



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE SAAD DAHLEB BLIDA 1

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département de Biologie Physiologie Cellulaire

Laboratoire des Biotechnologies, Environnement et Santé

Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme

de Master en science de la nature et de la vie

Filière Sciences Biologiques

Option : Génétique et physiologie

Thème :

**ETUDE CARYOLOGIQUE CHEZ QUELQUES
POPULATIONS ALGERIENNES DE L'ESPECE**

***Vicia monardi* Boiss. & Reut.**

Par

Nabila MELZI

Devant le jury composé de:

HAMZI W.	Maître assistante A, USD., Blida	Présidente
ISSOLAH R.	Directeur de recherche, INRAA. Alger	Promotrice
BRADAE M.S	Professeur, USD., Blida	Examinatrice
MOHAMED SAID R.	Maître de conférences B, USD., Blida	Co-promoteur

Blida, Septembre 2018

RESUME

Dans le cadre de l'évaluation et de la valorisation des ressources phylogénétiques d'intérêt fourrager et pastoral en Algérie, une étude caryologique a été réalisée sur quatre (04) populations algériennes de l'espèce *Vicia monardi* Boiss. & Reut. appartenant à la famille des légumineuses (*Fabaceae*). Ces populations spontanées proviennent de la région de Béjaïa et de Bouira (Est de l'Algérie). Les facteurs écologiques (pluviométrie et altitude) du milieu d'origine ont également été pris en considération.

De par la rareté des travaux menés sur l'espèce *Vicia monardi* Boiss. & Reut., la présente étude constitue le premier travail caryologique conduit sur des populations algériennes de l'espèce considérée, aboutissant à des résultats originaux observés pour la première fois en Algérie.

En effet, les dénombrements chromosomiques effectués à partir des mitoses, ont permis d'observer trois (03) nombres chromosomiques : $2n=2x=12$, $2n=2x=14$ et $2n=2x=16$, cependant le nombre $2n=2x=14$ a été le plus fréquemment rencontré chez l'ensemble des populations étudiées.

Par ailleurs, à l'exception du nombre $2n=14$, trois populations algériennes de *Vicia monardi* présentent plus fréquemment le nombre $2n=16$ par rapport au nombre $2n=12$.

Nous signalons également que le nombre chromosomique $2n=14$ a été rencontré plus fréquemment chez les populations originaires de Béjaïa (560 à 595 m) d'altitude et de 700 mm de pluviométrie, par rapport aux populations issues des régions de Bouira (730 à 800 m) d'altitude et de 800 mm de pluviométrie.

Nous notons enfin qu'il existe une variabilité du nombre chromosomique intra et interpopulations au sein de l'espèce *Vicia monardi* Boiss. & Reut.

Mots clés : Caryologie, Chromosomes, *Fabaceae*, Mitose, Ressources phylogénétiques, *Vicia monardi* Boiss. & Reut..

ABSTRACT

As part of the evaluation and valorization of plant genetic resources of fodder and pastoral interest in Algeria, a karyological study was conducted on four (04) algerian populations of the species *Vicia monardi* Boiss. & Reut. belonging to the *Fabaceae* family. These spontaneous populations come from the region of Bejaia and Bouira (Eastern of Algeria). The ecological factors (rainfall and altitude) of the origin environment were also taken into consideration.

Due to the scarcity of works done on the species *Vicia monardi* Boiss. & Reut., the present study constitutes the first karyological work conducted on algerian populations of the considered species, resulting in original results observed for the first time in Algeria.

Indeed, the chromosome counts made from mitosis, allowed to observe three chromosome numbers : $2n = 2x = 12$, $2n = 2x = 14$ and $2n = 2x = 16$, however the number $2n = 2x = 14$ was the most frequently represented in all the studied populations.

Moreover, exception made for the number $2n = 14$, three algerian populations of *Vicia monardi* have more frequently, the number $2n = 16$ compared to the number $2n = 12$.

We noticed also that the chromosome number $2n = 14$ was found more frequently in populations originating from Bejaia with 560 to 595 m altitude and 700 mm of rainfall, compared to populations from the regions of Bouira with 730 to 800 m altitude and 800 mm of rainfall.

We finally note that there is a variability of the chromosome numbers within and between populations within the species *Vicia monardi* Boiss. & Reut.

Key words: Chromosomes, *Fabaceae*, Mitosis, karyology, Plant genetic resources, *Vicia monardi* Boiss. & Reut ..

ملخص

في إطار تقييم وتثمين الموارد الوراثية النباتية الخاصة بعلف الماشية في الجزائر، أقيمت دراسة نووية حول أربعة مجموعات نباتية جزائرية من نوع *Vicia monardi* Boiss. & Reut. التي تنتمي إلى عائلة البقوليات (*Fabaceae*). هذه المجموعات الطبيعية منتقاة من ولايتي بجاية و البويرة (شرق الجزائر). العوامل البيئية (التساقطات و الارتفاع) للموطن الأصلي أخذت هي الأخرى بعين الإعتبار.

لندرة الأعمال التي أقيمت على النوع *Vicia monardi* Boiss. & Reut، دراستنا هذه تعتبر بمثابة أول عمل نووي خصص لدراسة المجموعات النباتية الجزائرية لهذا النوع. مما سمح لنا بالحصول على نتائج الأولى من نوعها فيما يخص *Vicia monardi* Boiss. & Reut. في الجزائر.

تعدادات الصبغيات التي جرت انطلاقا من الانقسامات الخيطية، سمحوا لنا بملاحظة ثلاثة أعداد صبغية: $2n=2x=16$, $2n=2x=14$, $2n=2x=12$ ، إلا أن العدد $2n=2x=14$ كان الأكثر شيوعا في المجموعات المدروسة.

كما أنه يوجد ثلاثة مجموعات نباتية جزائرية من نوع *Vicia monardi* Boiss. & Reut. تظهر العدد الصبغي $2n=16$ أكثر من العدد $2n=12$.

مع العلم أيضا أن العدد الصبغي $2n=14$ وجد بكثرة عند المجموعات النباتية المنتقاة من مناطق بجاية ذات الارتفاع الذي يتراوح ما بين (595 m-560 m) و التساقطات التي تقدر ب700 mm بالمقارنة مع المجموعات النباتية التي تنتمي إلى مناطق البويرة ذات الارتفاع الذي يتراوح ما بين (800 m-730 m) و التساقطات التي تقدر ب 800 mm.

إذن نستخلص أنه يوجد تغيرات في العدد الصبغي داخل وما بين المجموعات النباتية المتواجدة ضمن النوع (*Vicia monardi* Boiss. & Reut.).

الكلمات المفتاحية:

الانقسام الخيطي (mitose)، البقوليات (*Fabaceae*)، الصبغيات، الكريولوجيا (Caryologie)، الموارد الوراثية النباتية (Ressources phytogénétiques)، *Vicia monardi* Boiss. & Reut.

REMERCIEMENTS

A l'issu de ce modeste travail, je tiens à remercier vivement, mon encadreur, Mme Rachida ISSOLAH, Responsable de la division de recherche sur les ressources phytogénétiques à l'INRAA, de m'avoir accueilli au sein de son laboratoire, de m'avoir encadrée et assistée durant mon stage pratique, je la remercie également pour sa disponibilité, ses conseils ainsi que pour son enthousiasme et sincérité dans ce qu'elle entreprend. Je lui témoigne ma profonde reconnaissance et gratitude.

Je tiens particulièrement à exprimer mes sincères remerciements à mon professeur Monsieur R. Mohamed Said, notre chef d'option "Génétique et Physiologie", pour sa disponibilité, son sérieux et son dévouement. Je le remercie aussi d'avoir accepté de co-encadrer mon projet de fin d'étude.

Mes profonds remerciements s'adressent également aux membres du jury :

A Mme W. HAMZI pour l'honneur qu'elle me fait en acceptant de présider le jury.

Et à Mme M.S. BRADAE de m'avoir fait l'honneur d'examiner et d'évaluer mon travail.

Toute ma gratitude et reconnaissance vont à ma très chère famille, pour son soutien indéfectible et ses permanents encouragements.

TABLE DES MATIERES

RESUME	
REMERCIEMENTS	
TABLE DES MATIERES	
LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX	
INTRODUCTION	6
1. GENERALITES	
1.1. Les ressources phytogénétiques	8
1.2. Les légumineuses	9
1.3. La sous famille des Papilionoidées	11
1.4. Le genre <i>Vicia</i> L.	12
1.5. L'espèce <i>Vicia monardi</i> . Boiss & Reut.	23
2. CYTOGENETIQUE, MODALITES ET MECANISMES DE L'EVOLUTION	
2.1. Généralités sur la cytogénétique	26
2.2. Caryotype	26
2.3. Modalités et mécanismes de l'évolution	30
3. MATERIEL ET METHODES	
3.1. Matériel végétal	33
3.2. Méthodes	34
4. RESULTATS ET DISCUSSION	
4.1. Germination des graines	40
4.2. Dénombrement chromosomique chez <i>Vicia monardi</i>	40
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	49
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
ANNEXES	

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

Figure 1 : <i>Vicia monardi</i> (Photo prise par prise par Zahia SEBKHI / INRAA).	24
Figure 2 : Présentation de la gousse (ouverte et fermée) et disposition des graines chez <i>Vicia monardi</i> (Photo prise par Zahia SEBKHI / INRAA).	24
Figure 3 : Fleurs et feuilles de <i>Vicia monardi</i> (Anonyme, 2018).	24
Figure 4 : Localisation de quelques populations algériennes de <i>Vicia monardi</i> dans le Nord-Est de l'Algérie. Echelle : 500 Km.	33
Figure 5 : Les graines de différentes populations de <i>Vicia monardi</i> disposées dans des boîtes à pétri pour germination.	35
Figure 6 : Coloration des apex racinaires, mis dans des coupelles, chez quelques populations algériennes de <i>Vicia monardi</i> .	38
Figure 7 : Lames avec apex racinaires écrasés chez quelques populations algériennes de <i>Vicia monardi</i> .	39
Figure 8 : Cellule présentant un noyau au stade pré-télophase (Gx40) chez <i>Vicia monardi</i> .	41
Figure 9 : Comptages chromosomiques de différents individus ((1.A), (1.B), (1.C)) de la population algérienne 40/16 chez <i>Vicia monardi</i> , à $2n=14$. Echelle : $6,03 \mu\text{m}$	42
Figure 10 : Comptages chromosomiques de différents individus ((2.A), (2.B)) de la population algérienne 48/16, chez <i>Vicia monardi</i> , à $2n=14$. Echelle : $6,03 \mu\text{m}$	43
Figure 11 : Comptages chromosomiques de différents individus ((3.A), (3.B)) de la population algérienne 51/16, chez <i>Vicia monardi</i> , à $2n=14$. Echelle : $6,03 \mu\text{m}$.	43
Figure 12 : Comptages chromosomiques de différents individus. ((4.A), (4.B), (4.C)) de la population algérienne 66/16, chez <i>Vicia monardi</i> , à $2n=14$. Echelle : $6,03 \mu\text{m}$	44
Figure 13: Variation du nombre chromosomique chez la population algérienne 40/16 de l'espèce <i>Vicia monardi</i> . (1.A), $2n=14$; (1.D), $2n=16$. Echelle : $6,03 \mu\text{m}$.	45
Figure 14 : Variation du nombre chromosomique chez la population algérienne 66/16 de l'espèce <i>Vicia monardi</i> . (4.A), $2n=14$; (4.D), $2n=16$. Echelle : $6,03 \mu\text{m}$.	45

Tableau 1 : Nombre d'espèces de légumineuses fourragères, dans le monde, dans les pays Méditerranéens et exclusivement Méditerranéennes selon Hamilton (2001).	10
Tableau 2 : Les caractères diagnostiques de la sous famille : <i>Faboideae</i> (= <i>papilionoideae</i>) (Demalsy-Feller, 1990 ; Judd <i>et al.</i> , 2002).	12
Tableau 3 : Distribution géographique du genre <i>Vicia</i> (Kupicha, 1974 ; Allkin <i>et al.</i> 1983).	15
Tableau 4 : Nombre chromosomique de plusieurs espèces du genre <i>Vicia</i> L. (Bolkhoskikh <i>et al.</i> , 1974).	16
Tableau 5 : Comparaison du nombre chromosomique des espèces du genre <i>Vicia</i> L. cités par Moore (1973) avec ceux cités par Bolkhoskikh <i>et al.</i> (1974).	19
Tableau 6 : Comparaison des nombres chromosomiques des espèces du genre <i>Vicia</i> L. citées par Jauzein (2011) avec ceux cités par Bolkhoskikh <i>et al.</i> (1974).	20
Tableau 7 : Espèces du genre <i>Vicia</i> L. classées selon leurs nombres chromosomiques.	21
Tableau 8 : Nomenclature chromosomique proposée par Levan <i>et al.</i> , (1964).	27
Tableau 9 : Provenances de quelques populations algériennes de <i>Vicia monardi</i> .	34
Tableau 10 : Fréquences des nombres chromosomiques enregistrées chez les quatre populations algériennes de <i>Vicia monardi</i> .	41

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Le développement des cultures fourragères, constitue une préoccupation majeure, dont dépend de manière étroite, l'augmentation de la production des viandes et du lait (Khal-doun *et al.*, 2000).

Les ressources phytogénétiques locales à dominance de Fabacées et Poacées constituent souvent la base de la flore des pâturages, des prairies et des jachères. Malgré la diversité de ces ressources phytogénétiques, et surtout leurs adaptations aux contraintes locales, ce patrimoine ne semble pas assez valorisé au niveau méditerranéen. Le territoire algérien est riche en végétation spontanée de haute valeur fourragère et pastorale (Abdelguerfi et Laouar., 2002).

Cette flore naturelle doit être le point de départ des programmes de recherche sur les fourrages, à travers la collecte, l'évaluation, la sélection et la multiplication des populations naturelles, tout cela représente un travail de longue haleine nécessitant une coopération plus étroite et continue entre les centres de recherche algériens (Hamadache, 1989).

Les légumineuses en Algérie, sont très peu utilisées comme source d'alimentation pour l'élevage et elles n'ont pas bénéficié de programme d'amélioration des plantes (Mebarkia, 2011).

La vesce (*Vicia sp*) en Algérie se cultive depuis longtemps et regroupe des espèces autochtones et introduites, utilisée seulement en association avec une graminée fourragère (avoine, orge, triticale et seigle) (Abdelguerfi et Laouar., 2002).

La vesce-avoine est utilisée essentiellement sous forme de foin et rarement pour l'obtention de grains. Le rendement en quantité et en qualité de la vesce-avoine demeure très faible et ne permet pas de satisfaire les besoins du cheptel sans cesse croissants (Mebarkia et Abdelguerfi, 2007).

La présente étude s'intéresse au genre *Vicia* L., et plus particulièrement à l'espèce *Vicia monardi* Boiss. & Reut. Les travaux sur cette espèce sont rares à travers le monde et semblent absents en Algérie.

A cet effet, notre étude s'inscrit dans le cadre du projet de recherche de l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA), et porte sur l'évaluation, la valorisation et la préservation de plusieurs légumineuses fourragères spontanées en Algérie. Dans ce cadre, notre travail a pour principal objectif, l'analyse de la variabilité chromosomique de quatre (04) populations Algérienne spontanées de *Vicia monardi* Boiss. & Reut., en tenant compte de deux facteurs écologiques (altitude et pluviométrie) afin de mieux comprendre la diversité des populations au sein de cette espèce.

Ainsi, notre étude s'articule autour de quatre chapitres. Suite à une introduction, le premier chapitre constitue une revue de la littérature bibliographique sur la famille des Légumineuses (*Fabacées*), le genre *Vicia* L. et l'espèce *Vicia monardi* Boiss. & Reut.

