

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB DE BLIDA

FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

THESE DE DOCTORAT

OPTION : AMELIORATION DES PLANTES

THEME

VARIABILITES GENETIQUES DU PISTACHIER VRAI

PISTACIA VERA L. EN ALGERIE

Par

Djamila KEBOUR

Devant le jury :

Z. KRIMI	Professeur (USDB)	Présidente
A. BOUTEKRABT	Professeur (USDB)	Directeur de thèse
Dj. CHABANE	MCA (USTHB)	Examinatrice
S. OUAFI	MCA (USTHB)	Examinatrice
F. BAHLOULI	MCA (Université de Msila)	Examineur

Blida, Janvier 2013

ملخص:

إن كل تنوع نباتي في الجزائر الذي من أصل سوري يمكن أن يكون مرجع للتنوع الجيني المتكيف مع البيئة المتوسطة ، بشرط القيام بدراسة قياس شكلي مؤسس على وصف (Pistacia spp, IPGRI, 1998) المعهد الدولي للوسائل المورثية النباتية ، المعرف للاختلاف و التشابه بين الأنواع و المفردات. هناك محاولات مبنية على استعمال الخصائص الجزيئية يمكنها تكملة التصنيفات التقليدية المؤسسة على الشكل . إن تقنية (Inter simple sequence repeat) ISSR قد تم تبنيها أجل تحليل التنوع المورثي للأنواع الموجودة من ثمرة الفستق و علاقتها بالأنواع الأخرى . حيث من ذخيرة معاينة ، 10 فقط تم اختيارهم بسبب التكاثر وتعدد الشكل المرتفعين بالمقابل ، المقارنة للإنتاجية لفوجين من الذخيرة المستعملة لثمرة الفستق بينت أن الذخائر ذات التكرار الثنائي النكليوتيدي هي الأكثر نجاعة و تغيرا في الشكل بالمقارنة مع ذخائر ذات التكرار الثلاثي النكليوتيدي . من بين 119 علامات محصل عليها ، 111 (93.27%) تم انتاجها من الذخائر النوع الاول (ذات التكرار الثنائي النكليوتيدي) حيث أن المتوسط 13.87 شريط للذخيرة ؛ على العكس فإن ذخائر النوع الثاني (ذات التكرار الثلاثي النكليوتيدي) قد سجلت فقط 8 شرائط (6.7%) مع المتوسط هو 4 . إن طول الشرائط المحصل عليها من 10 ذخائر لدى النوع *Pistacia vera* L هو متغير ، من 180 زوج من القواعد (حالة P5) و 1400 زوج من القواعد (حالة P814) إن التفاعل بين الأنواع تم تقديره من خلال تحاليل مختلفة (تحاليل المركبات الرئيسية ، ACP) باستعمال معطيات ISSR .

النتائج المحصل عليها تشير إلى تقارب كبير مورثي بين الأنواع ، رغم الأصول الجغرافية التي في بعض الأحيان جد مختلفة . إن تقنية ISSR هي بشكل أكيد أداة فعالة من أجل تقييم تنظيم السلالة البذرية بهدف بالتحسين المورثي .

الكلمات المفتاحية : التنوع المورثي ، قياس الشكل ، ذخيرة ، الحمض النووي ، التابع المصغر
Pistacia vera ، ISSR .

Résumé :

Toutes les variétés plantées en Algérie qui sont d'origine Syrienne pourraient constituer une source de variation génétique adaptée au milieu méditerranéen, à condition de réaliser une étude morpho métrique appropriée basée sur le descripteur de *Pistacia* spp , IPGRI, (1998), International Plant Genetic Resources Institute, identifiant les différences et similitudes entre les variétés ainsi que les synonymies. Des essais reposant sur l'emploi de caractères moléculaires pourraient compléter les classifications traditionnelles fondées sur la morphologie. La technique ISSR (*inter simple sequence repeat*) a été adoptée pour l'analyse de la diversité génétique des variétés existantes de pistachier fruitier et de leurs relations avec d'autres variétés étrangères. A partir de 25 amorces testées, dix ont été choisies pour leur reproductibilité et leur polymorphisme élevé.

Par ailleurs, la comparaison de la productivité de deux groupes d'amorces utilisées sur le pistachier fruitier a montré que les amorces à répétition di-nucléotides sont plus performantes et polymorphes par rapport aux amorces à répétition tri-nucléotides.

Pour les 119 marqueurs obtenus, 111 (93.27%) ont été produits par les amorces du premier type (amorces à répétition di-nucléotides) avec en moyenne 13.87 bandes par amorce ; tandis que les amorces du second type (amorces à répétition tri-nucléotides) n'ont engendré que 8 bandes (6.7%) avec en moyenne 4.

La taille des bandes générées par ces 10 amorces chez l'espèce *Pistacia vera* L. est variable. Elle oscille entre 180 (cas de p5) et 1400 pb (cas de p 814).

Les corrélations entre les variétés ont été évaluées à travers des analyses multivariées (analyses en composantes principales, ACP) utilisant les données de l'ISSR. Les résultats obtenus indiquent une forte proximité génétique entre les variétés, malgré des origines géographiques parfois très différentes. La technique ISSR s'est avérée être un outil efficace pour l'évaluation de l'organisation du germoplasme dans un objectif d'amélioration génétique.

Mots clés: Variabilité génétique, morphométrie, *pistacia vera* L., ISSR, Amorce, ADN, amorce, microsatellite.

Abstract :

Any variety put up in Algeria with their Syrian origin will be constituted a source of genetic variation which be adapt to the Mediterranean environment , on condition that realize a study Morpho metric appropriated be based on the descriptor of *Pistacia* spp , IPGRI, (1998), International Plant Genetic Resources Institute, identify the differences and similarities between the varieties as well as the synonyms . The tests are based on the using of the molecular characters that be able to complete the traditional classification, witch be based on the morphology . The method of ISSR (*inter simple sequence repeat*) was be adopted as a test of genetic diversity of varieties existed of pistachio fruit tree and theirs relations with others foreigners varieties .

From 25 amorces were tested , ten are chosen for their Reproducibility and their high polymorphism.

Moreover, the comparison of the productivity from two groups of amorces using on the pistachio fruit tree were showing that the amorces with repetition di-nucleotides were high-performante and polymorphic compared with amorce that can be repeated tri-nucleotides . For the 119 markers obtaining , 111 (93.27%) were be produced through the amorces of the first kind (amorces with repetition di- nucleotides) were be average 13.87 bandages by amorce ; however the amorces of the second type (amorces with repetition tri-nucleotides) were be engendered that 8 bandages (6.7%) with average 4.

The height of bandages generated by this 10 amoces at species *Pistacia vera* L. was variable. It oscillates between 180 (case de p5) et 1400 pb (case de p 814).

The correlation between the varieties were evaluated by analyzes multivariate. (analyses on principals composants, ACP) used the data of l'ISSR.

The results obtaining indicate a strong proximity genetic between the varieties, in spite of geographic origin sometimes very different. The method ISSR was be proved as tool effective; for evaluating the organization of germoplasm for aim to the genetic improving.

Key words : genetic variability, morphometric , *Pistacia vera* L., ISSR, Amorce, DNA, microsatellite.

Remerciements

Est-il possible de mener une thèse à bout sans aide ni soutien ? Au vu de la longueur des remerciements que l'on peut trouver au début de chaque manuscrit de thèse, je vous laisse deviner la réponse... Cette partie est donc essentielle et légitime pour remercier officiellement, comme il se doit, toutes les personnes impliquées dans cet ouvrage, sans qui, vous ne liriez pas ces mots et le soutien a pris des formes très diverses ... Merci à vous tous....

