONE D; ATTOLICO M., et CIFARELLI S., 1989: Differential taining of wheat chromosome with an hydrolytic technique. caryologia.vol 42. n° 1:49-56.

Rène Ecochard, 2005 : professeur génétique végétale à ENS de l'agronomie de Toulouse France. N° 12.

VLADOVA R. and GANEVA G., 2006: Distribution of the wheat-rye translocation 1RS/1BL amongbre ad wheat varieties of Bulgaria. Plant Breeding. Berlon. 125 : 102-104.

Yves H., et Buyer J., 2000 : L'origine des blés. Pour les sciences hors-série n° 26. P (60 – 62).

Résumé

Le travail que nous avons réalisé nous a permis, d'identifier les génomes **A** et **B** des deux variétés cultivées (**Ain lahma**, **Simeto**), de l'espèce de blé dur (*Triticum durum* Desf).

2n = 4x = 28chromosomes, formule génomique AA BB).

Les résultats obtenus sur les deux variétés étudiées, (**Simeto**, **Ain lahma**) montrent une richesse en hétérochromatines constitutive sur **le génome B**.

La présence des constructions secondaires marquées sur les chromosomes 1B et 6B. ces constructions secondaires sont associées aux organisateurs nucléolaires (**N O R**) qui codent pour les gènes ribosomiaux.

Dans notre étude nous avons démontré l'existence d'un polymorphisme hétérochromatique inter variétal. La variété (**Ain lahma**) est plus adaptative aux conditions climatiques défavorables que(**Simeto**).

L'amélioration génétique des plantes pour une meilleure adaptation aux contraintes environnementales reste prometteuse.

Mots clés : *Triticum durum* Desf , C- banding, génomes, hétérochromatine, polymorphisme, satellites

Abstract

The work that we have realized allowed us to identify the genomes **A** and **B** of the two cultivated varieties (**Ain lahma**, **Simeto**) of the species *Triticum durum* Desf.

The results obtained on the two varieties studied, shows a wealth in constitutive on the **genome B**.

The presence of marked secondary constructs on chromosomes 1B, 6B. these secondary constructs are associated with nucleolar organizers (**N O R**) that code for ribosomal genes.

In our study we have demonstrated the existence of a heterochromatic polymorphism inter varietal.

The variety (**Ain lahma**), is more adaptive to adverse climatic conditions, than (**Simeto**).

The genetic improvement of the plants environmental condition remains promising.

Keywords: *Triticum durum* Desf, C- banding, Genomes, heterochromatin polymorphism, satellites

المخلص

العمل الذي قمنا به سمح لنا بتحديد الجينوم A و B للصنفين المزروعين (عين لحمة و سيميتو) للنوع *Triticum durum* . Desf ذو الصيغة الصبغية $2n=4x=28, AABB$.

النتائج المتحصل من خلال دراستنا على النوعين المزروعين اظهرت زيادة معتبرة في الكروماتين الغير المتجانس تسلسل الحمض النووي الغير المشفر الغني بالقواعد CG

وجود هياكل ثانوية على مستوى الكروموزومات 6B , 1B التي ترتبط مع المنظمات النووية NOR و ترمز للجينات الريبوزومية.

اوضحت الدراسة التي قمنا بها ان هناك علاقة بين كمية معتبرة للكروماتين الغير المتجانس و تاقلم الصنفين المزروعين عين لحمة سيميتو مع الحالة المناخية الغير ملائمة .

الصنف (عين لحمة) اكثر تكيفا مع الظروف المناخية الغير ملائمة من الصنف (سيميتو) .

يبقى التحسين الوراثي للنباتات من اجل التكيف بشكل افضل مع الظروف البيئية واعدا .

الكلمات المفتاحية :

هياكل ثانوي,جينوم, كروماتين غير متجانس, تعدد الاشكال : C- banding, *Triticum durum* Desf

Année universitaire : 2017/2018

Présenté par : BENOUAR NAILA

Intitulé :
**Identification D'un Marqueur Cytogénétique Chez Deux Variétés Homologuées
(Ain lahma, Simeto) du blé dur (*Triticum Durum* Desf).**

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en science biologique.

Résumé :

Le travail que nous avons réalisé nous a permis, d'identifier les génomes A et B des deux variétés cultivées (Ain lahma, Simeto), de l'espèce de blé dur (*Triticum durum* Desf). $2n = 4x = 28$, chromosomes, formule génomique AA BB).

Les résultats obtenus sur les deux variétés étudiées, (Simeto, Ain lahma) montrent une richesse en hétérochromatines constitutive en génome B.

La présence des constructions secondaires marquées sur les chromosomes 1B et 6B. ces constructions secondaires sont associées aux organisateurs nucléolaires (N O R) qui codent pour les gènes ribosomiaux.

Dans notre étude nous avons démontré l'existence d'un polymorphisme hétérochromatique inter variétal. La variété (Ain lahma) est plus adaptative aux conditions climatiques défavorables que(Simeto.).

L'amélioration génétique des plantes pour une meilleur adaptation aux contraintes environnementale Reste prometteuse.

Mots clés : *Triticum durum* Desf., C- banding , génomes, hétérochromatine, satellites , polymorphisme.

Laboratoire de recherche : cytogénétique végétale.

Jury d'évaluation :

Président du jury : Mme KARA KARIMA (MCA- UFM Constantine).

Rapporteur : Mme HAMMOUDA-BOUSBIA DOUNIA (MCA- UFM Constantine).

Examineur : Mme ZEGHAD NADIA (MCB- UFM Constantine).

Date de soutenance : 24 JUIN 2018