Le deuxième chapitre traite la cytogénétique et quelques modalités et mécanismes de l'évolution. Le troisième chapitre présente le matériel et les différentes méthodes utilisées. Le quatrième chapitre, aborde les résultats et discussion de l'analyse de la variabilité chromosomique chez les quatre populations de *Vicia monardi*.

Enfin la conclusion reprend les principaux résultats pour faire le point des acquis réalisés et tracer des perspectives.

CHAPITRE 1

GENERALITES

1. GENERALITES

1.1. Les ressources phytogénétiques

Le terme "Ressources phytogénétiques" s'applique à toutes Les plantes cultivées ou spontanées des zones agro-sylvo-pastorales présentant un intérêt agronomique, économique ou écologique, soit parce que ces espèces, variétés ou écotypes sont devenues rares ou en voie de disparition soit qu'elles présentent un intérêt ou un caractère stratégique pour le pays comme les céréales, les légumineuses alimentaires, les plantes fourragères et certaines plantes industrielles, médicinales et aromatiques. Afin de les sauvegarder, ces ressources génétiques végétales sont gérées soit par des centres internationaux, soit par des centres nationaux qui constituent de véritables "banques de gènes" dont le rôle est de sauvegarder et de valoriser ce matériel végétal pour les besoins de la recherche et du développement agricole (Abdelguerfi., 1988).

L'intérêt de ces "banques de gènes" est d'autant plus justifié que le phénomène d'érosion génétique est réel et conséquent d'un certain nombre de facteurs de destruction du patrimoine génétique parmi lesquels : Des plans d'urbanisation et de défrichement anarchique qui détruisent l'habitat et perturbent les écosystèmes en général, la mécanisation agricole et l'utilisation incontrôlée de pesticides, le remplacement souvent impartial et sans phase préliminaire d'expérimentation des anciennes variétés bien adaptées aux conditions de milieu local et de bonne qualité par des variétés introduites plus exigeantes pour les techniques culturales (préparation du sol et contrôle des mauvaises herbes et fertilisation). C'est pour ces raisons que les ressources génétiques végétales qui constituent un patrimoine biologique, agronomique et économique inestimable doivent être inventoriées et conservées dans des banques de gènes afin d'être valorisées dans des programmes de recherche-développement et d'amélioration des plantes (Bouattoura, 1988). Il existe un danger d'exploitation abusive et commercial de plantes cultivées dont la conséquence la plus grave est la perte de la variabilité génétique initiale de la population ou de l'espèce (Abdelguerfi et Abdelguerfi-Laouar., 2004)

1.2. Les légumineuses

Chez les Angiospermes, les légumineuses ou les *Fabacées* constituent la troisième plus grande famille en nombre d'espèces, après les *Orchidacées* et les *Astéracées* avec 727 genres et près de 20 000 espèces (Crouk, 2006). Répandues dans le monde entier, les *Fabacées* après les *Astéracées* la seconde « famille » des *Triporées*. Les formes arborescentes prédominent dans les pays chauds; les formes herbacées dans les régions tempérées (Dupont, 2015).

1.2.1. Historique

La famille des *Fabacées* est nommée d'après l'espèce *Vicia faba* (de *Faba*, la Fève). On parlait jadis de la famille des légumineuses : ce nom provient du latin médiéval *leguminosus*, qualifiant les plantes ayant pour fruit une gousse comestible (elle-même ou ses graines). Le terme de "légume", du latin *lgumen*, désignait ces plantes et leurs produits (que nous nommons : légumineuses) par opposition à *olus*, désignant les légumes verts. Le mot a pris au 18^{ème} siècle son sens moderne : plante potagère dont on consomme les feuilles, les tiges ou les racines – mais parfois aussi les fruits au sens botanique (Couplan, 2012).

1.2.2. Caractéristiques des légumineuses

Les légumineuses présentent une teneur élevée en protéines dans la graine séchée (Baudoin, 2001). Elles ont la faculté de fixer l'azote de l'air dans les nodosités des racines en symbiose avec des micro-organismes nommés azotobacters. (Judd *et al.*, 2002).

Un hectare de Trèfle ou de Luzerne peut fixer entre 600 et 800 kg d'azote par an. Ces quantités sont largement suffisantes voir déjà excédentaires, pour cultiver et produire des céréales. L'emploi des engrais azotés chimiques solubles très polluants comme le nitrate d'ammonium (Ammonitrates), est donc un non sens écologique et un non sens économique, car il faut deux tonnes de pétrole pour faire une tonne de nitrates d'ammonium (Ducerf, 2008).

Les légumineuses crues, contiennent des alcaloïdes toxiques pour l'homme, qui sont détruits par la germination ou la cuisson. En effet les légumineuses crues provoquent une maladie de dégénérescence nerveuse appelée "lathyrisme" dont les symptômes sont proches de la maladie d'Alzheimer ou de la sclérose en plaque (Ducerf, 2008).

1.2.3. Les légumineuses fourragères dans la flore méditerranéenne

Les plantes fourragères sont des plantes qui participe à l'alimentation des herbivores. Une large part de cette alimentation est assurée par la partie verte des plantes; elle peut être complétée à des degrés divers par l'emploi d'aliments à base de céréales et de protéo-oléagineux d'une part, de racines et de tubercules (betteraves, raves, navets ou topinambours) d'autre part (Gallais *et al.*, 1992).

Le nombre d'espèces de légumineuses fourragères dans le monde est estimé à 977 dont 711 sont méditerranéennes et 336 exclusivement méditerranéennes. Parmi les genres de légumineuses les plus représentés dans le bassin méditerranéen, on compte : *Trifolium* avec 117 espèces, *Onobrychis* avec 91 espèces et le genre *Vicia* en troisième position avec 87 espèce (Hamilton *et al.*, 2001) (Tableau 1).

En Algérie, la richesse générique et spécifique des légumineuses fourragères est d'environ 51 genres et 440 espèces (Sebkhi, 2013).

Tableau 1 : Nombre d'espèces de légumineuses fourragères, dans le monde, dans les pays Méditerranéens et exclusivement Méditerranéennes selon Hamilton (2001).

Genres	Nombre d'espèces		
	Total général	Total Méditéra-néen	Exclusivement méditéranéen
<i>Anthyllis</i>	16	16	10
<i>Astragalus</i>	1	1	0
<i>Biserrula</i>	2	2	0
<i>Coronilla</i>	10	10	3
<i>Dorycnium</i>	5	5	1
<i>Hedysarum</i>	69	37	28
<i>Hippocrepis</i>	29	28	19
<i>Lathyrus</i>	80	61	22
<i>Lotus</i>	99	58	25
<i>Lupinus</i>	42	6	2
<i>Medicago</i>	70	60	19
<i>Melilotus</i>	19	17	3
<i>Onobrychis</i>	118	91	68
<i>Ononis</i>	66	63	43
<i>Ornithopus</i>	6	6	2
<i>Scorpiurus</i>	2	2	0
<i>Trifolium</i>	161	117	37
<i>Trigonella</i>	71	44	22
<i>Vicia</i>	111	87	32
Total	977	711	336

1.3. La sous famille des Papilionoïdées

La fleur des légumineuses est variable et permet de distinguer les trois grandes sous familles : les *Mimosoidées*, les *Césalpinioïdées* et les *Papilionoïdées*. Les espèces fourragères (Luzerne (*Medicago*), Trèfle (*Trifolium*), Vesce (*Vicia*)) appartiennent à la famille des *Papilionoïdées* (Ozenda, 2000).

Le nom de l'ancienne famille des Papilionacées dérivait du latin *papilio*, papillon, du fait de la forme de la fleur qui ressemble un peu à un papillon avec son large étendard, ses deux ailes et sa crène formée de deux pétales soudés. Il s'agit aujourd'hui de la sous famille des Fabacées (Couplan, 2012).

C'est parmi cette sous famille des *Papilionoideae* que nous retrouvons toutes les espèces importantes utilisées pour l'alimentation humaine et animale, ainsi que pour le pâturage, les plus importantes utilisées par les agriculteurs : le soja (*Glycine max*), le haricot (*Phaseolus vulgaris*), le pois (*Pisum sativum*), la luzerne (*Medicago sativa*), l'arachide (*Arachis hypogaea*), le pois chiche (*Cicer arietinum*) et la fève (*Vicia faba*) (Doyle et Luckow, 2003).

Les caractères diagnostiques de la sous-famille: *Faboideae* (= *Papilionoideae*) de la famille des *Fabaceae* (= *Leguminosae*), sont regroupés dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Les caractères diagnostiques de la sous famille : *Faboideae* (=papilionoideae) (Demalsy-Feller, 1990 ; Judd *et al.*, 2002).

Les caractères diagnostiques	<i>Faboideae</i> (=Papilionoideae)
Genre/espèces	429/12.615
Port	Plantes herbacées, buissons, ou arbres
Feuilles	Composées pennées ou trifoliolées, rarement unifoliolées
Fleur	Hermaphrodite zygomorphe
Calice	Plus ou moins gamosépales
Corolle	- Grande. Pentamère formé d'un étendard, de deux (2) ailes et de carène comprenant deux (2) pétales plus ou moins soudés
Androcée	Dix (10) étamines monadelphes ou diadelphes ;10 ou 9+1
Pollen	Monades
Gynécée	Un carpelle, ovaire supère uniloculaire
Fruit	Gousse parfois indéhiscente, rarement lomentacée
Lignes en U sur la graine	Absente

1.4. Le genre *Vicia*. L.

Le genre *Vicia*. L., appartient à la famille des légumineuses et réunit quelques cent quarante (140) espèces annuelles et vivaces, proche des pois de senteur (*Lathyrus*), la plupart sont munies de vrilles à l'extrémité de leurs feuilles pennées et se hissent ainsi sur divers supports. *Vicia faba*, la fève, fait exception, avec ses tiges dressées sans vrilles (Burnie *et al.*, 2011).

Les petites fleurs, d'ordinaire groupées en courts racèmes axillaires et typiquement papilionacées, quoi que souvent peu ouvertes, sont en général blanches, roses, violacées ou jaunes pâle. Elles sont suivies de gousses à maturation rapide, souvent duveteuses ou velues, renfermant un rang de graines de taille variable. Plusieurs vesces sont des plantes de fourrage ou des adventices, mais d'autres ont leur place en rocaille ou en pré fleuri (Coulplan, 2012).

1.4.1. Origine des appellations de quelques espèces de *Vicia*

La "Vesce" provient de *Vicia*, qui désignait ces Légumineuses en latin. Leur nom dérive du latin *vinco*, vaincre, avoir le dessus, ou bien de *vincio*, attacher. Il s'agit, en effet, le plus souvent de plantes grimpantes, se hissant sur la végétation grâce aux vrilles à l'extrémité de leurs feuilles. *Vicia faba* (la fève), fait exception. L'une des espèces les plus courantes est la vesce *cracca*, *Vicia cracca*, ce dernier terme désignant une vesce dans l'Antiquité. Citons aussi la vesce des haies, *Vicia sepium* (du latin *saepes* ou *sepes*, haie, clôture), la vesce velue, (du latin *villus* poil), la vesce de Hongrie, *Vicia pannonica* (du latin *Pannonia*, aujourd'hui la Hongrie, la vesce de Narbonne, *Vicia narbonensis*, et la vesce à quatre graines, *Vicia tetrasperma* (du genre *tetra*, quatre, et *sperma*, semence), dont la gousse renferme, effectivement, quatre graines. On cultivait jadis pour leurs graines la vesce commune ou vesce cultivée, *Vicia sativa* (du latin *sato*, semer). On rencontre toujours dans les jardins et les champs la fève, *Vicia faba*, originaire d'Asie occidentale. Son nom français dérive de l'épithète latine, qui était le nom de cette légumineuse chez les Romains (Couplan, 2012).

1.4.2. Caractéristiques du genre *Vicia*. L

En culture, la plupart des Vesces, croissent aisément en tout sol ordinaire. Promptes à se ressemer, elles peuvent se faire envahissantes mais sont faciles à arracher (Burnie *et al.*, 2011).

En médecine, une valeur thérapeutique de *Vicia hirsuta* et *V. sepium* a été soulevée par Ducerf (2008): Les fleurs et les gousses vertes sont diurétiques, sédatives des voies urinaires.

En cuisine, seuls les fruits ou les graines sont comestibles bien cuits. Les graines deviennent également comestibles quand on les fait germer (Ducerf, 2008).

Les grecs, dans l'antiquité, préparaient des gâteaux avec la farine de Vesce, laquelle entre encore aujourd'hui, en partie, dans la composition du pain de quelques régions pauvres (Siélain, 1910).

1.4.3. Distribution du genre *Vicia* dans le monde

La plupart des espèces du genre *Vicia*, sont originaires de l'hémisphère nord tempéré, quelques unes croissant dans les Andes sud-américaines et dans l'Est africain.

La méditerranée est considérée comme le centre le plus important de diversification du genre *Vicia* L., ainsi que l'Amérique du Sud, l'Amérique du Nord et le Sud de la Sibérie (Hanelt et Mettin, 1989) (Tableau 3).

Selon Hamilton *et al.* (2001), on trouve les espèces fourragères de *Vicia* L dans les régions : Ouest, Nord-Est, Est, Sud-Est de la méditerranée dans les pays suivants : Algérie, Tunisie, Maroc, France, Italie, Espagne, Portugal, Sardaigne, Grèce, Turquie, Albanie, Yougoslavie, Bulgarie, Liban, Jordanie, Israël, Syrie, Chypre, Malte, Egypte, Libye. Est : Iran et Irak.

Le nombre des espèces *Vicia* dans ces régions méditerranéennes est estimé à 87 espèces dont 32 sont exclusivement méditerranéennes (Hamilton *et al.*, 2001).

Tableau 3 : Distribution géographique du genre *Vicia* (Kupicha,1974 ; Allkin *et al.* 1983).

Espèces	Distribution
<i>V. oroboides</i>	Centre et Sud- Est de l'Europe
<i>V. balansae</i>	Turquie et Asie
<i>V. abbreviata</i>	Asie de l'Ouest
<i>V. sepium</i>	Europe et Asie du Nord
<i>V.dionysiensis</i>	Syrie
<i>V. assyriaca</i>	Asie de l'Ouest
<i>V. esdraelonensis</i>	Asie de l'Ouest
<i>V. tigridis</i>	Syrie
<i>V. galeata</i>	Asie de l'Ouest
<i>V. hycranica</i>	Asie Centrale et Ouest
<i>V. noeana</i>	Asie de l'Ouest
<i>V. melanops</i>	Europe du Sud et Turquie
<i>V. ciliatula</i>	Turquie
<i>V. anatolica</i>	Iran et Turquie
<i>V. mollis</i>	Asie de l'Ouest
<i>V. pannonica</i>	Europe du Sud, Ouest Asiatique et Nord Africain
<i>V. hybrida</i>	Europe, Asie de l'Ouest et Nord Africain
<i>V. sericocarpa</i>	Asie de l'Ouest
<i>V. lutea</i>	Europe du Sud, Asie de l'Ouest et Nord Africain
<i>V. michauxii</i>	Asie de l'Ouest
<i>V. aintabensis</i>	Asie de l'Ouest
<i>V. peregrina</i>	Europe du Sud, Asie de l'Ouest et Nord Africain
<i>V. cuspidata</i>	Sud -Est Europe et Asie de l'Ouest
<i>V. lathyroides</i>	Europe, Asie de l'Ouest et Algérie
<i>V. pyrenaica</i>	France et Espagne
<i>V. sativa</i>	Europe, Asie et Nord Africain
<i>V. barbazitae</i>	Europe du Sud et Asie de l'Ouest
<i>V. quatmensis</i>	Syrie
<i>V. grandiflora</i>	Europe de l'Est et Asie de l'Ouest
<i>V. bithynica</i>	Europe, Asie de l'Ouest et Algérie
<i>V. eristalioides</i>	Turquie
<i>V. kalakhensis</i>	Syrie
<i>V. Johannis</i>	Europe du Sud,Asie de l'Ouest et Lybie
<i>V. galilaea</i>	Israel et Turquie
<i>V. narbonensis</i>	Europe,Asie de l'Ouest et Nord Africain
<i>V. hayaeniscyamus</i>	Syrie et Liban
<i>V. faba</i>	Connue uniquement en culture

1.4.4. Nombre chromosomique des espèces du genre *Vicia* L.

Des études caryologiques sur le genre *Vicia* L. ont fait l'objet de travaux nombreux (Heitz (1931), Hirayoshi (1952), Mc Leash (1953), etc.) et spécialement sur l'espèce *Vicia faba* en raison du petit nombre et la grande taille de ses chromosomes.