Cette thèse n'aurait pas vu le jour sans la confiance et la générosité de mon

Directeur de thèse le Docteur BOUTEKRABT Ammar, Professeur à l'université SAAD DAHLAB de Blida que je veux particulièrement remercier. Je voudrais aussi le remercier pour ses qualités scientifiques et humaines qui ont largement contribué à l'aboutissement de cette thèse, pour le temps et la patience qu'il m'a accordés tout au long de ces années, d'avoir cru en mes capacités, je le remercierais jamais trop pour sa rigueur scientifique, mais aussi son enthousiasme pour la recherche, de plus, les conseils qu'il m'a procurés tout au long de la rédaction, ont toujours été clairs et enrichissants, me facilitant grandement la tâche et me permettant la finalisation de cette thèse.

Mes plus chaleureux remerciements vont aux Docteurs : Mme SADEK - CHABANE Djamila, Maitre de Conférences classe « A » à l'U.S.T.H.B Alger, et Mme HARCHAOUI - OUAFI Saida, Professeur à l'U.S.T.H.B Alger, d'avoir bien voulu accepté d'évaluer et d'examiner ce travail. Je suis également très honorée de la spontanéité avec laquelle vous avez accepté de juger mon travail de thèse. J'ai été particulièrement sensible à leur lecture attentive de ma thèse ainsi qu'à la réelle attention qu'elles ont porté à ce travail. C'est ici l'occasion de vous rendre hommage et vous dire combien j'ai été impressionnée par votre rigueur scientifique, ainsi que vos qualités humaines qui font de vous des femmes hors commun.

Que le Docteur BAHLOULI Faysal, Maitre de Conférences classe « A » à l'Université de MSILA, d'avoir eu l'amabilité d'accepter volontairement et aimablement de critiquer et de juger ce travail. Je suis particulièrement reconnaissante et honorée par sa participation au jury de cette thèse.

D'une façon plus individuelle, je souhaite remercier chaleureusement BENRIMA ATIKA, Chef de Département des Sciences Agronomiques pour sa disponibilité, pour ses conseils ... son altruisme. Et merci pour ... tout un tas de choses !

Je souhaite inclure dans mes remerciements l'équipe Syrienne de GCSAR (General Commission for Scientific Agricultural Research - Plant Biotechnology Department) en particulier, Abdullah TAHER et Youssef, pour m'avoir initiée aux techniques de la biologie moléculaire, pour tout le travail réalisé au labo.

Merci au Directeur de l'ACSAD (Arab Center for Studies of Arid zones and Dry lands) pour sa sympathie et à tout le personnel du Centre. Un grand merci aussi au Professeur Waleed AL AZZAWI, pour son aide précieuse lors de l'analyse statistique des données.

Merci aux responsables et techniciens de l'ICARDA (Alep), pour leur aide précieuse dans le travail de laboratoire.

Un clin d'œil particulier à MEKADEMI Karima, en qui j'ai trouvée une réelle et sincère amitié. Un grand Merci à toi Karima, d'être toujours à mes côtés pour me soutenir, pour m'avoir aidé dans la mesure du possible, mais surtout pour donner du goût à ma vie par ton amour dévoué et ta tendresse.

Je n'oublie pas toute ma famille pour sa présence et son soutien constant au cours de toutes ces longues années d'études... , pour tout le courage que vous avez su me donner pour finaliser cette thèse dans les meilleurs délais!!

Mes remerciements sont aussi intenses à toute la famille des départements des Sciences Agronomiques sans exception et la famille des Sciences Vétérinaires (Kheira, Zoubida et Naima) du rectorat entre autres Djamila, Loundja et Souad, du Vice rectorat de la pédagogie et de la post graduation, de la bibliothèque Centrale et celle de la bibliothèque de faculté Agro Vétérinaire.

J'exprime toute ma gratitude au personnel de Biologie, corps des ingénieurs de laboratoire (Sabrina, Selma, Houria) et personnel administratif (Amina, Khalida, Aicha et Salem)

Que ceux ou celles que j'aurais pu oublier puissent veillent bien pardonner ces éventuelles omissions, ma profonde reconnaissance leur est acquise.

Dédicaces

A mon père à titre posthume, pour tant de sacrifices consentis, mais le seigneur en a décidé autrement.

Je suis au grand regret que tu ne sois plus ici pour savourer le fruit de tant d'efforts et de sacrifices.

Tu m'as appris le travail bien fait, l'honnêteté et le respect du prochain.

Je garderai en mémoire l'image du père exemplaire que tu fus.

Dors-en paix cher papa!

A mon adorable mère, à celle qui est toujours présente et continue de l'être pour faire mon bonheur. Merci pour t'être sacrifiée pour que tes enfants grandissent et prospèrent. Merci de trimer sans relâche, malgré les péripéties de l'âge, de la santé, de la vie, au bien-être de tes enfants. Enfin ! Merci tout simplement d'être... ma mère.

Tu es une condition sine qua non dans ma vie.

A mes sœurs chéries, mes frères, mes beaux frères (**Krimou, Lotfi et Belkacem**) merci d'être toujours à mes côtés, par votre présence, par votre amour, pour donner du goût et du sens à notre vie de famille, ô ! de si petite famille.

A mes adorables nièces et neveux,

Merci de remplir ma vie de joie et de bonheur. Un coucou tout particulier à la petite fleur **Yasmine**.

A toi **Mekademi Karima**, la bouffée d'oxygène qui me ressourçait dans les moments pénibles, de solitude, de surmenage et de souffrance, où l'on a terriblement besoin d'un petit mot, d'un petit geste, aussi humble soit-il, de soutien moral.

A ta lumière fille **Lindouda** et ton mari **Sid Ahmed**

Enfin, j'espère du fond du cœur que tout ce petit monde, mon monde à moi, trouve ici un mot de reconnaissance, et que chacun se reconnaisse en ce qui le concerne.

J'espère aussi que l'effort déployé dans le présent travail réponde aux attentes des uns et des autres.

Je suis néanmoins seule et unique responsable des oublis, des lacunes et des faiblesses que puisse contenir la présente étude. Ceci étant, les propos contenus dans cette thèse n'engagent que ma propre responsabilité.