McLeash (1953) a reporté un nombre chromosomique de $2n=12$ pour *Vicia faba* tandis que Hirayoshi (1952) a trouvé $2n=12$ pour des variétés européennes et $2n=14$ pour des variétés asiatiques. Kumar (1960) confirme aussi le nombre chromosomique $2n=12$ pour les variétés européennes : *Vicia faba* var. *minor*, *V. faba* var. *aroma*, *V. faba* var. *aroma white*, *V. faba* var. *morogena*, *V. faba* var. *oderus*.. Il confirme également le nombre chromosomique $2n=14$ trouvé déjà par Heitz (1931), pour les espèces : *Vicia moantha*, *Vicia narbonensis*, *Vicia ervilia* et *Vicia grandiflora*.

Selon Judd (2002), le nombre chromosomique du genre *Vicia*, varie de $2n = 10, 12, 14, 24$ à 28. Bolkhoskikh *et al.* (1974), citent différents nombres chromosomiques de plusieurs espèces de *Vicia* L., qui varient de $2n = 10, 12, 14, 16, 18, 24, 28$ à 36 (Tableau 4).

Tableau 4 : Nombre chromosomique de plusieurs espèces du genre *Vicia* L. (Bolkhoskikh *et al.*, 1974).

Espèces du genre <i>Vicia</i> L.	Nombre chromosomiques (2n)
<i>V. akhmaganica</i> E.Kazarian	10
<i>V. alpestris</i> Stev.	10,28
<i>V. ambigua</i> Guss.	12
<i>V. americana</i> Muehl.	14,28
<i>V. amoena</i> Fisch.	12,24
<i>V. amphicarpa</i>	10, 12,14
<i>V. amurensis</i> Oett.	12
<i>V. andicola</i> H. B. et K. (aff.)	14
<i>V. angustifolia</i>	12
<i>V. atropurpurea</i> Desf.	14
<i>V. aurantia</i> Boiss.	14
<i>V. baicalensis</i> (Turcz.) B.Fedtsch	12
<i>V. balansae</i> Boiss.	14
<i>V. benghaalensis</i> L.	12,14
<i>V. biennis</i> L.	14
<i>V. bithynica</i> L.	14
<i>V. calcarata</i> Desf.	12 ,14
<i>V. canadensis</i> Zucc.	12

<i>V. cassubica</i> L.	12,14
<i>V. ciliatula</i> Lipsky	10
<i>V. cirrhosa</i>	14
<i>V. cordata</i> Wulf.	10
<i>V. cracca</i> L.	12, 14, 21, 24,28
<i>V. crocea</i> (Desf.) B.Fedtsch.	10
<i>V. cuneata</i> Guss.	12
<i>V. dalmatica</i> Kerner	12
<i>V. dasycarpa</i> Ten.	14
<i>V. disperma</i> DC.	14
<i>V. dumetorum</i> L.	14
<i>V. eriocarpa</i> (Hauskn.) Hal.	14
<i>V. erviformis</i> Boiss.	14
<i>V. ervilia</i> (L.) Willd.	14
<i>V. faba</i> L.	12,14
<i>V. fedtschenkoana</i> V. V. Nikitin	28
<i>V. ferruginea</i> Bess.	12
<i>V. fulgens</i> Batt.	14
<i>V. glabrescens</i> Koch	14
<i>V. glauca</i> Presl	14
<i>V. globosa</i> Retz.	14
<i>V. gracilis</i> Loisel.	14
<i>V. graeca</i>	12, 14,28
<i>V. graminea</i> Smith	14
<i>V. grandiflora</i> Scop.	12,14
<i>V. grossheimii</i> Ekvtim.	28
<i>V. hajastana</i> Grossh.	10
<i>V. heterophylla</i> Presl	12
<i>V. hirsuta</i> (L.) S. F. Gray	14,28
<i>V. hololasia</i> Woron.	10
<i>V. hybrida</i> L.	12
<i>V. hyrcanica</i> Fisch.et Mey.	12
<i>V. incana</i>	12
<i>V. incisa</i> Bieb.	14
<i>V. japonica</i> A. Gray	12,24
<i>V. lathyroides</i> L.	10,12
<i>V. leavenworthii</i> Torr. et A. Gray	14
<i>V. ludoviciana</i> Torr. et A. Gray	14
<i>V. lutea</i> L.	14
<i>V. macrantha</i> Turcz.ex Jurtz.	24
<i>V. macrocarpa</i> Mor.	10,12
<i>V. macrosperma</i> Tum.	14
<i>V. melanops</i> Sibth.	10
<i>V. michauxii</i> Spreng.	12
<i>V. monantha</i> Desf.	14
<i>V. musquinez</i> Bosc.	14
<i>V. narbonensis</i> L.	14
<i>V. neglecta</i> Hanelt et Mettin	12

<i>V. nipponica</i>	12
<i>V. ochroleuca</i> Ten.	12
<i>V. onobrychoides</i>	12
<i>V. oroboides</i> Wulf	14
<i>V. orobus</i> DC.	12
<i>V. pannonica</i> Crantz	12
<i>V. peregrina</i> L.	12,14
<i>V. persicaria</i> Boiss.	10
<i>V. picta</i> Fisch. Et Mey.	14
<i>V. pilosa</i> Bieb.	12
<i>V. pisiformis</i> L.	12
<i>V. pseudo-cracca</i> Berth.	14
<i>V. pseudorobus</i> Fisch.et Mey.	12,14
<i>V. pyrenaica</i> Pourr.	14
<i>V. sativa</i> L.	10, 12,14
<i>V. semiglabra</i> Rupr.	10
<i>V. sepium</i> L.	12, 14, 16,18
<i>V. serratifolia</i> Jacq.	14
<i>V. sicula</i> Guss.	14
<i>V. sylvatica</i> L.	14
<i>V. sinkiangensis</i>	12
<i>V. sparsiflora</i> (Waldst. Et Kit.) Ten.	12
<i>V. sparsifolia</i> Nutt.	14
<i>V. striata</i> (Moench) Bieb.	12
<i>V. subrotunda</i> (Maxim.) Czefr.	12
<i>V. tenuifolia</i> Roth	12,24
<i>V. tetrasperma</i> Moench	14,28
<i>V. trifida</i> Dietr.	14
<i>V. unijuga</i> A. Br.	12, 24,36
<i>V. varia</i> Host	14
<i>V. variegata</i> Willd.	10
<i>V. venulosa</i> Boiss. Et Hohen	12
<i>V. villosa</i> Roth	14

Selon Moore (1973), le nombre chromosomique de *Vicia tetrasperma* Moench est de $2n=14$. Bolkhoskikh *et al.* (1974), mentionnent pour la même espèce, $2n=28$ en plus de $2n=14$. Pour l'espèce *Vicia unijuga* A. Br., Moore (1973), signale un nombre chromosomique $2n=12$, alors que Bolkhoskikh *et al.* (1974) rapportent deux autres nombres chromosomiques de plus, $2n=24$ et $2n=26$. Moore (1973), a cité les nombres chromosomiques de dix (10) espèces du genre *Vicia* que Bolkhoskikh n'avait pas mentionnées : *Vicia stenophylla* Vog. Var. *martinezii* Burk., *V. subcapitata* Nakai, *V. sylvatica* L., *V. tenuissima* (Bieb.) Schinz & Thell., *V. tenuissima* (M. Bieb.) Schinz & Thell., *V. tetrasperma* (L.) Schreb., *V. tetrasperma* Schreb., *V. venosa* (Willd.) Maxim., *V. unijuga* Al. Brawn var. *minor* Nakai, *V. unijuga* Al. Braun (Tableau 5).

Tableau 5 : Comparaison du nombre chromosomique des espèces du genre *Vicia* L. cités par Moore (1973) avec ceux cités par Bolkhoskikh *et al.* (1974).

Espèces du genre <i>Vicia</i>	Nombres chromosomiques (2n) cités par Moore (1973)	Nombres chromosomiques (2n) cités par Bolkhoskikh <i>et al.</i> (1974)
<i>V. stenophylla</i> Vog. Var. <i>martinezii</i> Burk.	14	Non mentionné
<i>V. subcapitata</i> Nakai	12	Non mentionné
<i>V. sylvatica</i> L.	14	Non mentionné
<i>V. tenuissima</i> (M. Bieb.) Schinz & Thell.	14	Non mentionné
<i>V. tenuissima</i> (Bieb.) Schinz & Thell.	14	Non mentionné
<i>V. tetrasperma</i> Moench	14	14, 28
<i>V. tetrasperma</i> (L.) Schreb.	14	Non mentionné
<i>V. tetrasperma</i> Schreb.	14	Non mentionné
<i>V. unijuga</i> A. Br.	12	12, 24, 26
<i>V. unijuga</i> Al. Braun	24	Non mentionné
<i>V. unijuga</i> Al. Brawn var. <i>minor</i> Nakai	24	Non mentionné
<i>V. variegata</i> Willd.	10	10
<i>V. venosa</i> (Willd.) Maxim.	12	Non mentionné
<i>V. venulosa</i> Boiss. & Hohen	12	12
<i>V. villosa</i> Roth	14	14

Jauzein (2011) a également cité quatre (04) espèces du genre *Vicia*, qui n'ont pas été signalées par Bolkhoskikh *et al.* (1974) (*Vicia articulata*, *V. loiseleurii*, *V. pubescens*, *V. parviflora*) avec un nombre chromosomique égale à $2n=14$ pour les quatre espèces. Jauzein (2011) cite le nombre chromosomique $2n=12$ pour *V. lathyroides*, alors que Bolkhoskikh *et al.* (1974) mentionnent en plus de $2n=12$, le nombre $2n=10$. Jauzein (1995, 2011) rapporte le nombre chromosomique $2n=12$? pour *V. lutea* et *V. hirsuta* tandis que Bolkhoskikh *et al.* (1974), les signalent avec un nombre $2n=14$. Pour les espèces *V. benghalensis*, *V. tenuifolia*, et *V. cracca.*, Bolkhoskikh *et al.*, (1974) indiquent d'autres nombres chromosomiques (Tableau 6).

Tableau 6 : Comparaison des nombres chromosomiques des espèces du genre *Vicia* L. citées par Jauzein (2011) avec ceux cités par Bolkhoskikh *et al.* (1974).

Espèces du genre <i>Vicia</i>	Nombres chromosomiques (2n) cités par Jauzein (2011)	Nombres chromosomiques (2n) cités par Bolkhoskikh (1974)
<i>V. narbonensis</i>		14
subsp. <i>serratifolia</i>	14	
subsp. <i>narbonensis</i>	14	
subsp. <i>johannis</i>	14	
<i>V. pannonica</i>		12
subsp. <i>striata</i>	12	
<i>V. lathyroides</i>	12	10, 12
<i>V. sativa</i>		
subsp. <i>amphicarpa</i>	14	
subsp. <i>nigra</i>	12	
subsp. <i>sativa</i>	10, 12, (14)	10, 12, 14
<i>V. peregrina</i>	12, 14	12, 14
<i>V. hybrida</i>	12	12
<i>V. lutea</i>	(12?), 14	14
<i>V. melanops</i>	?	10
<i>V. articulata</i>	14	Non mentionné
<i>V. ervilia</i>	14	14
<i>V. disperma</i>	14	14
<i>V. hirsuta</i>	(12?), 14	14, 28
<i>V. loiseleurii</i>	14	Non mentionné
<i>V. pubescens</i>	14	Non mentionné
<i>V. tetrasperma</i>	14	14, 28
<i>V. parviflora</i>	14	Non mentionné
<i>V. bithynica</i>	14	14
<i>V. benghlensis</i>	14	12, 14
<i>V. monantha</i>	14	14
<i>V. tenuifolia</i>	(12?), 23 à 25	12, 24
<i>V. cracca</i>		12, 14, 21
subsp. <i>cracca</i>	12 à 30	
subsp. <i>incana</i>	12, 14	
<i>V. villosa</i>		14
subsp. <i>elegantissima</i>	?	
subsp. <i>ambigua</i>	14	
subsp. <i>villosa</i>	14	
subsp. <i>varia</i>	14	

Suite à une synthèse élaborée sur la base des nombres chromosomiques correspondant à plusieurs espèces de vesces signalés par divers auteurs (Kumar, (1960), Moore (1973), Bokhoskikh *et al.* (1974), Jauzein (2011)), des variations dans les fréquences des nombres chromosomiques chez le genre *Vicia* L. ont été constatées (Tableau 7).

Tableau 7 : Espèces du genre *Vicia* L. classées selon leurs nombres chromosomiques (Kumar, (1960), Moore (1973), Bokhoskikh *et al.* (1974), Jauzein (2011)).

Espèce du genre <i>Vicia</i> aux nombres chromosomiques		
2n = 10	2n = 12	2n = 14
<i>V. akhmaganica</i> E.Kazarian	<i>V. ambigua</i> Guss.	<i>V. americana</i> Muehl.
<i>V. alpestris</i> Stev.	<i>V. amoena</i> Fisch	<i>V. amphicarpa . andicola</i> H. B. et K. (aff.)
<i>V. amphicarpa</i>	<i>V. amphicarpa</i>	<i>V. atropurpurea</i> Desf.
<i>V. ciliatula</i> Lipsky	<i>V. amurensis</i> Oett.	<i>V. aurantia</i> Boiss.
<i>V. cordata</i> Wulf.	<i>V. angustifolia</i>	<i>V. balansae</i> Boiss.
<i>V. crocea</i> (Desf.) B.Fedtsch.	<i>V. baicalensis</i>	<i>V. benghaalensis</i> L.
<i>V. hajastana</i> Grossh.	(Turcz.)B.Fedtsch	<i>V. biennis</i> L.
<i>V. hololasia</i> Woron.	<i>V. benghaalensis</i> L.	<i>V. bithynica</i> L.
<i>V. lathyroides</i> L.	<i>V. calcarata</i> Desf.	<i>V. calcarata</i> Desf.
<i>V. macrocarpa</i> Mor.	<i>V. canadensis</i> Zucc.	<i>V. cassubica</i> L.
<i>V. melanops</i> Sibth.	<i>V. cassubica</i> L.	<i>V. cirrhosa</i>
	<i>V. cracca</i> L.	<i>V. cracca</i> L.
	<i>V. cuneata</i> Guss.	<i>V. dasycarpa</i> Ten.
	<i>V. dalmatica</i> Kerner	<i>V. disperma</i> DC.
	<i>V. faba</i> L.	<i>V. dumetorum</i> L.
	<i>V. ferruginea</i> Bess.	<i>V. eriocarpa</i> (Hauskn.) Hal. V. erviformis Boiss.
	<i>V. graeca</i>	<i>V. ervilia</i> (L.) Willd.
	<i>V. grandiflora</i> Scop.	<i>V. faba</i> L.
	<i>V. heterophylla</i> Presl	<i>V. fulgens</i> Batt.
	<i>V. hybrida</i> L.	<i>V. glabrescens</i> Koch
	<i>V. hyrcanica</i> Fisch. et Mey.	<i>V. glauca</i> Presl
	<i>V. japonica</i> A. Gray	<i>V. globosa</i> Retz.
	<i>V. lathyroides</i> L.	<i>V. gracilis</i> Loisel.
	<i>V. macrocarpa</i> Mor.	<i>V. graeca</i>
	<i>V. michauxii</i> Spreng.	<i>V. graminea</i> Smith
	<i>V. neglecta</i> Hanelt et Mettin	<i>V. grandiflora</i> Scop.
	<i>V. nipponica</i>	<i>V. hirsuta</i> (L.) S. F. Gray
	<i>V. ochroleuca</i> Ten.	<i>V. incisa</i> Bieb.
	<i>V. onobrychoides</i>	<i>V. leavenworthii</i> Torr. et A. Gray
	<i>V. orobus</i> DC.	<i>V. ludoviciana</i> Torr. et A. Gray
	<i>V. pannonica</i> Crantz	<i>V. lutea</i> L.
	<i>V. peregrina</i> L.	<i>V. macrosperma</i> Tum.
	<i>V. pilosa</i> Bieb.	
	<i>V. pseudorobus</i> Fisch.et Mey.	

	<i>V. sativa</i> L. <i>V. sepium</i> L. <i>V. sinkiangensis</i> <i>V. sparsiflora</i> (Waldst. Et Kit.) Ten. <i>V. striata</i> (Moench) Bieb. <i>V. subcaoitata</i> Nakai <i>V. tenuifolia</i> Roth <i>V. unijuga</i> A. Br. <i>V. venosa</i> (Wild.) Maxim <i>V. venulosa</i> Boiss. Et Hohen	<i>V. monantha</i> Desf <i>V. musquinez</i> Bosc. <i>V. narbonensis</i> L. <i>V. oroboides</i> Wulf <i>V. peregrina</i> L. <i>V. picta</i> Fisch. Et Mey. <i>V. pseudo-cracca</i> Berth. <i>V. pseudorobus</i> Fisch.etMey. <i>V. pyrenaica</i> Pourr. <i>V. sativa</i> L. <i>V. sepium</i> L. <i>V. serratifolia</i> Jacq. <i>V. sicula</i> Guss. <i>V. silvatica</i> L. <i>V. sparsifolia</i> Nutt. <i>V. stenophylla</i> Vog. Var <i>martinezii</i> Burk <i>V. sylvatica</i> L <i>V. tenuissima</i> (M. Bieb.) Schinz & Thell <i>V. tetrasperma</i> Moench <i>V. tetrasperma</i> (L.) Schreb <i>V. tetrasperma</i> Schreb. <i>V. trifida</i> Dietr. <i>V. varia</i> Host <i>V. villosa</i> Roth <i>V. articulata</i> <i>V. loiseleurii</i> <i>V. pubescens</i> <i>V. parviflora</i>
--	---	---

Tableau 7 (Suite) : Espèces du genre *Vicia* L. classées selon leurs nombres chromosomiques (Kumar, (1960), Moore (1973), Bokhoskikh *et al.* (1974), Jauzein (2011)).

2n = 28	2n = 24	2n = 16	2n = 18	2n = 36
<i>V. alpestris</i> Stev. <i>V. americana</i> Muehl. <i>V. tetrasperma</i> Moench <i>V. fedtschenkoana</i> V. V. Nikitin <i>V. graeca</i> <i>V. grossheimii</i> Ekvitim. <i>V. hirsuta</i> (L.) S. F. Gray <i>V. cracca</i> L.	<i>V. amoena</i> Fisch <i>V. cracca</i> L. <i>V. unijuga</i> A. Br. <i>V. unijuga</i> Al. Braun <i>V. unijuga</i> Al. Brawn var. <i>minor</i> Nakai	<i>V. sepium</i> L.	<i>V. sepium</i> L.	<i>V. unijuga</i> A. Br.

1.5. Espèce *Vicia monardi* Boiss. & Reut.

1.5.1. Description de l'espèce *Vicia monardi*

Les travaux sur *Vicia monardi* (Figures 1, 2 et 3) semblent très rares, cependant, nous avons trouvé quelques descriptions dans la flore de Quézel et Santa (1962), ainsi que celle de Battandier et Trabut., (1888-1890) :

- Feuilles : 7-9 paires de folioles lancéolées, pubescentes.
- Tiges grêles, grimpantes (3-6 décim).
- Gousses : fauves, plates de 25-40 x 10-15 mm, glabres, à 2-4 graines noires veloutées.
- Fleurs : petites (6-10 millim) purpurines plus ou moins lavées de violet ou bleuâtres en grappes assez denses.
- Stipules : dimorphes, une entière et l'autre l'une entière, l'autre bi-trilobée
- Calice à dents supérieures courtes, les 3 inférieures subulées.

1.5.2. Classification de *Vicia monardi*. Boiss & Reut. selon APG III (2009)

Règne : Plantae

Clade : Angiospermes

Clade : Dicotylédone vraies

Clade : Noyau des Dicotylédones vraies

Clade : Rosidées

Clade : Fabidées

Ordre : Fabales

Famille : *Fabaceae*

Sous- famille : *Papilionoideae*

Tribu : *Fabeae*

Genre : *Vicia*

Espèce : *monardi*



Figure 1 : *Vicia monardi* (Photo prise par prise par Zahia SEBKHI / INRAA)



Figure 2 : Présentation de la gousse (ouverte et fermée) et disposition des graines chez *Vicia monardi* (Photo prise par Zahia SEBKHI / INRAA).



Figure 3 : Fleurs et feuilles de *Vicia monardi*
(Anonyme, 2018)

1.5.3. Aire de répartition géographique de *Vicia monardi* (Algérie et Tunisie)

Selon Quézel et Santa (1962), *Vicia monardi* est rencontrée dans les broussailles et les pâturages. Elle est assez rare dans tout le Tell littoral. Elle est repérée également à El Ouarsenis (W. Tissemsilt).

Battandier et Trabut (1888-1890), la signalent dans les broussailles des environs d'Alger, la Kabylie, Chéelif, et l'Atlas.

Bonnet *et al* (1896), l'ont repérée au bord des champs, bois et broussailles de la région septentrionale-occidentale, à El-Feja (Bejaia), à Ain Drahem près du marabout de Sidi Abd Allah (Tunisie).

Les informations recueillies à partir de l'herbier de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie (ENSA / El Harrach), indiquent que l'espèce *Vicia monardi* a été signalée également dans d'autres régions de l'Algérie :

-Au maquis des pentes ouest de Bouzegza près de l'Arbatache (Boudouaou.W. Boumerdes) (Faurel, le 03/06/1934).

-Dans les broussailles près du sommet à la forêt de Bainem (Dubuis, le 19/03/1946).

-Dans la forêt d'Eucalyptus à Bouthelja W. El Tarf (le 01/06/1992).

CHAPITRE 2

**CYTOGENETIQUE, MODALITES ET ME-
CANISMES DE L'EVOLUTION**

2. CYTOGENETIQUE, MODALITES ET MECANISMES DE L'EVOLUTION

2.1. Notions sur la cytogénétique

La cytogénétique fait le lien entre la cytologie et la génétique. C'est d'abord une science d'investigation (Jahier *et al.*, 1992). Elle a pris une part active à la compréhension des mécanismes héréditaires et du monde végétale 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, polyploidie, allopolyploidie etc, la détermination et l'étude des caryotypes et enfin l'établissement de cartes génétiques. Il est connu, depuis le début de ce siècle, que chaque espèce végétale possède un jeu de chromosomes, défini par son effectif et certains paramètres morphologiques (taille, position des centromères, des constriction secondaires) (Bentama et Boursas, (2016)).

Par ailleurs, à partir des années 1930, la cytogénétique végétale a connu de prodigieux développements. C'est à cette époque qu'on a découvert les propriétés de la colchicine, agent permettant de doubler le stock chromosomique de cellules végétales. On a donc pu imaginer faire des super-plantes, en augmentant le nombre de chromosomes (plantes polyploïdes). On a aussi pu imaginer d'exploiter plus systématiquement les hybrides entre espèces (Henderson, 1995).

2.2. Caryotype

Un caryotype n'est autre qu'une photographie des chromosomes prise au moment où ils sont visibles (Caquet, 2010). Le premier niveau d'étude de la structure physique d'un génome est l'observation microscopique. Elle est réalisée à des stades du cycle cellulaire où les chromosomes sont bien individualisés et présentent la meilleure morphologie (plaque métaphasique des noyaux en mitose) ou décondensés (stades pachytènes et diplotènes de la première division méiotique). On peut alors dénombrer les chromosomes et observer leur morphologie (Morot-Gaudry et Briat, 2004).

Différents paramètres interviennent dans la description de la morphologie des chromosomes : la taille, la position du centromère, la présence de satellites et les constriction secondaires. D'autres caractères sont également utilisés pour l'étude des caryotypes ; la longueur totale des chromosomes, la longueur relative des chromosomes, l'asymétrie du ca-

ryotype mesurée par l'indice d'asymétrie (IAS %), le rapport de la plus longue paire de chromosomes sur la paire de chromosomes la plus courte.

Différentes méthodes ont été employées pour localiser le centromère, ce qui a engendré l'apparition de diverses nomenclatures de morphologie chromosomique, cependant la nomenclature du caryotype la plus consensuelle est celle de Levan *et al.* (1964) (Tableau 8).

Tableau 8 : Nomenclature chromosomique proposée par (Levan *et al.*, 1964)

Position du centromère	D (µm)	R	I.C	Type chromosomique
Position médiane	0.00	1.00	50.00	Métacentrique Stricto
Région médiane	0.00-2.50	1.0-1.70	50.00-37.50	Métacentrique sensu largo
Région sub-médiane	2.50-5.00	1.70-3.00	37.50-25.00	Submétacentrique
Région sub-terminale	5.00-7.50	3.00-7.00	25.00-12.50	Subtélcentrique
Région terminale	7.50-10.00	7.00-∞	12.5-0.00	Acrocentrique
Point terminale	10.00	∞	0.00	Télcentrique

$D = BL - BC$ (différence entre les longueurs des bras longs (BL) et des bras courts (BC)).

$R = BL / BC$ (rapport des longueurs des bras).

$I.C = BC / LT \times 100$ (indice centromérique). LT (Longueur total du chromosome).

2.2.1. L'asymétrie

Lewis (1931) est le premier à avoir utilisé la notion d'asymétrie dans la description du caryotype. Stebbins (1957) adopte et développe le même concept sur un grand nombre d'espèces. Il propose une classification des caryotypes suivant leur degré d'asymétrie en se basant surtout sur le rapport des longueurs (BL/BC). Un caryotype symétrique présente des chromosomes approximativement de la même taille et de type méta ou submétacentrique, ce qui lui donne un aspect homogène. Un caryotype asymétrique possède des chromosomes de tailles différentes et de type subtélcentrique, télcentrique ou acrocentrique (Siljak–Yakovlev, 1986).

2.2.2. Constriction secondaire

Les constriction secondaires sont des caractéristiques morphologiques constantes dans leurs positions et leur étendue. Elles sont utiles pour l'identification des chromosomes particuliers (marqueurs) dans une garniture (2n) (Winter, 2000).

2.2.3. Satellite

Le satellite du chromosome est un segment chromosomique séparé de la partie principale du chromosome par la constriction nucléolaire secondaire. L'ensemble du satellite et de la constriction nucléolaire secondaire est appelé la région satellite. L'existence de l'ADN satellifère est considérée comme marqueur génétique qui peut jouer un rôle dans l'appariement chromosomique au cours de la méiose et protéger les gènes terminaux contre les processus de gains et de pertes chromosomiques (Handerson et Kipling, 1995).

Jones (2012) a défini l'ADN satellifère comme étant un ADN répétitif accumulé par la transposition et la rétrotransposition de certains éléments ou par les erreurs parvenues au moment de la réplication.

2.2.4. Chromosomes B

Chez les végétaux ainsi que chez certains insectes, il existe des chromosomes qu'on désigne sous le terme de chromosomes surnuméraires, des chromosomes, qui semblent ne véhiculer aucune information génique fondamentale pour la cellule (Gorenflot et Raicu, 1980).

2.2.4.1. Historique

Ce type de chromosome (B) a été découvert par Stevens en 1908 qui observe dans les cellules d'un Coléoptère, la présence de chromosomes surnuméraires de petite taille. Longley (1927), observe ce même type de chromosome chez le maïs (*Zea mays*), et le sépare nettement de la garniture chromosomique habituelle. En 1928, ce fut Randolph, le premier qui a introduit le terme de chromosome B qui singularisait ainsi nettement ce modèle par rapport aux chromosomes normaux dits chromosomes A. Ce même auteur a remarqué également l'apparente absence de traduction phénotypique chez les plantes porteuses de chromosomes B (Theret *et al.*, 1985).

2.2.4.2. Caractéristiques des chromosomes B

Les chromosomes B sont de nature hétérochromatique et suivent leurs propres voies évolutives (Jones et Rees, 1982). Ils sont d'habitude plus petits que les chromosomes A. La position de leur centromère est souvent terminale. Ils ne présentent pas d'homologie avec les chromosomes A (Pas d'appariement à la méiose). Le nombre maximal de chromosomes B est variable chez les plantes, à titre d'exemple : *Centaurea scabiosa* : 22, *Secale cereale* : 12, *Zea mays* : 34, *Crepis capillaris* : 4. Le nombre des chromosomes B est variable à l'intérieur de l'espèce, parmi les populations, les individus d'une même population et parmi les cellules d'un même individu. Les chromosomes B sont rares parmi les espèces polyploïdes. L'autoduplication des chromosomes B est tardive (vers la fin de la période S du cycle mitotique) et prolongée. Souvent lors des mitoses, on peut remarquer que les chromosomes B dédoublés ne se séparent pas et migrent ensemble dans une des deux cellules filles (Gorenflot et Raicu, 1980).

Comme ils ne sont pas indispensables pour une croissance normale, ils ont été considérés comme non fonctionnels et sans gènes essentiels (Houben *et al.*, 2011).

Les chromosomes B peuvent avoir de l'ADN ribosomique, quelques organisateurs nucléolaires et certains ont une information génétique qui contrôle leur transmission (cas du Riz et Maïs) (Cohen *et al.*, 2008).

Les nombreux travaux réalisés sur ces chromosomes ont souvent montré l'existence d'une corrélation entre leur présence et la distribution écologique des populations. Ainsi, John et Hewitt (1970), ont établi que les populations de *Myrmeleotettix maculatus*, présentent plusieurs chromosomes B dans les régions sèches et chaudes, tandis que dans les climats plus humides et plus froids ces chromosomes ne sont présents qu'en nombre réduit, ou même absents. Ces auteurs concluent que les chromosomes B ont un rôle dans l'adaptation des organismes aux variations du milieu.

2.2.4.3. Origine des chromosomes B

Les variations structurales des chromosomes A, comme les translocations, les délétions et les inversions, peuvent être à l'origine des chromosomes surnuméraires, spécialement quand les régions hétérochromatiques sont affectées. L'autofécondation chez des plantes peut entraîner leur apparition (Gorenflot et Raicu, 1980).

Des analyses plus récentes leur suggèrent une origine extra-chromosomique (Jones *et al.*, 2008). Plusieurs travaux ont montré que les chromosomes B ont une vitesse d'apparition élevée et que leur nombre augmente d'une génération à l'autre comme chez certaines espèces animales et végétales et sont considérés comme des éléments parasites (Camacho, 2005). Cette propriété parasite assure leur survie et leur propagation dans les populations naturelles (Jones, 2012).