KEBOUR Djamila

Table des matières

Introduction générale	19
Chapitre 1 - Synthèse bibliographique sur le pistachier fruitier (<i>Pistacia vera</i> L.) et la conduite à la culture	23
1. Systématiques et Caractéristiques botaniques de la famille des Anacardiaceae et du pistachier	23
1. 1. Répartition géographique des Anacardiaceae	29
1. 2 Biologie et description morphologique générale des représentants du genre <i>Pistacia</i>	29
1.3 Biologie de la reproduction	30
1.4 Dormance et besoins en froid	32
1.5. Historique et Origine du pistachier	33
1.5.1. Les régions d'étude et la répartition éco géographique du genre <i>Pistacia</i> en Algérie.	33
1.6 Les exigences pédo climatiques du pistachier	36
1.6.1 Le sol	36
1.6.2 Le climat	36
1.7 Propriétés du pistachier	37
1.7.1 Propriétés biochimiques	37
1.8. Aire de production du pistachier fruitier	37
1.8. 1 Dans le monde	37
1.8.2 En Algérie	39
1.9 Propagation du pistachier et Conception du verger	39
1.9.1. Propagation végétative	40
1.9.2 Les facteurs de réussite du greffage de pistachier	43
1.10 Récolte et traitement des pistaches	45
1.11 Conception du verger	45
1.12 Amélioration génétique	46
1.12.1 Les marqueurs moléculaires comme outil d'aide aux programmes de sélection	46
1.13 Quelques outils pour l'amélioration des ressources génétiques	48
1.13.1 Polymorphisme de plante	48
1.13.1.1 Polymorphisme phénotypique	48
1.13.1.2 Polymorphisme agronomique	49
1.13.1.2.1 Variabilité de la taille du génome ou polyploidie	49
1.13.1.2.2 Polymorphisme biochimique (Les enzymes protéiques)	50
1.14. Description de la technique Microsatellites ou SSR (Simple Sequence Repeats)	54
1.15. Description de la technique ISSR	54
Chapitre 2 : Matériel et méthodes	57
2.1 Présentation des régions d'étude : Batna, Bouira, Blida et Tlemcen	57
2.1.1 Facteurs abiotiques des régions d'étude	57
2.1.1.1 Situation géographique des régions d'étude	57
2.2 Particularités pédologiques des régions d'étude	59
2.3 Synthèse climatique	63
2.3.1 Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1985 - 2005)	63
2.3.2 Quotient pluviométrique et étage bioclimatique d'Emberger	63
2.3.3 Climagramme pluviométrique d'Emberger	66
2.4 Choix des stations d'étude	68

2.4.1	Description des stations d'étude	68
2.4.1.1	Description de la station de Timgad	68
2.4.1.2	Description de la station de Bechloul	68
2.4.1.3	Description de la station de Béni Tamou	69
2.4.1.4	Description de la station de Tlemcen	69
2.5	Matériel végétal	70
2.5.1	Marqueurs morpho-agronomiques	70
2.5.1.1	Caractéristiques morphologiques	72
2.6	Analyse de polymorphisme	74
2.6.1	Protocoles d'extraction d'ADN génomique, testés et/ou modifiés	75
2.7.	Analyses statistiques	80
2.7.1.	Analyse de la structure phénotypique	80
2.7.2	Analyse de la structure génétique	81
2.7.3	Analyse des données ISSR	81
Chapitre III : Résultats et discussion		83
3.1	Paramètres morphologiques et agronomiques	83
3.1.1	Paramètres morphologiques de l'arbre	83
3.1.1.1	La hauteur de l'arbre	84
3.1.1.2	Le diamètre du tronc	87
3.1.1.3	La morphologie des feuilles (limbe)	90
3.1.1.3.1	La longueur du limbe (cm)	92
3.1.1.3.2	La largeur du limbe (cm)	94
3.1.1.3.3.	Le rapport largeur/longueur du limbe (cm)	96
3.1.1.3.4	La longueur de la feuille terminale	98
3.1.1.3.5.	La largeur de la feuille terminale	100
3.2	Les paramètres des fruits	102
3.2.1	Observation de l'aspect des fruits	102
3.2.2	Les dimensions des fruits	103
3.2.2.1	La longueur des fruits avec coques	104
3.2.2.2	La largeur des fruits avec coques	105
3.2.2.3	L'épaisseur des fruits avec coques	107
3.2.2.4	Le rapport épaisseur/longueur de fruits avec coques	109
3.2.2.5	Le nombre de grappes / arbre	111
3.2.2.6	Le nombre de fruits avec coques/grappe	113
3.2.2.7	Le poids 100 fruits avec coques	115
3.3.3	Les dimensions des amandes (fruits sans coques)	117
3.3.3.1	La longueur des amandes (noyaux sans coques)	117
3.3.3.2	La largeur des amandes	119
3.3.3.3	L'épaisseur des amandes	121
3.3.3.4.	Le rapport épaisseur/longueur des amandes	123
3.3.3.5.	Le poids de 100 amandes (fruits sans coques)	125
3.4	Matrice des coefficients de corrélation entre les différents caractères étudiés (caractères distinctifs)	127
3.5	Paramètres morphologiques et agronomiques inter accessions	130
3.5.1	Observation de l'aspect des fruits	130
3.5.2	Mesure des variables agro-morphologiques des différentes accessions étudiées	131
3.5.2.1	Description statistique des variables étudiées dans les 7 accessions	133
3.5.2.1.1	Longueur des fruits	133

3.5.2.1.2 Largeur des fruits	133
3.5.2.1.3 Epaisseur des fruits	134
3.5.2.1.4 Poids de 100 fruits et Poids de 100 amandes (drupe sans coques)	134
3.5.2.1.5 Nombre de fruits par grappe	134
3.6 Analyse du polymorphisme moléculaire	136
3.6.1 Tests d'amplification de l'ADN via PCR	136
3.7 Mise au point et optimisation de la réaction PCR/ISSR	137
3.8 Caractérisation moléculaire des accessions du pistachier fruitier via ISSR	138
3.9 Caractérisation des amorces ISSR	139
3.10 Caractérisation des marqueurs ISSR	140
3.11 Classification des variétés selon ISSR	141
3.11.1 Calcul des indices de similarité des diagrammes variétaux	142
Conclusion générale et perspectives	146
Références bibliographiques	151
ANNEXES	178

Liste des abréviations

-I.T.A.F : Institut Technique des Arbres Fruitiers.

ADN : Acide désoxyribonucléique

ARN : Acide ribonucléique

ARNr : ARN ribosomale

dNTP : Désoxyribonucleide triphosphate

ARNase : Enzyme qui digère l'ARN

Taq : *Thermus aquaticus* (bactérie qui vit dans les sources chaudes)

g : Gramme

mg : Milligramme

µg : Microgramme

ng : Nano gramme

ml : Millilitre

µl : Microlitre

M : Molaire

mM : Millimolaire

µmol : Micromole

cm : Centimètre

mm : Millimètre

µm : Micromètre

h : Heure

min :Minute

s : Seconde

U : Unité

DO : Densité optique

D : Diversité

P : Polymorphe

M : Monomorphe

Pb : Paire de base

kb :Kilo base

kb: Kilobases.

Mb : mégabases

µ : microns

°C : Degré Celsius

G : Gramme

mg : Milligramme
µg : Microgramme
ng : Nano gramme
ml : Millilitre
µl : Microlitre
M : Molaire
mM : Millimolaire
µmol : Micromole
pmol : Pico mole
cm : Centimètre
mm : Millimètre
µm : Micromètre
h : Heure
min : Minute
s : Seconde
U : Unité
DO : Densité optique
pb : Paire de base
kb: Kilo base
UV: Ultra violet
V: Volt
TH : Température d'hybridation
Ty : Triptone Yest Extract
BSA :Bovine Serum Albumin
EDTA : Ethyl Diamine Tétra acétyle
CTAB : Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide
PEG : Polyéthylène glycol
SDS : Sodium Dodecyl Sulfate
TBE Tampon : Tris - Borate- EDTA
TE : Tris - EDTA
BET : Bromure d'Ethidium
Al₃Cl₂: Chlorure d'aluminium
CdCl : Chlorure de cadmium
CoCl₂ : Chlorure de cobalt
HgCl₂ : Chlorure de mercure

MnCl₂ :Chlorure de manganèse

ZnCl₂ :Chlorure de zinc

NaCl₂ :Chlorure de sodium

AFLP :Polymorphisme de Longueur de Fragments Amplifiés

PCR : Reaction de Polymerisation en Chaine

RAPD : Polymorphisme de l'ADN Amplifié au Hasard

RFLP : Polymorphisme de Longueur de Fragments de Restriction

SSR : Séquences Simples Répétées ou Microsatellites

ISSR: Inter – Simple Sequence Repeat'