2.4. Modalités et mécanismes de l'évolution

2.4.1 Mutations

Le changement d'une seule base de l'ADN peut conduire à la synthèse de protéines modifiées. Ce phénomène est appelé mutation ponctuelle par opposition à la mutation d'un segment au cours de laquelle des fragments entiers d'ADN sont modifiés (Winter *et al.*, 2000). Les mutations chromosomiques correspondent à la perte ou à l'addition de fragments chromosomiques, à l'échange de fragments entre chromosomes non homologues (indépendamment de la méiose) et à la duplication ou à l'inversion d'un segment chromosomique. Nous comprenons pourquoi la présence d'un gène dans le génome ainsi que sa localisation précise sur un chromosome sont déterminantes. (Raven *et al.*, 2014).

Des études faites sur le Maïs ont permis de mettre en évidence des "gènes mobiles". Il s'agit de mutations liées à l'insertion de courtes séquences d'ADN mobiles en des sites variables du génome (Lüttge *et al.*, 1992).

Certains types de mutations du génome modifient le nombre de chromosomes. Il s'agit surtout de la polyploïdie. Si des parents diploïdes forment des gamètes sans qu'il ait de réduction chromosomique, on obtient par fusion des gamètes, des zygotes et des plantes tétraploïdes. De même on peut obtenir des plantes hexaploïdes et octoploïdes etc. De nombreuses plantes cultivées sont polyploïdes. Ces dernières sont souvent plus vigoureuses, plus résistantes et plus productives (Lüttge *et al.*, 1992).

Les mutations sont bénéfiques quand elles permettent à un organisme d'être mieux adapté à son milieu. Elles sont néfastes quand elles réduisent les chances de survie et dans ce cas elles ont peu de chances de se transmettre aux descendants. Elles peuvent aussi être neutre et ne produire aucun changement visible du phénotype (Dajoz, 2012).

2.4.2 Plasticité phénotypique et épigénétique

2.4.2.1. Plasticité phénotypique

Pour répondre aux modifications du milieu, le phénotype d'une espèce doit pouvoir varier. Cette variabilité peut être due soit au polymorphisme génétique de la population, soit à la capacité d'un génotype à produire différents phénotypes. On parle de plasticité phénotypique quand un même génotype peut produire, par des processus intervenant au cours du développement, différents phénotypes en fonction des caractéristiques de l'environnement (Tirad *et al.*, 2016).

Généralement, la plasticité phénotypique est plus importante chez les végétaux que chez les animaux. La raison est que les organismes immobiles doivent s'adapter à leurs milieux ou disparaître, tandis que les animaux peuvent en général quitter un environnement défavorable (Dajoz, 2012).

Parmi les végétaux, la sagittaire *Sagittaria sagittifolia* est une monocotylédone amphibie qui produit des feuilles soit en forme de fer de lance dans l'air, soit en forme de ruban dans l'eau. Cet exemple montre que les changements induits par le milieu n'ont pas toujours une valeur adaptative. La composition chimique du sol agit sur la couleur des fleurs du mouron *Anagallis arvensis*. Les fleurs rouges sur un sol acide et les fleurs bleues sur un sol basique. Les changements du phénotype peuvent devenir héréditaires si leur valeur sélective est accrue par rapport à celle du phénotype non modifié. (Valeur sélective = Survie x Fécondité) (Tirad *et al.*, 2016).

2.4.2.2. Epigénétique

Le terme épigénétique (épi-génétique, c'est-à-dire au-delà de la génétique) a été défini en 1942 par le biologiste Cornard H. Waddington. Ce terme a reçu des acceptions variées. Il désigne actuellement l'étude des modifications héréditaires qui, à l'échelle moléculaire, règle l'expression des gènes sans modifier la structure de l'ADN. Ces modifications interviennent lors de l'embryogenèse, et durant la vie des adultes. Elles sont partiellement transmissibles durant quelques générations et elles sont aussi réversibles (Dajoz, 2012).

Il existe deux systèmes principaux à l'origine des modifications épigénétiques : la méthylation de l'ADN, par une 5-méthylation des C (Cytocines) et le remodelage de la structure de la chromatine, par des modifications post-traductionnelles des histones, associées aux gènes actifs et réprimés, par acétylation, hypoaétylation, méthylation, ubiquitinylation de Lysine, phosphorylation de Sérine/Thréonine et méthylation d'Arginine (Lodish *et al.*, 2014).

Le gène FWA code un facteur transcriptionnel à homéodomaine impliqué dans la régulation du moment de floraison en réponse à la température, afin que les plantes ne fleurissent pas avant les jours chauds du printemps. Chez la plante de type sauvage

A. thaliana, le gène FWA est réprimé grâce à une méthylation de CHH (H : signifie une autre base nucléique) au niveau de sa région promotrice. En cas de défaut de méthylation du promoteur de FWA, on voit apparaître un phénotype facilement reconnaissable de floraison tardive (Bossdorf *et al.*, 2008 *In* Dajoz, 2012).

Le rôle évolutif de ces phénomènes demeure délicat à évaluer. Ce qui différencie fondamentalement l'épigénétique des processus génétiques classique c'est que, dans certains cas, apparemment peu nombreux, les changements environnementaux induisent des modifications épigénétiques qui sont héréditaires. Ainsi la méthylation expérimentale de l'ADN du lin affecte le phénotype des plantes de la descendance durant au moins quatre générations (Fieldes et Amyot, 1999).

La transmission intergénérationnelle de modifications épigénétiques a d'abord été mise en évidence chez une plante, la linaria *Linaria vulgaris*, chez laquelle une modification épigénétique héritable contrôle la symétrie de la fleur. Les avancées de la connaissance dans le domaine de l'épigénétique pourrait fortement changer notre vision de certains processus évolutifs (Tirad *et al.*, 2016).

CHAPITRE 3

MATERIEL ET METHODES

3. MATERIEL ET METHODES

3.1. Matériel végétal

Dans le cadre de l'évaluation et de la valorisation des ressources phylogénétiques d'intérêt fourrager et pastoral en Algérie, des prospections ont été réalisées par l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA), en 2016, à travers le Nord-Est du pays. Quatre (4) populations spontanées de *Vicia monardi* : (40/16, 48/16, 51/16 et 66/16) ont été ainsi collectées dans deux régions différentes (Béjaïa et Bouira) (Figure 4 et tableau 9). Nous avons également tenu compte de deux (2) facteurs écologiques du milieu d'origine des populations, à savoir, l'altitude et la pluviométrie (ANRH, 1993). Le travail s'inscrit dans le cadre d'un projet de recherche de l'INRAA. L'expérimentation a été réalisée au laboratoire des ressources phylogénétiques de la station de Mehdi Boualem (INRAA / Baraki / Alger).

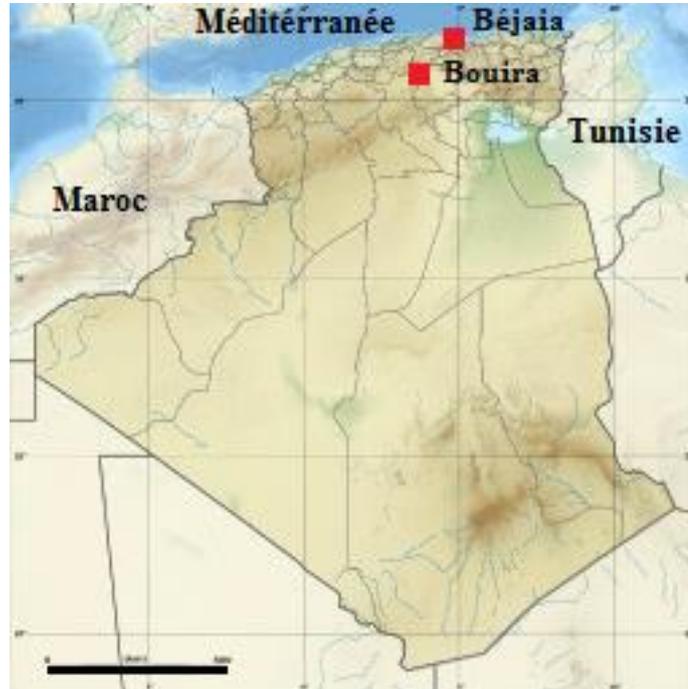


Figure 4 : Localisation de quelques populations algérienne de *Vicia monardi* dans le Nord-Est de l'Algérie. Echelle : 500 Km

Tableau 9 : Provenances de quelques populations algériennes de *Vicia monardi*.

Numéro population	Provenance	Altitude (m)	Pluviométrie (mm)
40/16	Bouira	800	500
48/16	Bejaia	560	700
51/16	Bejaia	595	700
66/16	Bouira	730	500

3.2. Méthodes

Notre travail, consiste en l'analyse des dénombrements chromosomiques à travers les mitoses. Ce premier niveau d'analyse permet une reconnaissance globale d'un caryotype pour une espèce ou une population donnée.

Différentes techniques sont décrites pour l'étude des chromosomes, elles mettent en jeu l'application d'agents chimiques pour le prétraitement, la fixation et la coloration des cellules en divisions. Ces méthodes sont largement décrites par Jahier *et al.* (1992).

Dans notre cas nous avons utilisé la technique de Dyer (1963) pour le dénombrement chromosomique des populations Algériennes de *Vicia monardi*.

L'emploi d'une technique adéquate doit permettre l'obtention de plaques métaphasiques avec une bonne séparation des chromosomes, ce qui nous a poussés à réaliser des combinaisons entre l'heure du prélèvement des apex racinaires et la durée du prétraitement

3.1. Technique de Dyer (1963)

3.1.1. Scarification

En premier lieu, les graines ont été scarifiées, en les frottant délicatement sur toutes leurs surfaces avec du papier verre afin de lever la dormance tégumentaire. Chez les légumineuses, cette phase est nécessaire.

3.1.2. Germination des graines

Les graines ont été disposées à germer dans des boîtes de pétri sur double couche de papier absorbant imbibé d'eau, à température ambiante avec en moyenne 5 à 6 graines par boîte. L'humidification des graines est indispensable, chaque jour, pour une bonne germination des graines (Figure 5).



Figure 5 : Les graines de différentes populations de *Vicia monardi* disposées dans des boîtes à pétri pour germination.

3.1.3. Prélèvement

Après germination, plusieurs prélèvements des apex racinaires ont été réalisés, le matin et sur différents intervalles horaires : de 6h00 mn jusqu'à 10h00 mn. D'après nos observations, il a été déduit qu'il existe une période qui semble être la plus favorable pour l'obtention d'un maximum de mitoses chez l'espèce *Vicia monardi*. Ce sont les prélèvements effectués à 08h00 mn du matin qui nous ont permis d'observer d'importantes mitoses. La longueur propice atteinte par les apex racinaires est d'environ 1 cm au maximum.

3.1.4. Fixation

Les fixateurs utilisés sont très nombreux. Dans notre cas, les apex racinaires prélevés ont été placés, pendant 24 h au moins, dans "fluide II" proposé par (Carnoy, 1886 *In Jahier et al.*, 1992). Il est composé de 06 volumes d'alcool absolu, 03 volumes de Chloroforme et 01 volume d'acide acétique.

Le fixateur détruit toute vie cellulaire. Il doit avoir une action rapide pour bloquer toute évolution des divisions cellulaires et permettre de conserver l'intégrité structurale des chromosomes (Jahier *et al.*, 1992).

Le fixateur utilisé peut jouer un double rôle à savoir la fixation et le stockage. Les Apex prélevés peuvent être stockés au réfrigérateur avant l'hydrolyse, de un à deux mois. Néanmoins, au bout de 24 heures, il est possible de passer à l'hydrolyse puis à la coloration de Dyer (1963).

3.1.5. Hydrolyse

Après fixation, les racines ont été trempées dans de l'HCl (1N), puis chauffées jusqu'à émission des premières vapeurs. L'HCl (1N) est composé de 8.3 ml d'HCL complétés à 100 ml avec de l'eau distillée.

Cette étape est généralement nécessaire pour obtenir ultérieurement un bon étalement des cellules et chromosomes entre lame et lamelle. L'agent le plus fréquemment employé pour l'éclaircissement des tissus est l'acide chlorhydrique, son action peut être associée à celle d'enzymes. L'hydrolyse dissout les sels pectiques de la lamelle moyenne et permet

l'éclaircissement du cytoplasme, en outre, l'acide chlorhydrique libère les groupements aldéhydiques sur les molécules de sucre de l'ADN par destruction des liaisons entre les bases puriques et le désoxyribose (Jahier *et al.*, 1992).

Remarque : Additivement au protocole de Dyer (1963), un prétraitement a été réalisé juste après le prélèvement des apex racinaires, celui-ci se fait par trempage des tissus en division dans un agent mitoclasique qui a pour effets principaux de bloquer les divisions mitotiques au stade métaphase et contracter les chromosomes (Jahier *et al.*, 1992).

Les agents utilisés sont : la colchicine, l' α -bromonaphtalène, la 8-hydroxyquinoléine et l'eau froide (0 - 2°C). L' α -bromonaphtalène est le plus utilisé en raison de sa facilité d'emploi et de son coût (Jahier *et al.*, 1992).

Dans notre cas, l'agent utilisé est l' α -bromonaphtalène (Dilution de 1 ml d' α -bromonaphtalène complété à 100 ml à l'aide d'eau distillée). Les apex racinaires sont trempés pendant différents intervalles de temps : 01h 45 mn, 02 h00mn, 02h15mn, 02h30 mn, 02h45 mn, 03h00, dans la solution diluée de l' α -bromonaphtalène. La meilleure durée du prétraitement aboutissant à de belles plaques métaphasiques et de chromosomes bien séparés, correspond à deux heures de temps.

3.1.6. Coloration de Dyer (1963)

3.1.6.1. Préparation de la solution mère

La solution mère consiste à mélanger 2g d'Orcéine dans 100 ml d'acide lactique et 50 ml d'acide propionique. Par la suite cette solution est filtrée et conservée à l'abri de la lumière.

3.1.6.2. Dilution de la solution mère

Au moment de l'emploi, la solution mère est diluée comme suit :

-45% de la solution mère.

-55% d'eau.

-1/20 en volume d'HCl.

3.1.6.3. Coloration

Les apex racinaires sont déposés dans des coupelles (verre à montre) contenant la solution diluée. Les coupelles sont ensuite recouvertes pour protéger les échantillons (Figure 6).



Figure 6 : Coloration des apex racinaires, mis dans des coupelles chez, quelques populations algériennes de *Vicia monardi*.

3.1.7. Ecrasement

Après la coloration et avant de passer à l'observation au microscope, une pointe racinaire est prélevée, déposée sur une lame et écrasée délicatement avec la lamelle dans la solution lacto-propionique (sans orcéine) pour assurer la dissociation des cellules (Dyer, 1963).

Dans notre cas les meilleurs résultats ont été observés au bout de 24 heures de coloration à froid dans la solution mère d'orcéine lacto-propionique sans chauffer. L'écrasement des pointes racinaires a été effectué dans une goutte de solution à l'orcéine lacto-propionique (Figure 7).

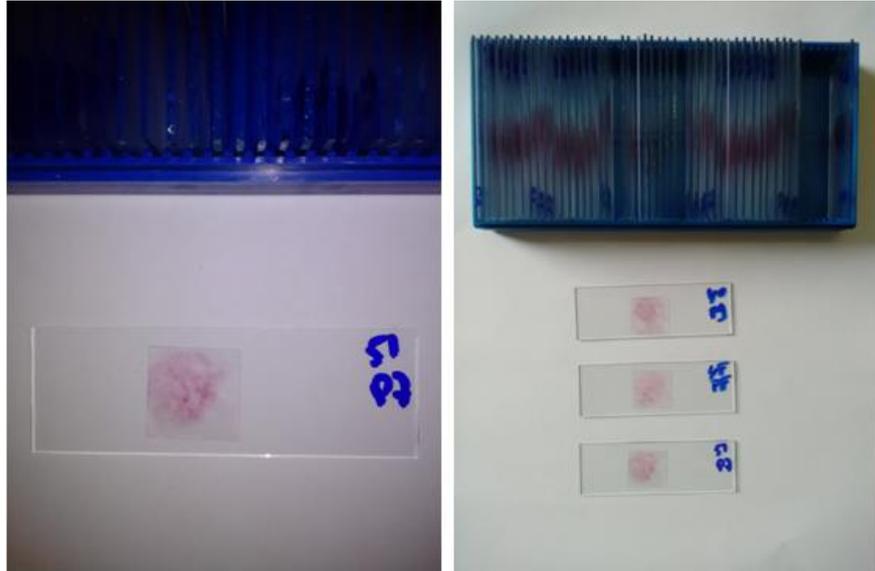


Figure 7 : Lames avec apex racinaires écrasés chez quelques populations algériennes de *Vicia monardi*.