FAO/IAEA : Food and Agriculture organization / International Atomic Energy Agency,
VIENNA, 2002

Liste de tableaux	Page
Titre tableau	
Tableau 1.1: Répartition géographique des principaux genres des Anacardiacées	24
Tableau 1.2 : répartition du pistachier fruitier en Algérie.	38
Tableau 2.1 : Coordonnées géographiques des 4 régions d'étude (Batna, Bouira, Blida, et Tlemcen).	57
Tableau 2.2: Descripteur de l'arbre d'après IPGRI, 1998	71
Tableau 2.3: Descripteur de la feuille d'après IPGRI, 1998	72
Tableau 2.4: Descripteur des fruits d'après IPGRI, 1998	72
Tableau 2.5 : Le tampon de charge 5X (pH ₈)	77
Tableau 2.6 : Composition du mélange réactionnel pour PCR/ISSR selon FAO/IAEA (2002), adapté au pistachier fruitier Composantes du gel d'agarose 1%	78
Tableau 3.1: Catégorisation et caractérisation morphologique et agronomique de quelques accessions de <i>Pistacia vera</i> L.	82
Tableau 3.2 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant la hauteur de l'arbre	83
Tableau 3.3 : Somme des carrés établis par ANOVA sur la hauteur de l'arbre dans les quatre stations d'étude	84
Tableau 3.4 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant le diamètre du tronc des différentes accessions étudiés dans les quatre stations d'étude	86
Tableau 3.5: Somme des carrés établis par ANOVA sur le diamètre du tronc de l'arbre dans les quatre stations d'étude	87
Tableau 3.6: Caractéristiques du limbe et de feuille terminale de quelques accessions de pistachier fruitier	88
Tableau 3.7 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant la longueur moyenne de la feuille (limbe) de différentes accessions étudiées dans les quatre stations d'étude	90
Tableau 3.8 : Somme des carrés établis par ANOVA sur la longueur moyenne de limbe de dix (10) accessions étudiées de pistachier fruitier dans les différentes stations d'étude	91
Tableau 3.9 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant la largeur moyenne de limbe des différentes variétés étudiées.	91
Tableau 3.10 : Somme des carrés établis par ANOVA sur la largeur moyenne de limbe de dix (10) accessions étudiées de pistachier fruitier .	93
Tableau 3.11 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant le rapport largeur / longueur de limbe des différentes accessions étudiées.	94
Tableau 3.12 : Somme des carrés établis par ANOVA sur le rapport largeur / longueur de limbe de dix (10) accessions étudiées de pistachier fruitier.	95
Tableau 3.13 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant la longueur moyenne de la feuille terminale des différentes accessions étudiées.	96
Tableau 3.14 : Somme des carrés établis par ANOVA sur la longueur moyenne de la feuille terminale de dix (10) accessions étudiées de pistachier fruitier	97
Tableau 3.15 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant la largeur moyenne de la feuille terminale des différentes accessions étudiées .	98
Tableau 3.16: Somme des carrés établis par ANOVA sur la largeur moyenne de la feuille terminale de dix (10) accessions étudiées de pistachier fruitier.	

	99
Tableau 3.17 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant la longueur moyenne des fruits avec coques des accessions étudiées.	101
Tableau 3.18 : Somme des carrés établis par ANOVA sur la longueur moyenne des fruits avec coques des sept (07) accessions étudiées de pistachier fruitier.	102
Tableau 3.19 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant la largeur moyenne des fruits avec coques des accessions étudiées.	103
Tableau 3.20 : Somme des carrés établis par ANOVA sur la largeur moyenne des fruits avec coques des sept (07) accessions étudiées de pistachier fruitier.	104
Tableau 3.21 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant la largeur moyenne des fruits avec coques des accessions étudiées.	105
Tableau 3.22 : Somme des carrés établis par ANOVA sur l'épaisseur moyenne des fruits avec coques des sept (07) accessions étudiées de pistachier fruitier.	106
Tableau 3.23 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant le rapport Epais/Long des fruits avec coques des accessions étudiées dans les quatre stations d'étude	107
Tableau 3.24: Somme des carrés établis par ANOVA sur le rapport Epais/ Long(fruit) avec coques des sept (07) accessions étudiées de pistachier fruitier .	108
Tableau 3.25 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant le nombre de grappes / arbre des sept (07) accessions étudiées de pistachier fruitier.	109
Tableau 3.26 : Somme des carrés établis par ANOVA sur le nombre de grappes /arbre des sept (07) accessions étudiées de pistachier fruitier dans les différentes stations d'étude	110
Tableau 3.27 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant le nombre de fruits/ grappe des sept (07) accessions étudiées de pistachier fruitier.	111
Tableau 3.28: Somme des carrés établis par ANOVA sur le nombre de fruits / grappes des sept (07) accessions étudiées de pistachier fruitier.	112
Tableau 3.29 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant le poids de 100 fruits (avec coques) des sept (07) accessions étudiées de pistachier fruitier.	113
Tableau 3.30: Somme des carrés établis par ANOVA sur le poids de 100 fruits (avec coques) des sept (07) accessions étudiées de pistachier fruitier.	114
Tableau 3.31 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant la longueur moyenne des noyaux (fruits sans coques des sept (07) accessions étudiées de pistachier fruitier.	115
Tableau 3.32 : Somme des carrés établis par ANOVA sur la longueur moyenne des noyaux (fruits sans coques) des sept (07) accessions étudiées de pistachier fruitier	116
Tableau 3.33 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant la largeur moyenne des noyaux (fruits sans coques des sept (07) accessions étudiées de pistachier fruitier d.ans les différentes stations d'étude	117
Tableau 3.34: Somme des carrés établis par ANOVA sur la largeur moyenne des noyaux (fruits sans coques) des sept (07) accessions étudiées de pistachier fruitier .	118
Tableau 3.35 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant l'épaisseur moyenne des noyaux (fruits sans coques) des sept (07) accessions étudiées de pistachier fruitier.	119
Tableau 3.36 : Somme des carrés établis par ANOVA sur l'épaisseur moyenne des noyaux (fruits sans coques) des sept (07) accessions étudiées de pistachier fruitier.	120
Tableau 3.37 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant le rapport Epaisseur/longueur des noyaux (fruits sans coques) des sept (07) accessions étudiées de pistachier fruitier	121

Tableau 3.38 : Somme des carrés établis par ANOVA sur le rapport épais/long moyen des noyaux (fruits sans coques) des sept (07) accessions étudiées de pistachier fruitier	122
Tableau 3.39 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant le poids de 100 noyaux (fruits sans coques) des sept (07) accessions étudiées de pistachier fruitier.	123
Tableau 3.40 : Somme des carrés établis par ANOVA sur le poids moyen des noyaux (fruits sans coques) des sept (07) accessions étudiées de pistachier fruitier .	124
Tableau 3.41 : Caractéristiques agro-morphologiques des fruits de nos régions d'étude	125
Tableau 3.42 : Quantité et qualité d'ADN extrait à partir de feuilles de dix accessions de pistachier fruitier utilisant le protocole de Ouenzar et al.,1998 modifié	127
Tableau 3.43 : Quantité et qualité d'ADN extrait à partir de feuilles de dix accessions de pistachier fruitier utilisant le protocole de Ouenzar et al.,1998 modifié	130
Tableau 3.44 : Matrice de la distance du coefficient Jaccard pour les accessions étudiées du pistachier fruitier en Algérie par le protocole de l' ISSR.	134

Titre de figures	Page
Figure 1.1: L'arbre du pistachier fruitier (<i>Pistacia vera</i> L.)	25
Figure 1.2: Feuilles de pistachier fruitier	26
Figure 1.3: Fruits immatures de pistachier fruitier (<i>Pistacia vera</i> L.)	26
Figure 1.4 : Inflorescences du pistachier fruitier	27
Figure 1.5: Répartition géographique de la famille Anacardiceae	29
Figure. 1.6 : Contexte bioclimatique et biogéographique de l'Algérie.	34
Figure 1.7 : La production mondiale du pistachier vrai de 1990-2006	37
Figure 1.8: Pratique de greffage chez le pistachier fruitier (la greffe est âgée d'une année)	42
Figure 1.9 : Diagramme de patrons isozymiques attendus chez les homozygotes et les hétérozygotes pour les enzymes protéiques composées d'une ou de plusieurs sous unités.	51
Figure 2.1 : Localisation des régions d'étude et des placettes de pistachier fruitier en Algérie	57 63
Figure. 2.2 : Diagramme Ombrothermique de la région de Batna (1985- 2005).	
Figure 2.3 : Diagramme Ombrothermique de la région de Bouira (1985- 2005).	64
Figure 2.4 : Diagramme Ombrothermique de la région de Blida (2002- 2006).	64
Figure 2.5 : Diagramme Ombrothermique de la région de Tlemcen (1996- 2006).	65
Figure 2.6: Climagramme Pluviométrique d'Emberger des régions d'étude.	66
Figure 3.1 : Variation de la hauteur moyenne des dix accessions étudiées	84
Figure 3.2: Variation de diamètre de tronc des dix accessions étudiées.	86
Figure 3.3: Troncs de quelques accessions de <i>Pistacia vera</i> L. en phase de repos végétatif	88
Figure 3.4 : Les différentes formes de la feuille terminale chez <i>Pistacia vera</i> L.	90
Figure 3.5 : Variation de la longueur moyenne du limbe des dix accessions étudiées	91
Figure 3.6 : Variation de la largeur moyenne du limbe des dix accessions étudiées	93
Figure 3.7 : Variation du rapport Largeur / longueur du limbe des dix (10) accessions étudiées de pistachier fruitier	94
Figure 3.8 : Variation de la longueur moyenne de la feuille terminale des dix accessions étudiées de pistachier fruitier.	97
Figure 3.9 : Variation de la largeur moyenne de la feuille terminale des dix accessions étudiées de pistachier fruitier.	99
Figure 3.10 : Variation de la longueur moyenne des fruits avec coques des sept accessions étudiées de pistachier fruitier dans les différentes stations d'étude.	103
Figure 3.11: Variation de la largeur moyenne des fruits avec coques des sept accessions	105
Figure 3.12 : Variation de l'épaisseur moyenne des fruits avec coques des sept accessions étudiées	107
Figure 3.13: Variation du rapport Epais/ long des fruits avec coques des sept accessions étudiées dans les différentes stations d'étude	109
Figure 3.14: Variation du nombre de grappes /arbre des sept accessions étudiées.	113
Figure 3.15: Variation du nombre de fruits (avec coques)/Grappes des sept accessions étudiées	115
Figure 3.16 : Variation du poids moyen de 100 fruits avec coques des sept accessions étudiées dans les stations d'étude	117
Figure 3.17 : Variation de la longueur moyenne des amandes des sept accessions étudiées	119
Figure 3.18: Variation de la largeur moyenne des amandes des sept accessions étudiées	121
Figure 3.19: Variation de l'épaisseur moyenne des amandes des sept accessions étudiées	123
Figure 3.20 : Variation du rapport Epais/ Long moyen des amandes des sept accessions	125
Figure 3.21 : Variation du poids moyen de 100 amandes des sept accessions étudiées	
Figure 3.22 : Fruits matures de quelques accessions de <i>Pistacia vera</i> L	128

Figure 3.23 : Des fruits immatures du pistachier fruitier	128
Figure 3.24 : Mesures des variables agro-morphologiques relatives au rendement des différentes accessions étudiées	133
Figure 3.25 : Effet de la quantité de l'ADN (ng) du pistachier sur la qualité du profil PCR/ISSR	135
Figure 3.26 : Emprunte génomique PRC/ISSR de <i>Pistacia vera</i> L. engendrée par l'utilisation du programme thermique de FAO/IAEA (2002) de 10 amorces ISSR et 50 ng d'ADN	136
Figure 3.27 : Profils génomiques ISSR générés par l'amorce 844b sur l'ADN de 10 accessions de <i>Pistacia vera</i> L.	137
Figure 3.28 : Dendrogramme généré par l'analyse des marqueurs ISSR via UPGMA	140

Introduction générale

"On ne va jamais aussi loin que lorsqu'on ne sait pas où l'on va"
Christophe Colomb

Introduction générale:

Les écosystèmes méditerranéens sont sujets à l'effet des conditions climatiques particulières caractérisées par des précipitations rares ou irrégulières et par de longues périodes estivales sèches. Ces contraintes climatiques combinées avec une pression anthropique, conduisent généralement à une perturbation du couvert végétal couplée avec une érosion rapide des sols. En conséquence, une désertification progressive s'installe, se traduisant par un appauvrissement des sols en nutriments et en matière organique et par la perte ou la diminution de la densité et de l'activité microbienne du sol, contribuant ainsi et efficacement à la dégradation de la structure du sol, à l'établissement des plantes par l'amélioration de leur nutrition et leur protection contre les pathogènes et les stress abiotiques.

L'utilisation des espèces arborescentes, adaptées aux aléas climatiques et pouvant s'installer sur les sols érodés, reste la solution la plus préconisée. Ainsi, l'Algérie de part, sa position géographique présentant une large gamme d'étages climatiques et agro-pédologiques induisant une diversité dans les spéculations agricoles, a opté pour l'usage de ces espèces qui s'avèrent intéressantes par leur adaptation aux multiples conditions agro-climatiques d'une part et d'autre part par leur rôle de conservateur des sols et fixateur des populations rurales.

La dégradation des écosystèmes arides et semi-arides est devenue un fait palpable, qui fait planer une menace grave sur le progrès humain dans les pays concernés. Dans ces milieux exceptionnellement fragiles, le recul de la végétation se fait selon une progression alarmante et l'érosion domine en maîtresse.

Pour l'Algérie et les autres pays Nord-africain, la carte de dégradation se superpose à celle des régions soumises à une longue saison estivale chaude et sèche et à une faible pluviométrie, ces facteurs mènent à la désertification.

Les réflexions actuelles sur l'élaboration d'une stratégie nationale pour la conservation de la biodiversité démontrent d'une part l'urgence de mettre en place un plan d'action (inventaire de la diversité biologique) et d'autre part de développer de nouvelles techniques pour préserver cette biodiversité.

Aujourd'hui, plusieurs espèces végétales se trouvent menacées ou en voie de disparition de par leur dégradation sous les effets des pressions anthropiques

(surexploitation des sols, le déboisement et le défrichement intensif) que par leur statut endémique (localisation géographique) [1].

Parmi ces espèces, le pistachier fruitier ou encore vrai, *Pistacia vera* L, ayant un rôle important à jouer dans la reconstitution et le repeuplement des massifs dégradés; il contrôle l'érosion et répond aux besoins de la population humaine et de densité du cheptel de plus en plus en hausse sans hypothéquer l'avenir de l'humanité [2].