3.1.8. Observations microscopiques et photographies

L'observation des chromosomes a été effectuée à l'aide d'un microscope optique.

Une bonne préparation est repérée à l'aide d'un objectif de faible grossissement (x10).

Les cellules au stade métaphasique sont repérées au grossissement moyen (x40) et le dénombrement chromosomique s'effectue à fort grossissement (x100) avec l'huile à immersion pour une meilleure observation de plaques métaphasiques et un bon dénombrement chromosomique.

Les belles lames sont sélectionnées et scellées avec du vernis transparent afin de les prendre en photo.

Au moins 05 plaques métaphasiques sont sélectionnées pour chacune des quatre populations étudiées.

Les divisions mitotiques sont observées à l'aide d'un microscope Primo Star. Zeiss muni d'une caméra CANON reliée à un micro-ordinateur. Les photos sont analysées grâce à un logiciel AxioVision (1999-2009).

CHAPITRE 4

RESULTATS ET DISCUSSION

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

4.1. Germination des graines

Les graines ont un taux de germination de 100%, la durée de germination varie entre quatre (04) et neuf (9) jours. Les graines de la population 51/16 sont les premières à germer, suivi de la population 40/16, 48/16 et enfin 66/16.

Les graines de l'espèce *Vicia monardi* présentent une inhibition tégumentaire c'est pour cette raison qu'ils ont besoin d'une scarification.

Chez les légumineuses, cette phase est nécessaire pour faciliter la germination des graines. Lorsque un lot de semence, présente un pouvoir germinatif très faible ou vitesse très lente, on le dit dormant ou inapte, cette inaptitude peut avoir deux origines : elle réside soit de l'embryon, soit dans les enveloppes séminales, on parle dans ce cas là d'inhibition tégumentaire. L'origine de cette dernière inhibition peut se résumer soit par l'imperméabilité des téguments à l'eau, l'imperméabilité des téguments à l'oxygène, la présence d'inhibiteurs (substances chimiques dans les téguments qui s'opposent à la germination), enfin à la photosensibilité, en effet certaines graines exigent de la lumière pour germer, d'autres l'obscurité et d'autres sont indifférentes comme c'est le cas des légumineuses et les espèces les plus cultivées (Lafon *et al.*, 1990).

4.2. Dénombrements chromosomiques

Les observations microscopiques des plaques métaphasiques correspondant à *Vicia monardi* ont permis de constater que les chromosomes sont nettement mieux séparés lorsque nous utilisons un prétraitement. La technique de Dyer (1963), a également donné des résultats satisfaisants chez les genres : *Medicago* (Abdelguerfi, 1978 *In* Abdelguerfi, 2001), *Hydysarum* (Abdelguerfi-Berrekia, 1985 *In* Abdelguerfi, 2001) et *Trifolium* (Issolah, 1997 *In* Abdelguerfi, 2001 ; Issolah et Abdelguerfi, 1999 ; Issolah et Abdelguerfi, 2001 ; Issolah et Abdelguerfi, 2002 *In* Abdelguerfi, 2001 ; Issolah, 2007). Chez *Hedysarum coronarium*, des résultats intéressants ont été obtenus avec et sans prétraitement (Issolah, 2007).

Les observations ont montré que plusieurs cellules présentent un noyau en interphase ou prophase, quelques cellules seulement sont en anaphase ou télophase (Figure 8).

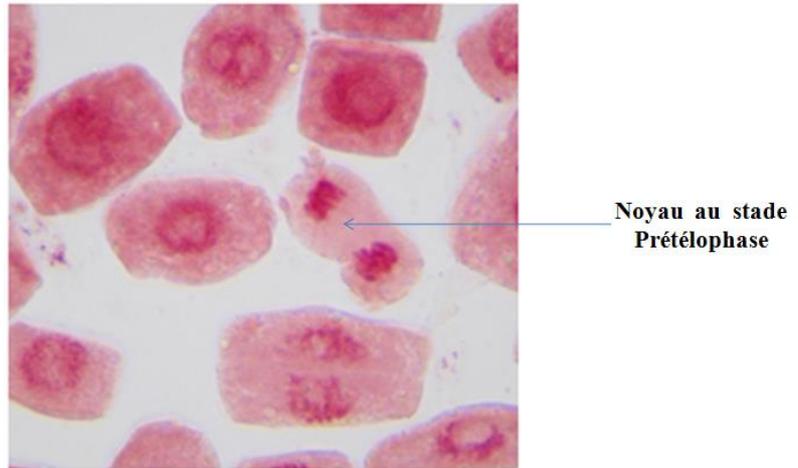


Figure 8 : Cellule présentant un noyau au stade prétélophase (Gx40) chez *Vicia monardi*.

Les belles plaques métaphasiques sont difficiles à repérer malgré le très grand nombre d'observations effectuées. En effet, durant notre étude, parmi les 280 lames préparées, 130 lames métaphasiques ont été exploitées. Comme cela a été signalé chez certaines légumineuses, le comptage des chromosomes chez les populations Algériennes de *Vicia monardi* est assez complexe. Il a été effectué au niveau de chacune des quatre (04) populations étudiées et les fréquences (pourcentages) des nombres chromosomiques ont ainsi été analysée (Tableau 10).

Tableau 10 : Fréquences des nombres chromosomiques enregistrées chez les quatre populations algériennes de *Vicia monardi*.

La présente étude caryologique semble être la première réalisée sur des populations algé

N° Population	Provenance Altitude (m) Pluviométrie (mm)	Nombres chromosomiques (2n)	Nombre de répétitions	Pourcentage de répétitions (Fréquences des nombres chromosomiques)*
40/16	Bouira	12	21	18,26%
	800 m	14	49	42,61%
	500 mm	16	45	39,13%
48/16	Béjaia	12	15	20%
	560 m	14	42	56%
	700 mm	16	18	24%
51/16	Béjaia	12	31	27,19%
	595 m	14	55	48,25%
	700 mm	16	28	24,56%
66/16	Bouira	12	15	22,72%
	730 m	14	29	43,93%
	500 mm	16	22	33,33%

* Pourcentage calculé sur la base du nombre total de répétition pour chaque population considérée.

La présente étude caryologique semble être la première réalisée sur des populations algériennes de l'espèce *Vicia monardi*. Les résultats obtenus nous mènent à attribuer à cette espèce, des nombres chromosomiques variables : $2n=2x=12$, $2n=2x=14$ et $2n=2x=16$. Signalons que nos analyses ont permis de constater également que le nombre $2n=14$ est le plus fréquent chez les populations algériennes de *Vicia monardi* (Figures 9, 10, 11, 12). Selon Kumar (1960), Moore (1973), Bolkhoskikh *et al.* (1974) ainsi que Jauzein (2011), les nombres chromosomiques de plusieurs espèces du genre *Vicia* ont été rapportés, néanmoins le nombre chromosomique de *Vicia monardi* n'a pas été mentionné. Nous avons relevé également que le nombre fréquemment représenté par les différentes espèces du genre *Vicia*, citées par ces mêmes auteurs, est $2n=14$, suivi de $2n=12$, 10, 28, 24, 16, 18 et 36 respectivement (Tableau 7).

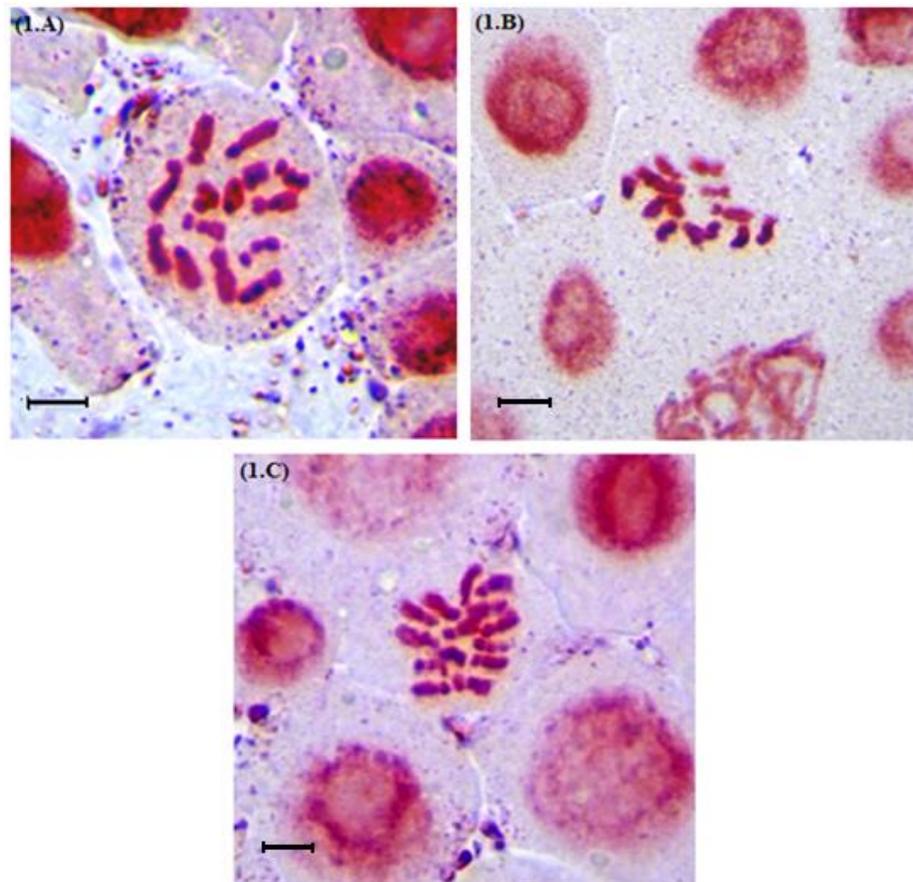


Figure 9 : Comptages chromosomiques de différents individus ((1.A), (1.B), (1.C)) de la population algérienne 40/16, chez *Vicia monardi*, à $2n=14$. Echelle : 6,03 μm

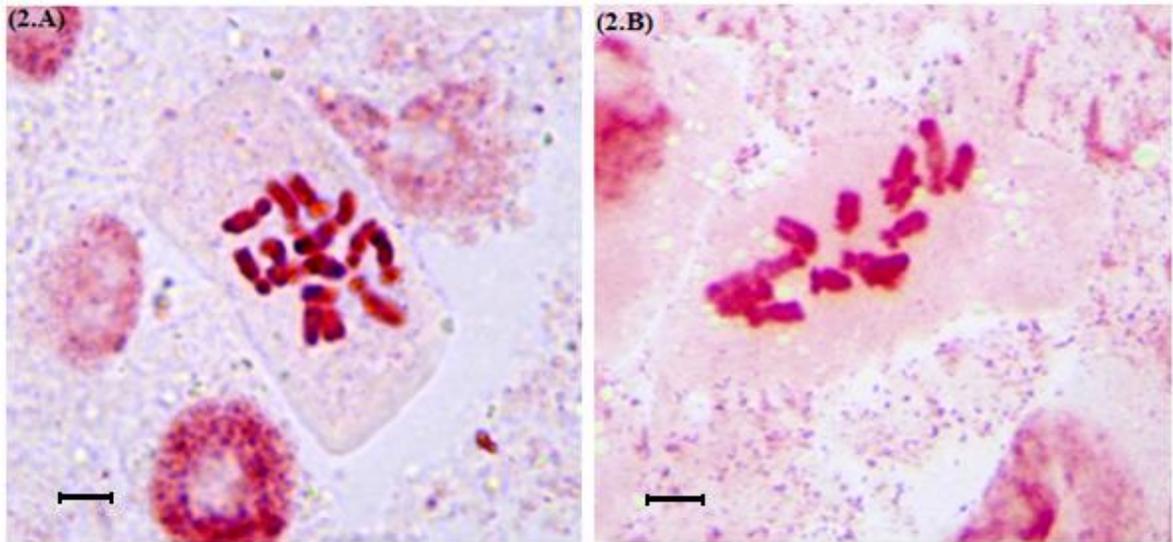


Figure 10 : Comptages chromosomiques de différents individus ((2.A), (2.B)) de la population algérienne 48/16, chez *Vicia monardi*, à $2n=14$. Echelle : 6,03 μm

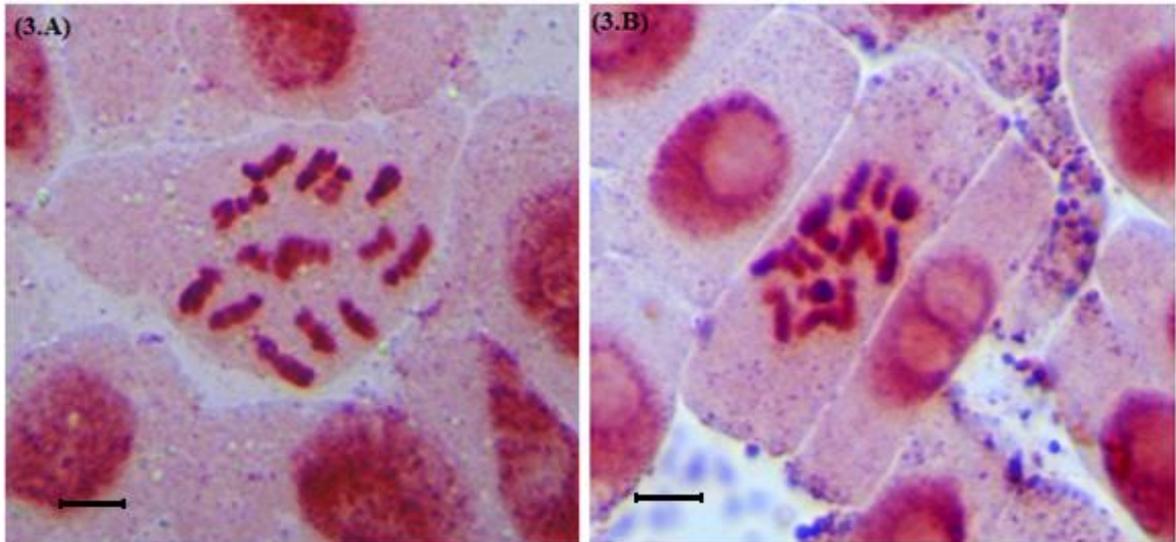


Figure 11 : Comptages chromosomiques de différents individus ((3.A), (3.B)) de la population algérienne 51/16, chez *Vicia monardi*, à $2n=14$. Echelle : 6,03 μm