Cette espèce est cultivée à travers le monde. Elle occupe plus de 400000 ha réparties essentiellement entre l'Iran, les Etats Unis d'Amérique, la Syrie et la Turquie [3].

L'information disponible sur les caractéristiques des variétés de pistachier et leur adaptation à différentes conditions de milieu est très limitée [4].

Les caractéristiques phénotypiques ont été et continuent d'être utilisées comme étant des éléments indispensables dans la classification définitive des organismes vivants. Jusqu'à nos jours, elles ont constitué le principal outil descriptif utilisé pour caractériser une collection ou germoplasme donné pour identifier et différencier les types sauvages des cultivars [5].

Récemment, la technique protéique (Isozyme) a été développée et appliquée comme moyen de différenciation entre les cultivars du pistachier fruitier. Toutefois, elle n'a pu révéler que de très faibles niveaux de polymorphisme entre les cultivars [6].

Jusqu'à nos jours, il y a peu d'information sur la caractérisation moléculaire de cette espèce végétale. Vu l'importance de l'analyse moléculaire dans les études de diversité, d'identification des cultivars et de détermination du sexe d'une plante notamment les arbres, nous avons entrepris dans le cadre de ce travail une étude moléculaire où nous nous sommes intéressés, à la fois, aux traits agro-morphologiques liés à l'arbre (Hauteur, Feuilles et Diamètre du tronc) ainsi qu'à la variabilité dans le fruit, pour établir une fiche descriptive ou technique et déterminer des relations génétiques préliminaires entre les différentes variétés provenant de certaines régions de l'Algérie.

Par conséquent, la caractérisation des cultivars de pistachier fruitier (*Pistacia vera* L.), l'évaluation du potentiel algérien, ainsi que l'analyse de la diversité génétique des

différents cultivars revêt un intérêt considérable pour les actions visant à la sauvegarde et à la conservation des ressources génétiques de cette espèce. Dans cette optique, le présent travail a pour objet de caractériser les variétés héritées d'une collection nationale de pistachier fruitier en vue d'analyser la diversité génétique existante.

L'objectif à long terme est la conservation et l'amélioration du germoplasme des variétés algériennes héritées de pistachier fruitier.

Pour mener à bien ces deux volets, notre travail a commencé par la description morphologique de ces cultivars, suivie d'une synthèse de la distribution écogéographique de l'espèce *Pistacia* en Algérie et d'une étude de la variabilité génétique par un marquage moléculaire de type *ISSR* (*Inter Simple Sequence Repeat*).

Chapitre I

Synthèse bibliographique sur le pistachier fruitier (*Pistacia vera* L.) et la conduite à la culture

Introduction

Cette première partie du mémoire est une introduction au travail dans laquelle différentes parties seront synthétisées. Nous nous proposons de donner une présentation générale du pistachier fruitier depuis sa classification et son introduction jusqu'à sa phylogénie avec une vue particulière sur le pistachier d'Algérie. Ensuite, un aperçu sur l'étude de la diversité génétique via les marqueurs moléculaires et l'analyse de cette diversité moyennant les méthodes de classification.

1. Systématiques et Caractéristiques botaniques de la famille des Anacardiaceae et du pistachier (Tableau 1.1)

La famille Anacardiaceae a été proposée pour la première fois par Lindley en 1830. Elle appartient à l'ordre des Sapindales, à la sous - classe des Rosidae ou Eudicots moyennes dialypétales (plus de 90 000 espèces connues), à la classe des Magnoliopsida ou Eudicots, au sous-embranchement des Magnoliophyta ou Angiospermes et à l'embranchement des Spermaphyte [7]. Les espèces de cette famille sont des arbres, des arbustes ou des lianes à canaux résinifères schizogènes à feuilles composées pennées ou trifoliolées généralement alternes dépourvues de glandes ponctiformes, composées et imparipennées que l'on rencontre surtout dans les régions tropicales à subtropicales et dans les régions tempérées de l'hémisphère Nord [8].

La composition de cette famille en genres et espèces diffère selon les auteurs. D'après [8], elle compte 60 genres et 600 espèces. Pour [9], elle renfermerait 73 genres et 850 espèces et le genre le plus grand en nombre d'espèce est *Rhus* avec 100 espèces. [10] indiquent qu'elle renfermerait 82 genres et plus de 700 espèces. [8] signale non seulement la présence des Anacardiaceae dans les régions tropicales mais aussi dans la région méditerranéenne, dans l'Est de l'Asie et en Amérique.

Tableau 1.1: Répartition géographique des principaux genres des Anacardiaceae d'après [9].

Genre	Nombre d'espèces	Origine (région)
<i>Anacardium</i>	8	Amérique tropicale
<i>Haematostaphis</i>	2	Afrique tropicale – Ouest
<i>Lannea</i>	40	Régions tropicales, Indomalaisie
<i>Mangifera</i>	35	Régions tropicales, Indomalaisie
<i>Ozoroa</i>	40	Afrique tropicale
<i>Pistacia</i>	9	Région méditerranéenne
<i>Pseudospondias</i>	2	Afrique tropicale: Ouest et Centre
<i>Rhus</i> (incluant <i>Toxicodendron</i>)	200	Régions tempérées
<i>Schinus</i>	27	Amérique tropicale
<i>Sclerocarya</i>	4	Afrique tropicale austral
<i>Sorindeia</i>	50	Afrique tropicale et Madagascar
<i>Spondias</i>	10	Indo-malaisie (au sud-est d'Asie), Amérique tropicale

La fleur apétale de la famille des Anacardiaceae est composée d'un calice de 3 à 5 bractées membraneuses d'un androcée ayant le plus souvent 5 étamines opposées, soudées à la base; le centre de la fleur est occupé par une ébauche de gynécée.

L'étamine a un filet mince et court, une anthère introrse à deux loges séparées par un connecteur. Le grain de pollen de 30 µm de diamètre, il est rond et lisse, de couleur jaune et présente quatre pores germinatifs [11] et est constitué de grains jaunes clairs presque ronds.

L'inflorescence femelle forme des chatons qui se groupent ensuite en cime comme les fruits. Un calice de 3 à 5 bractées membraneuses et inégales entoure un gynécée formé d'un ovaire à 3 carpelles soudées, sans cloison intercalaire renferment un seul ovule anatrope porté par un long funicule. L'ovaire est surmonté d'un stylet court et d'un volumineux stigmate trifide à division inégale [12].

Le pistachier fruitier est un arbre à croissance indéterminée pouvant atteindre une dizaine de mètres de hauteur [13]. C'est un arbre dioïque.

Généralement, il possède une cime très étalée, à tronc marqué dont la base peut atteindre 50 à 70 cm de circonférence (Fig. 1.1). Sa longévité est importante dépassant souvent les 200 ans [14]. Ses feuilles de 10 à 20 cm de longueur parfois pouvant même atteindre jusqu'à 30 cm sont caduques un peu coriaces composées (3 à 5 folioles glabres et ovales entières) vertes, luisantes sur la face ventrale, plus claires et mates sur la face dorsale à folioles légèrement échancrées au sommet et paripennées [15] (Fig. 1.2).

Le fruit est généralement une drupe souvent à mésocarpe résineux. La graine est exalbuminée ou presque, à embryon courbé. Le pollen est divers, souvent 2-3-colporé, ou avec 3-8 ouvertures circulaires ou non [16]. Les cloisons des vaisseaux sont à perforation unique (sauf quelques cas) [17] (Fig. 1.3).

Les fleurs mâles sont rosâtres, de petite taille (6 à 10 mm de longueur), spiralées et réunies en un grand nombre pour former des grappes droites et axillaires plus courtes que les feuilles à l'aisselle desquelles sont développées [18].

Les fleurs femelles sont constituées d'un pistil court et recourbé avec un petit ovaire (5 à 7 mm) bi-carpelles. Les stigmates sont bilobés et couvertes par des papilles.

A la base, le disque nectarifère est entouré de 5 à 6 sépales rudimentaires. Par contre, la corolle est absente et les fleurs mâles portent 5 étamines [19] (Fig.1.4).



Figure 1.1: L'arbre du pistachier fruitier (*Pistacia vera* L.)

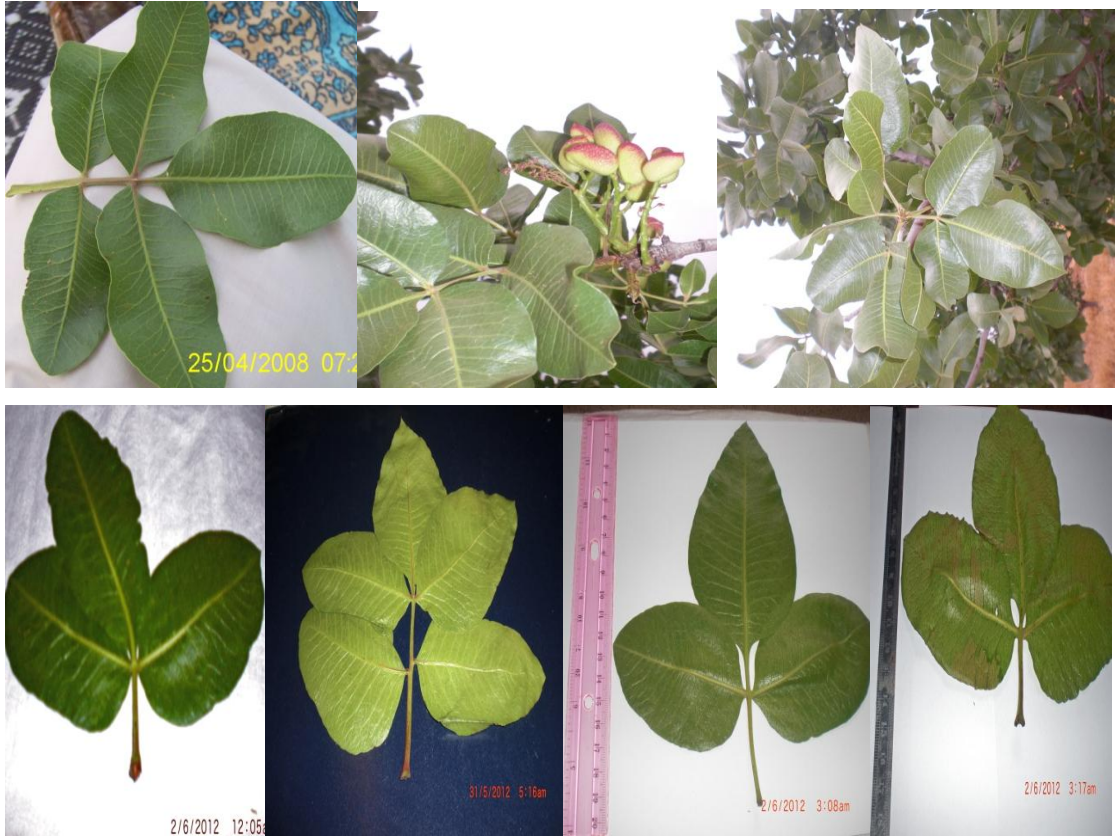


Figure. 1.2: Feuilles de pistachier fruitier



Figure 1.3: Fruits immatures de pistachier fruitier (*Pistacia vera* L.)



a : fleur mâle

b: fleur femelle

Figure 1.4 : Inlorescences du pistachier fruitier

L'étude monographique du genre *Pistacia* faite par [17] montre que ce genre comprend 4 sections et 11 espèces. *Pistacia vera* L. est la seule espèce produisant des fruits comestibles [20].

D'après [21], [22] et [23], la classification botanique du genre *Pistacia* est la suivante :

a Classification phylogénétique

- Embranchement : Spermaphytes
- Sous – embranchement : Angiospermes
- Classe : Dicotylédones
- Sous-classe : Dialypétales
- Série : Disciflorales
- Ordre : Térébinthales
- Famille : Anacardiaceae, regroupant 70 espèces et 850 variétés
- Sous-famille : Rhoidées (Anacardiées)
- Genre : *Pistacia*
- Ordre : Sapindales

b Classification Classique

Règne	Plantae
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Magniopsida</i>
Ordre	Sapindales
Famille	<i>Anacardiaceae</i>
Genre	<i>Pistacia</i> L., 1753

La taxonomie de quelques variétés de *Pistacia* selon [24]:

- ***Pistacia terebinthus*** (Pistachier térébinthe) :

C'est un arbre de 2 à 6 m de hauteur, à feuilles caduques et dont la longueur est de 2.5 à 7 cm, possédant 3 à 5 folioles, ses fruits ont une dimension de 6 à 8 mm. Les sylviculteurs l'utilisent généralement pour les zones arides pour la fixation et la restauration des sols.

- ***Pistacia atlantica***

C'est un arbre de 20 m de hauteur, connu sous le nom vernaculaire « Betoum », à feuilles caduques et de longueur allant de 2,5 à 7 cm avec 3 à 5 feuilles secondaires. Les fruits de cet arbre sont petits de 6 à 8 mm.

- ***Pistacia integerrima* (Khinjuk)**

C'est un arbre de 3 à 7 m de longueur, à feuilles caduques et grandes, portent 1 à 4 feuilles secondaires, la longueur de chacune d'elle mesure 3 à 10 cm. Ses fruits sont ronds avec un diamètre allant de 4 à 6 mm.

- ***Pistacia palestina***

C'est un arbre qui ressemble au *Pistacia terebinthus*, la seule différence réside dans la feuille terminale qui est atrophiée ou inexistante.

- ***Pistacia vera* L.** (pistachier fruitier)

C'est un arbre de 3 à 4 m de longueur, à feuilles caduques et pouvant atteindre jusqu'à 12 cm, avec 3 à 7 folioles. Ses fruits ont une longueur de 1 à 3.5 cm.

- ***Pistacia lentiscus*** (pistachier lentisque) :

C'est un arbuste à feuillage persistant dioïque, largement réparti le long des rives du bassin méditerranéen [17].