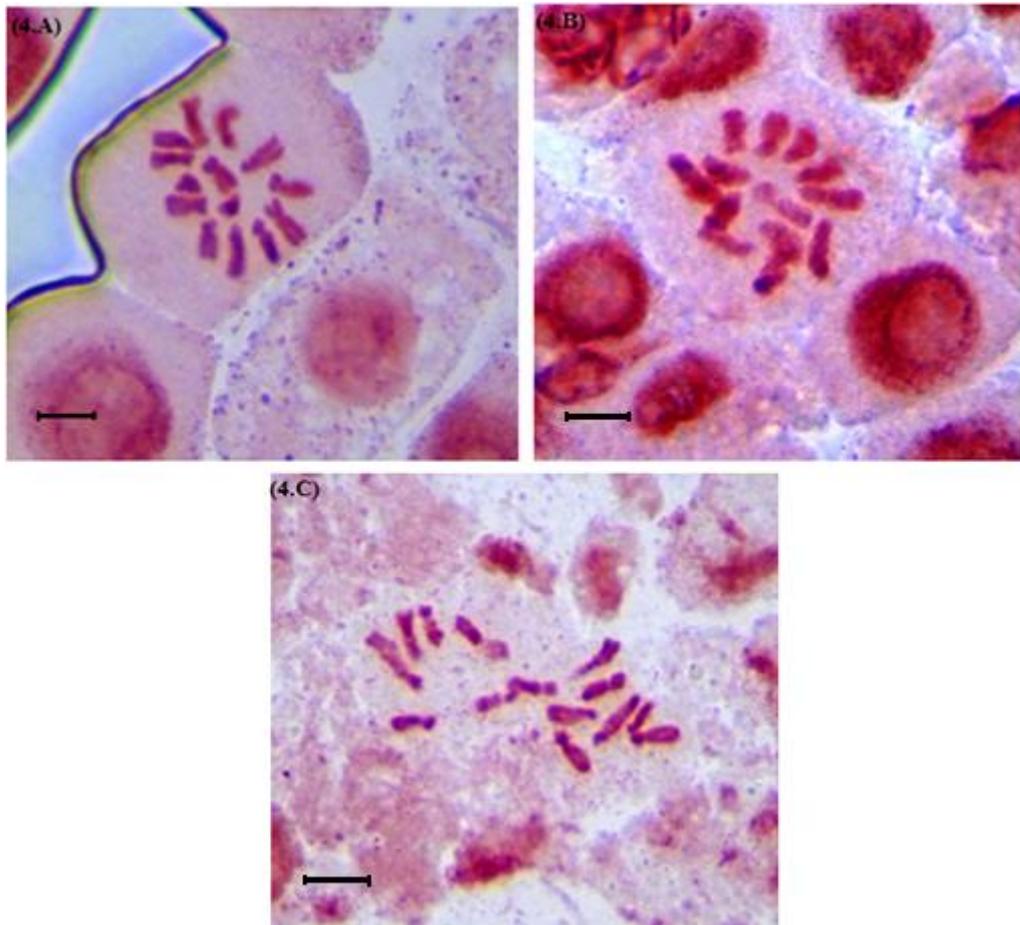


Figure 12 : Comptages chromosomiques de différents individus ((4.A), (4.B), (4.C)) de la population algérienne 66/16, chez *Vicia monardi*, à $2n=14$. Echelle : 6,03 μm.

L'analyse des fréquences des nombres chromosomiques enregistrées (Tableau 10), nous révèle qu'à l'exception du nombre $2n=14$, trois populations : 40/16, 48/16 et 66/16 présentent plus fréquemment le nombre $2n=16$ par rapport au nombre $2n=12$ (Figures 13 et 14).

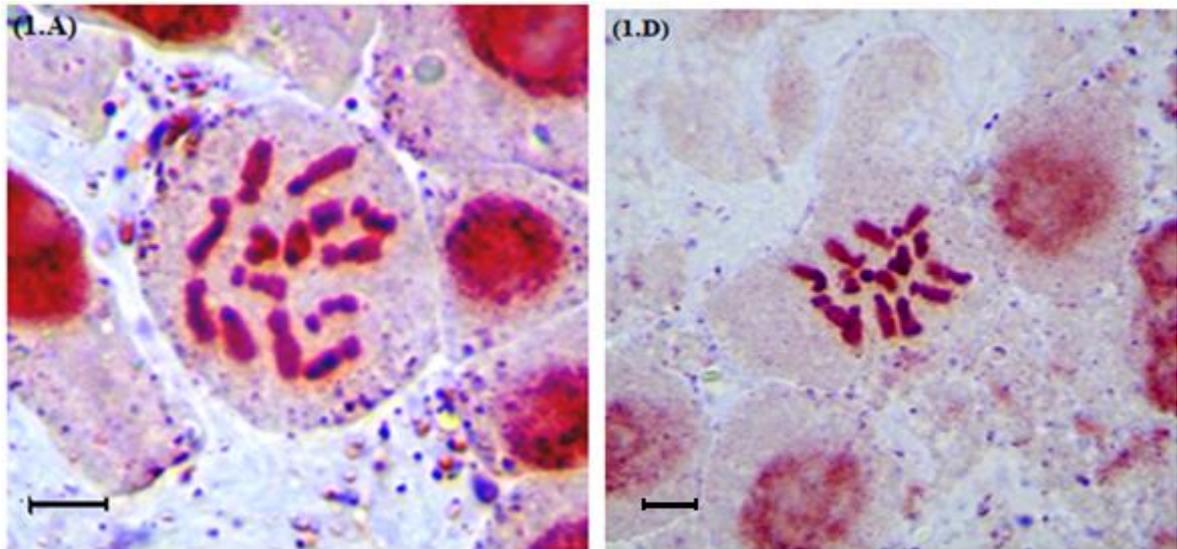


Figure 13: Variation du nombre chromosomique chez la population algérienne 40/16 de l'espèce *Vicia monardi*. (1.A), $2n=14$; (1.D), $2n=16$. Echelle : $6,03 \mu\text{m}$.

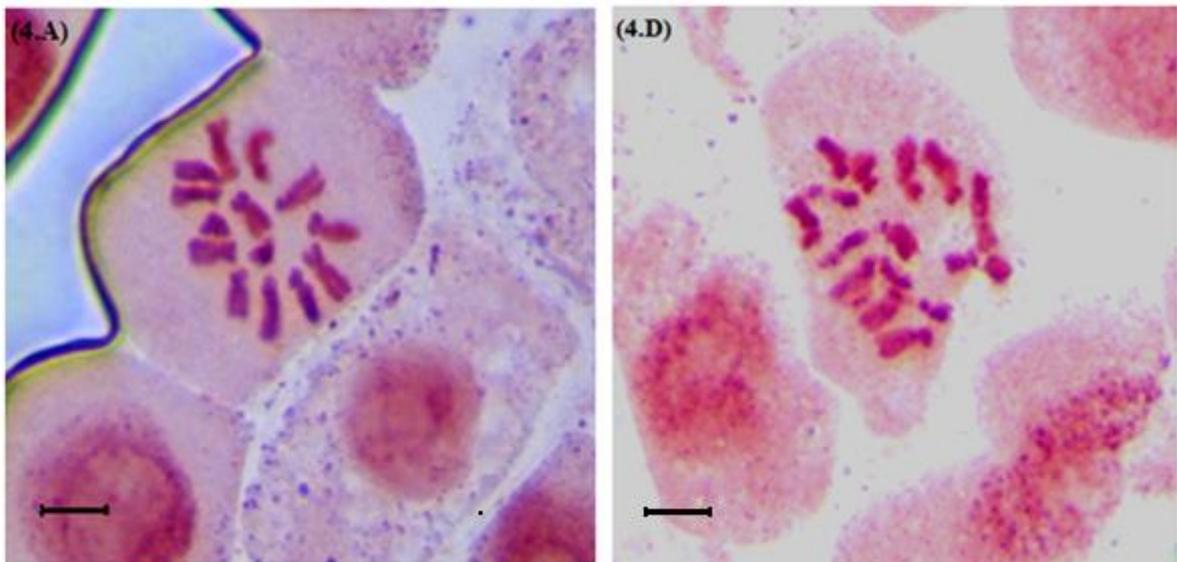


Figure 14 : Variation du nombre chromosomique chez la population algérienne 66/16 de l'espèce *Vicia monardi*. (4.A), $2n=14$; (4.D), $2n=16$. Echelle : $6,03 \mu\text{m}$.

Notons également que le nombre chromosomique $2n = 14$ a été rencontré plus fréquemment chez les populations originaires des régions d'altitude relativement faible et de pluviométrie relativement élevée (Béjaia) par rapport à celles des régions d'altitude relativement élevée et de pluviométrie relativement faible (Bouira).

De ce fait nous constatons que la variabilité du nombre chromosomique intra et inter populations existante au sein de l'espèce *Vicia monardi*, serait liée aux facteurs écologiques du milieu d'origine des populations algériennes considérées.

Les études cytogénétiques menées sur l'espèce *Vicia monardi*, semblent absentes pour pouvoir faire une étude comparative au sein de la même espèce en Algérie et dans le monde, toutefois des études caryologiques menées sur le genre *Vicia* L. ont fait l'objet de nombreux travaux (Heitz (1931), Hirayoshi (1952), Mc Leash (1953), Kumar (1960), Moor (1973), Bolkhoskikh *et al.* (1974) et Jauzein (2001)) ont tous révélés une variabilité chromosomique intra et inter spécifique chez différentes espèces de ce genre.

Au sein de la même famille (*Fabaceae*), plus précisément chez le genre *Hedysarum*, la détermination du nombre chromosomique a été réalisée pour la première fois en Algérie par Abdelguerfi-Berrekia (1986) et Abdelguerfi-Berrekia (1988), sur huit (08) espèces : *Hedysarum aculeolatum*, *H. carnosum*, *H. coronarium*, *H. flexuosum*, *H. glomeratum*, *H. naudinianum*, *H. spinosissimum* et *H. pallidum*, montrant que toutes sont caractérisées par un nombre stable, soit $2n=16$ à l'exception de *H. pallidum* qui présente, au sein de la même population $2n=16$ et $2n=14$. Pour sa part, Boussa (1992 In Issolah, 2007) révèle une variabilité intraspécifique et interspécifique chez l'espèce *H. perrauderianum* qui présente d'autres nombres chromosomiques, $2n=18$ et $2n=32$.

Chez *H. coronarium*, Issolah *et al.* (2006), et Issolah (2007), démontrent une diversité chromosomique au sein d'une même population ($2n=16$ et $2n=18$), révélant ainsi une variabilité inter et intrapopulation.

Chez le genre *Trifolium* (*Fabaceae*), Issolah (1997) a réalisé une étude caryologique sur 24 populations algériennes spontanées de dix espèces de trèfle, les nombres chromosomiques trouvés confirment ceux déjà signalés par d'autres auteurs à l'exception de l'espèce *Trifolium scabrum* qui montre une variation intraspécifique avec $2n=10$, confirmé par plusieurs auteurs et un nombre nouvellement observé, $2n=12$ (Issolah et Abdekguerfi, 1999).

Selon Issolah (2007), les facteurs écologiques du milieu d'origine auraient un effet sur la variabilité du nombre chromosomique des populations algériennes de certaines espèces au sein de la famille des *Fabaceae*.

Par ailleurs en Algérie, peu de travaux de recherche ont été menés sur les vesces, en particulier les effets du froid tardif assez fréquent sur les zones d'altitude, coïncidant de plus avec la période de floraison, et les hautes températures en fin de cycle. C'est ainsi que la sélection des vesces pour ces zones devait prendre en considération la présence simultanée de ces deux types de risques climatiques : les basses températures tardives combinées au stress hydrique et les hautes températures de fin de cycle (Annichiarico *et al.*, 2006 In Mebarkia, 2011).

Dans la nature l'action des facteurs écologiques n'est pas négligeable. En effet les conditions écologiques ont des conséquences d'ordres visibles sur la physiologie des espèces (Hughes, 2000 ; McCarty, 2001 In Selami, 2004) : La physiologie implique les processus métaboliques liés au développement des espèces. Chez les végétaux, l'augmentation des températures agit sur l'activité photosynthétique et donc sur la croissance et la productivité (Némani *et al.*, 2003 In Selami, 2004).

Une variation des conditions du milieu peut être suivie très rapidement (en quelques générations) d'une variation importante de structure génotypique ; cette variation est évidemment adaptative, en ce sens que le fait d'une augmentation des fréquences des génotypes les mieux adaptés aux nouvelles conditions de milieu ; on peut dire qu'une population adapte constamment sa structure génotypique au milieu dans lequel elle vit (Raven *et al.*, 2014).

Signalons également que l'écosystème de montagne apporte un environnement idéal pour étudier des changements de distribution de la végétation en lien avec le réchauffement climatique. Les conditions climatiques en montagne changent très vite et il est possible de traverser un gradient climatique quasi complet sur des distances très courtes, à l'image d'une traversée latitudinale complète de la ceinture tempérée. La modification du paramètre thermique en montagne est responsable d'un constat ancien et central en biogéographie : il s'agit du principe d'étagement de la végétation en altitude et son influence sur la

variabilité du nombre chromosomique. La zonation des formations végétales le long du gradient d'altitude dans les régions de montagnes a permis à de nombreux biogéographes de comprendre les relations qui existent entre le climat et la distribution des espèces (Smith et Smith, 2003 *In* Lenoir, 2009).

L'adaptation génétique est liée à la variabilité génétique des populations d'une même espèce. Du fait de la rapidité à laquelle les changements climatiques se sont opérés au cours des dernières décennies. Il est peu probable que les espèces végétales disposent de suffisamment de temps pour s'adapter génétiquement (Etterson et Shaw, 2001 *In* Lenoir, 2009), étant donné l'échelle de temps à laquelle de telles modifications s'opèrent dans le patrimoine génétiques des individus.

Certaines espèces ne pourront être en mesure de s'adapter aussi rapidement que le climat se réchauffe (Davis *et al.*, 2005 *In* Lenoir, 2009), exception faite des espèces capables de se reproduire très rapidement et dont la durée de vie d'une génération est suffisamment courte (Skelly *et al.*, 2007 *In* Lenoir, 2009).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

CONCLUSION

En Algérie, malgré leur diversité, les légumineuses fourragères ont été peu utilisées dans la production fourragère et elles n'ont pratiquement pas bénéficié de programme d'amélioration des plantes (Sebkhi, 2013).

La présente étude est une première évaluation caryologique basée sur l'analyse de la variation du nombre chromosomique au sein de quatre (04) populations algériennes de *Vicia monardi* Boiss. et Reut. et les relations probables avec les facteurs écologiques du milieu d'origine (Altitude, pluviométrie) de chacune des populations considérées.

Les résultats originaux obtenus à travers les observations chromosomiques effectuées en mitose, montrent que les quatre (4) populations de *Vicia monardi* sont diploïdes avec des nombres chromosomiques variables : $2n=12$, $2n=14$ et $2n=16$, à l'intérieur de l'espèce, le nombre $2n=14$ étant le plus fréquemment rencontré, suivi du nombre $2n=16$, puis du nombre $2n=12$, respectivement.

A l'issue de ce travail des observations importantes ont été également observées : Le nombre chromosomique $2n=14$ a été rencontré plus fréquemment chez les populations originaires de Béjaïa (560-595 m) d'altitude et de 700 mm de pluviométrie, par rapport aux populations issues des régions de Bouira (730-800 m) d'altitude et de 800 mm de pluviométrie.

L'altitude et la pluviométrie constitueraient des facteurs écologiques importants révélant une variabilité intraspécifique, intra et interpopulations.

L'espèce *Vicia monardi* semble constituer un réservoir de diversité génétique, ce qui laisse entrevoir des possibilités d'adaptation aux différents habitats naturels.

Les résultats de la présente étude ne constituent qu'un travail préliminaire incitant d'autres études plus approfondies et complémentaires afin de confirmer les résultats observés.

PERSPECTIVES

En perspectives, il serait judicieux de pousser l'étude à travers l'analyse des dénombrements chromosomiques sur les cellules sexuelles des boutons floraux (méioses) afin de confirmer le nombre chromosomique de l'espèce *Vicia monard*. Ceci permettra de confirmer ou d'infirmer si les chromosomes observés chez les différentes populations de *Vicia monardi* sont de type A ou B (Appariement ou non à la méiose).

La poursuite des prospections des populations spontanées, provenant de différentes régions du pays permettrait après évaluation, la sélection d'individus à hautes performances agronomiques.

Des études complémentaires englobant diverses populations de la région méditerranéenne permettront une meilleure analyse du mécanisme de l'évolution de l'espèce *Vicia monardi* au sein de son habitat naturel.

Enfin, l'étude de la variabilité morphologique et phénologique, permettraient de mieux comprendre la variation chromosomique observée et l'influence de celle-ci sur le comportement des différentes populations de l'espèce *Vicia monardi*.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdelguerfi, A., "Les ressources phylogénétiques d'intérêt fourrager", Ann, INA El Harrach, Vol. 12 (1), T.1, (1988), p.95.
- Abdelguerfi, A., "Ressource génétiques à intérêt Pastoral et fourrager, distribution et variabilité chez les légumineuses spontanées, (Medicago, Trifolium, Scorpiurus, Hedysarum, Onobrychis) en Algérie". Thèse de doctorat d'état, INA El Harrach, (2001), 283-466.
- Abdelguerfi, A. et Abdelguerfi-Laouar, M., "Les ressources génétiques d'intérêt fourrager et-ou pastoral", Diversité, Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens, CIHEAM ; n°62, (2004), 29-41.
- Abdelguerfi, A. et Laouar, M., "Espèces fourragères et pastorales, leur utilisations au Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie)", FAO. Regional office for The Near East, (2002), 137p.
- Allkin, R., Macforlane, T.D., White, R.J. et Bisky, F.A., "The geographical distribution of *Vicia*", Viceae database project N°5, (1983), ISSN :0263-8517.
- ANRH (1993) Carte pluviométrique de l'Algérie du nord. Moyennes annuelles ramenées à la période 1922/1960 – 1969/1989. Echelle 1/500 000. Cartes dressées par l'ANRH avec la collaboration scientifique de Jean – Pierre Laborde (URA 1476 du CNRS).
- Anonyme (2018) : www.florealpes.com. Site consulté le premier semestre 2018.
- AxioVision (1999-2009). Par Carl Zeiss. Release 4.8.1. Primo Star.
- Battandier, J.A et. Trabut, L.C., "Flore de l'Algérie [...] Dicotylédones", Librairie F Savy, Paris, (1888-1890), 267-273.
- Baudoin, J.P., "Contribution des ressources phylogénétiques à la sélection variétale de légumineuses alimentaires tropicales", Productions végétales, V. 5, n°4, (2001), 221-230.
- Bentama, N. et Boursas, S., "Etude de la variation chromosomique chez l'espèce *Vicia faba* L.", Mémoire de Master, Université des frères Mentouri, Constantine, (2016), 72p.
- Bolkhoskikh, Z., Grif, V., Matvejeva, T. et Zakharyeva, O., "Chromosome Numbers of Flowering Plants", Koenigstein, (1974), 322-325.
- Bonnet, E. et Barratte, J.F.G., "Exploration scientifique de la Tunisie. Catalogue raisonné des plantes vasculaires de la Tunisie", Imprimerie nationale, Paris, 1896, 142-144.
- Bouattoura, N., "Les ressources phylogénétiques ; Importance, Préservation, Utilisation et programme en cours", Ann, INA El Harrach, Vol.12 (1), T.1, (1988), p.43.

- Burnie, G., Forrester, S., Greig, D. et Guest, S., " Botanica. Encyclopédie de botanique et d'horticulture, plus de 10 000 plantes du monde entier", h.f ullmann postsdam, Allemagne, (2011), 922-947.
- Camacho, J.P.M., "B chromosomes. In. Gregry TR (ed) The evolution of the genome". Elsevier, San Diego, (2005), 223-286.
- Caquet, R., "250 examens de laboratoire. 11^{ème} éditions", 2010, 80-82.
- Cohen, S., Houben, A. et Segal, D., "Extrachromosomal circular DNA derived from tandemly repeated genomic sequences in plants", *Plant Journal*, (2008), 53: 1027-1034.
- Couplan, F. "Les plantes et leurs noms (Histoires insolites), Quae, Paris, (2012), 125-126.
- Crouk, Q., Odjada, I. et Pennington, R.T., "Légume comparative genomics progress in phylogenetics and phylogenomics current opinion", in *plant biology*, n°9, (2006), 99-103.
- Dajoz, R., "L'évolution Biologique au XXI Siècle, les faits et les théories", Tec et Doc, Lavoisier, Paris, (2012), 113-199.
- Demalsy, P. et Demalsy-Feller, M.J., "Les plantes à graines - Structure, Biologie et Développement", Décarie, Quebec, (1990), 335p.
- Doyle, J.J et Luckow, M.A., "The rest of the iceberg. Legume diversity and evolution in a phylogenetic context". *Plant physiol*, (2003), 131:900-910.
- Ducerf, G., "L'encyclopédie des plantes bio-indicatrices alimentaires et médicinales, guide de diagnostic des sols – volume 2", Promonature, France, (2008), 6-317.
- Dupont, F. et Guignard J.L., "Botanique, les familles de plantes", Elsevier Masson, Issy-les-Moulineaux, (2015), 1-15, 193-215.
- Dayer, A.F., "The use of lactopropionic orcein in rapid squash methods for chromosome preparations", *Stain, Technol*, (1963), 38: 85-90.
- Fieldes, M.A. et Amyot, L., "Epigenetic control of early flowering in flax lines induced by 5-azacytidine applied to germinating seed", *Journal Heredity*, (January 1999), 90 (1) : 199-206.
- Gallais, A. et Bannerot, H., "Amélioration des espèces végétales cultivées-Objectifs et critères de sélection", INRA, Paris, (1992), 268-283.
- Gorenflot, R., et. Raicu, P., "Cytogénétique et évolution – Collection de Biologie évolutive", Masson, (1980), 50-160.
- Hamadache, A., "Prospection et collecte de populations spontanées du dactyle (*Dactylis glomerata* L.) en vue de leur utilisation agronomique", *Ann, INA*, Vol. 13, n° 2, (1989), 411-420.

- Hamilton, R.S., Hughes, S.J. et Maxted, N., " Ex Situ conservation of forage legumes in the genetic diversity of legumes species in the Mediterranean", Maxted and Bennett luer Academic Press, (2001), 263-291.
- Hanelt, P. et Mettin, D., "Biosystematics of the genus *Vicia*. L (Leguminosae)", Annual Reviex of Ecology and Systematics, (1989), 20 ; 199-223.
- Henderson, E., "Telomere DNA structure", Spring Harbor Laboratory Press, New York, (1995). 11-34.
- Houben, A., Nasuda, S et takaski, R., "Plant B chromosomes", Methods in molecular biology, (January 2011), 701 : 97-111.
- Issolah, R., "Analyse de la variabilité morphophysologique et caryotypique de populations Algériennes de l'espèce *Hedysarum coronarium* L." Thèse de Doctorat, INA El Harrach, (2007), 76p.
- Issolah, R., "Comportement, biométrie et caryologie de populations spontanées de 13 espèces du genre *Trifolium* .L. en Algérie" Thèse de Magister, INA El Harrach, (1997), 102p.
- Issolah, R., Benhizia. And Khafallah, N., "Karyotype variation within some natural populations of sulla (*Hedysarum coronarium* L., Fabaceae) in Algéria", Genetic Ressources and Crop Evolution, (2006), 53, 1653-1664.
- Issolah, R. et Abdelguerfi A., "Chromosome numbers within some spontaneous populations of 10 *Trifolium* especies in Algeria", Caryologia, Vol. 52, n°3-4, (1999), 151-154.
- Jahier, J., Chevre, A.M., Eber, F. et Delourme, R., "Techniques de cytogénétique végétale", INRA, Paris, (1992), 183p.
- Jauzein, P., "Flore des champs cultivés – Techniques et pratiques", Quae, Versailles, (2011), 454-478.
- John, B. et Hewitt, G.M., "Interpopulation sex chromosome polymorphism in the grasshopper *Podisma pedestris*", Chromosoma, (1970), 31, 291-308.
- Jones, R.N., "B chromosomes in plants. Plant Biosystems", (2012), 146 (3): 727-737.
- Jones, R.N. et Rees, H., "B chromosomes", Academic Press, London, (October 1982). 254
- Jones, R.N., Viegas, W. et Houben A., "A Century of B Chromosomes in plants - so what?", Annals of Botany, (2008), 101: 767-775.
- Judd, W., Campbell, C., Kellog, E.A. et Stevens, P., "Botanique Systématique, une perspective phytogénétique", De Boerk université, Louvain Le Neuve, Belgique, (2002), 467 p.
- Khaldoun, A., Bellah, F. et Amroun, R., "Perspectives de développement des cultures fourragères en Algérie", Céréaculture, n°34, (2000), 41-46.

- Kumar, S., "Chromosome numbers in some species off *Vicia*", *Curent Science*, Vol. 29, n°6, (June 1960), p.229.
- Kupicha, F.K., "Taxonomic studies in the tribe Viceae (Leguminosae)", Ph.D Thesis, University of Edinburgh. (1974). 25-34.
- Lafon, J.P, Tharaud-Prayer, C. et Levy, G., "Biologie des plantes cultivées, Physiologie du développement génétique et amélioration, Tome 2", Tec et Doc, Lavoisier, Pris, (1990), 71-164.
- Lenoir, J., "Impact d'un réchauffement rapide du climat sur la distribution des espèces végétales forestières le long du gradient d'altitude", Thèse de Doctorat, Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement, (2009), 283p.
- Levan, A. et Freda, K., "Secondary associantion between genetically equivalent bivalents", *Hereditas*, (1964), 52, 201 -220.
- Lodish, H., Berk, A., Kaiser, C.K., Krieger, M., Bretsger, A., Ploegh, H., Scott, A.A, "Biologie moléculaire de la cellule", De Boeck supérieur, Louvain-la-neuve, France, (2014), 325-334.
- Lüttge, U., Kluge, M. et Bauer, G., "Botanique", Tec et Doc, Lavoisier, Paris, (1992), 167-184.
- Mebarkia, A., "Variabilité génétique et analyses agronomiques de quatre espèces de Vesces (*Vicia* spp.) dans la région semi-aride de Sétif", Thèse de Doctorat, ENSA, (2011), 87 p.
- Mebarkia, A. et Abdelguerfi, A., "Etude du potentiel agronomique de trois espèces de vesces *Vicia spp.* et variabilité dans la région semi-aride de Sétif (Algérie)" *Fourrages*, (2007),192, 495-506.
- Moore, R.J., "Index to plant chromosome numbers 1967-1971. Interjunction Amore Plantarum Taxonomiae", Oosthoek's Uitageversmaatschappij. B.V, Domstraat 5-13, Utrecht (Pays-Bas), (Septembre 1973), 539p.
- Morot-Gaudry, J.F., et Briat, J., "La génomique en biologie végétale", INRA, (2004), 582 p.
- Ozenda, P., "Les végétaux. Organisation et diversité biologique", 2^{ème} édition, Dunod, Paris, (2000). 418-487.
- Quézel, P. et Santa, S., "Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales", CRNS, Paris, (1962), 524-530.
- Raven, P.H., Eichhorn, E., "Biologie végétale, 3^{ème} édition", De Boeck, Bruxelles, (2014), 71-499.

- Sebkhi, Z., "Etude de la variabilité d'une population de vesce spontanée de la région de Blida", Thèse de Magister, USD Blida, (2013), 127p.
- Selami, N., "Contribution à l'étude caryologique de 04 populations de *Retma retam* des zones semi-arides et arides Algériennes". Thèse de Magister, USTO, (2004), p.66.
- Siljak–Yakovlev, S. et Cartier., D, "Hétérochromatin patterns in some taxa of *crepis-praemorsa* complex". *Caryologia*, (1986), V.39, 27-32.
- Stebbins, G.L., "Regularities of transformation in the flower", V.11, N°01, (March 1957), 106-108.
- Theret., C.G., Lalegris, P. et Alliet, J., "Cytobiologie- Tome 2", Ellipses, Paris, (1985), 393-439.
- Raven, P.H., Eichhorn, E., "Biologie végétale, 3^{ème} édition", De Boeck, Bruxelles, (2014), 71-499.
- Tirad, C., Abbadie, L., Laloi, D. et Koubbi, E, "Ecologie", Dunod, Paris, (2016), 42-241.
- 57-Winter, P.C., Hickey, G.I. et Fletcher, H.L., "L'essentiel en génétique", Port Royal Lives, Berti Editions, Paris, (2000), 400p.

ANNEXES

ANNEXES

Equipements

- Microscope Photonique de Marque Zeiss aux grossissements : x10, x40 et x100 (Figure 1 (A)).
- Microscope Primo Star. Zeiss muni d'une caméra CANON reliée à un micro-ordinateur. Les photos sont analysées grâce à un logiciel AxioVision (1999-2009) (Figure 1 (B)).

Produits chimiques

- Chlorophorme (VWR)
- Acide hydrochlorique 37% (VWR)
- Acide acétique 99-100% (SIGMA-ALDRICH)
- Ethanol Absolu PRS (Panreac)
- α -Boromonaphtalène
- Orcéine
- Acide lactique
- Acide propionique

Consommables et autres :

- Papier verre N° 02, découpé en quatre (04) morceaux pour la scarification des graines de chacune des quatre populations, avec un papier verre qui lui est propre.
- Boîtes de pétri – 90 mm pour la germination des graines.
- Petits flacons en verre pour la fixation des bouts racinaires prélevés avec prétraitement ou sans prétraitement dans le Carnoy.
- Les verres à montre servant pour le prétraitement et la coloration des Apex racinaires.
- Les lames dimension : 76 x 26 mm (CITOGLAS-Super grade) (Figure 2 (A))
- Les lamelles pour l'écrasement des apex et la protection de nos échantillons.
- Vernis à angle transparent afin de sceller la lamelle à la lame et préserver les meilleures lames pour la prise des photos.
- Bec benzène pour le chauffage des apex dans le HCl (1N).

- Pince pour tenir la graine et prélever les apex racinaires.
- Scalpel (bistouri) pour inciser les bouts racinaires.
- Porte lames pour le rangement des lames préparées afin de les conserver au frais (Figure 2 (B)).
- L'huile à immersion (Zeiss Immersol 519N) pour observation au grossissement (x100) (Figure: 3.3(C)).
- Papier lentille pour le nettoyage de l'objectif à immersion (x100).

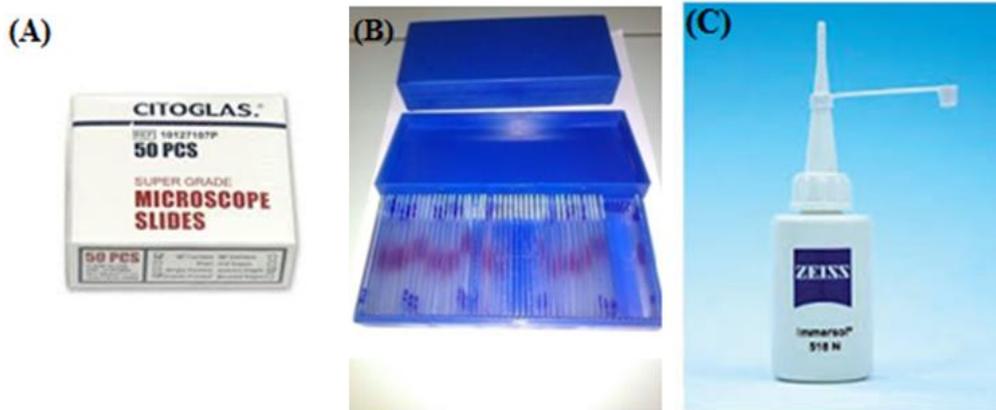


Figure 2 : (A) Les lames, (B) Porte lames, (C) L'huile à immersion