1.1 Répartition géographique des Anacardiaceae (Fig.1.5).

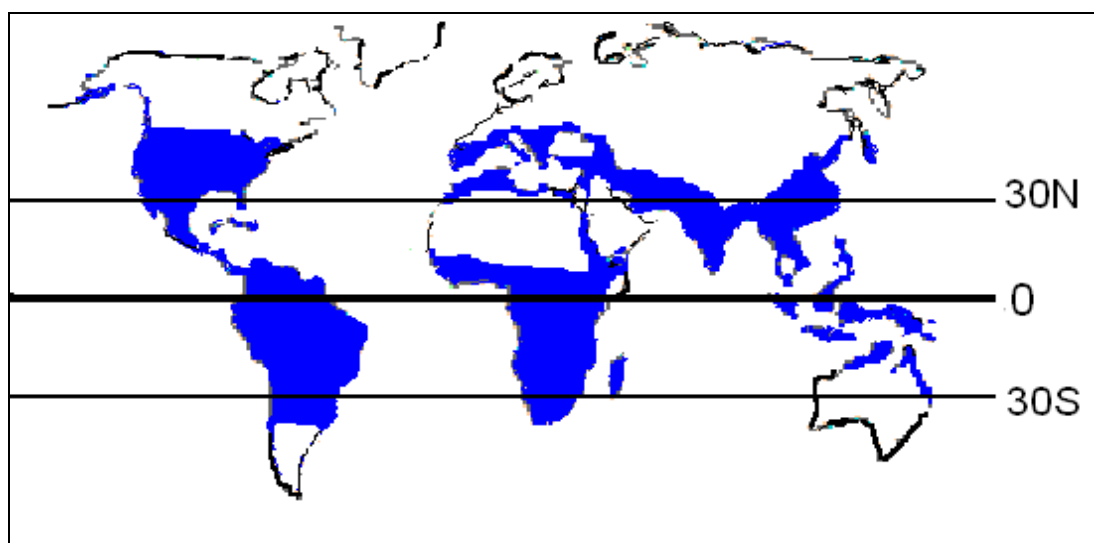


Figure 1.5: Répartition géographique de la famille Anacardiaceae (www.clarku.edu/departments/biology/biol110/Rachel/Shmook_webpage.html).

1.2 Biologie et description morphologique générale des représentants du genre *Pistacia*

Le pistachier vrai et le pistachier de l'atlas ou bétoum (*Pistacia atlantica Desf.*) sont caractérisés du point de vue écologique par une grande tolérance aux variations climatiques. Ils peuvent croître sous des tranches pluviométriques comprises entre 350 et 400 mm/an et s'accommodent de tous les sols (sols maigres calcaires, parfois salés), climats semi arides avec des pluviométries.

Selon [13], le pistachier fruitier ou pistachier vrai (*Pistacia vera L.*) est une espèce cultivée. Elle est parfois sub-spontanée. Les espèces du genre *Pistacia* sont dioïques et à pollinisation anémophile avec une alternance dans la fructification. Selon [25], le pistachier vrai et le pistachier de l'Atlas ou "bétoum" (*Pistacia atlantica Desf.*) sont caractérisés du point de vue écologique par une grande tolérance aux variations climatiques. Ils peuvent croître sous les tranches pluviométriques assez faibles et s'accommodent à tous les sols. Pour ce qui concerne le pistachier fruitier ou vrai (*Pistacia vera L.*) en arabe « fostok ». C'est est une espèce originaire de l'Asie Centrale [26].

[27] précise que parmi les espèces que compte le genre *Pistacia*, c'est la seule qui donne des fruits comestibles. Le pistachier est un arbre à port généralement retombant. Il ressemble beaucoup au figuier avec une écorce blanchâtre [28].

D'après [27], la période juvénile est assez longue et dure entre 6 et 8 ans. Cette longue période n'a pas encouragé les agriculteurs à adopter cette essence. Le pistachier fruitier croît naturellement dans les régions semi arides caractérisées par des étés chauds, secs (Jusqu'à 50 °C) et des hivers froids (jusqu'à -15 °C), ces températures extrêmes sont nécessaires pour la levée de dormance des bourgeons. Pendant la période hivernale, le pistachier fruitier a besoin de 700 heures de froid pour la levée de dormance [29].

La morphologie des différents organes est très variable, la hauteur de l'arbre, la forme des feuilles et la dimension des fruits varient aussi considérablement.

Aussi, le genre *Pistacia* est représenté par quatre espèces, selon les formes des feuilles et des fruits, en l'occurrence *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Pistacia vera* et *Pistacia atlantica* [17]. La Syrie est un centre important de diversité pour le pistachier [2].

I. Groupe *lentiscella*, englobe les variétés américaines : *P. texana swingle* et *P. mexicana*.

II. Groupe *lentiscus*, englobe *P. lentiscus* et *P. weinmanifolia*.

III. Groupe *butmella*, englobant *P. atlantica* Desf.

IV. Groupe *terebinthus*, englobant *P. vera* L., *P. terebinthus* L., *P. khinjuk stocks*, *P. chinensis bunge*, *P. palaestina* Boiss.

1.3 Biologie de la reproduction

De nombreux aspects liés à la reproduction biologique du pistachier, telles que la floraison, la pollinisation, la compatibilité entre les différents sexes ou encore entre les cultivars ainsi que la fructification restent largement inconnus [30].

Chez les arbres fruitiers, il existe des variétés auto fertiles et des variétés autostériles.

Chez les variétés auto fertiles (ou auto compatibles), le pollen d'une fleur est capable de féconder l'ovaire de la même fleur ou de la même variété. Ainsi, après la fécondation, une libération d'hormone permet le développement harmonieux du fruit.

Les variétés de griottiers, pruniers, abricotiers, pêchers, cognassiers sont généralement auto fertiles [31].

Dans le cas contraire, on parle de variétés autostériles (ou auto incompatibles), c'est à dire que le pollen n'est pas capable de féconder l'ovaire d'une fleur appartenant à la même variété. Les variétés de pommiers, poiriers et cerisiers sont en général autostériles. Les raisons pour cette stérilité en sont multiples: décalage de maturité des organes mâles et femelles, existence de fleurs mâles et femelles séparées et surtout incompatibilité génétique ou hormonale. Cette incompatibilité permet les brassages génétiques nécessaires à la survie des espèces dans la nature [32]. Il reste en outre que même dans bien des situations d'auto fertilité, l'apport de pollens extérieurs (fécondation croisée) permet d'obtenir une nouaison plus rapide, un meilleur développement des fruits et une meilleure résistance au gel [33].

La pollinisation se fait par les insectes (entomophile) en particulier par les abeilles, d'où leur importance pour l'arboriculteur, elle se fait également par le vent (anémogamie) et par l'eau (hydrogamie).

La pistache est un fruit sec dont l'endocarpe dur peut être déhiscent ou non. Le caractère de déhiscence est spécifique à l'espèce *Pistacia vera* (la seule espèce cultivée) et dépend de plusieurs facteurs dont la variété, l'année, le porte-greffe, la nature du pollen et les conditions de culture. Ces facteurs semblent agir en corrélation et l'évaluation de la part de chacun n'est pas aisée.

La production de fruits vides, commune à toutes les espèces et cultivars du pistachier, nuit à la qualité de la production. Elle est le résultat de la parthénocarpie et de l'avortement des embryons. C'est un caractère variétal et une défaillance au niveau de la pollinisation augmente les taux de fruits vides [34].

Le pistachier étant une espèce dioïque, la non concordance des périodes de floraison entre les arbres mâles et les arbres femelles pose un problème à sa pollinisation. Le phénomène de protandrie est plus ou moins accentué selon les cultivars et les années. La pollinisation artificielle est une technique recommandée pour améliorer la qualité des rendements [35]. Elle nécessite la récolte, le stockage et le saupoudrage du pollen sur des fleurs réceptives. L'époque de la réceptivité florale présente une variabilité importante sur le même arbre [36]. De ce fait un nombre élevé

de passages s'impose pour polliniser le maximum de fleurs. La fragilité du pollen (durée de vie de quelques jours seulement après l'anthèse) réduit les chances de fécondation et donc le succès de cette opération. Le moyen le plus efficace pour résoudre ce problème de pollinisation est l'utilisation de pollinisateurs fertiles et spécifiques aux variétés femelles en culture [16].

Les travaux de recherches menés à l'INRA en France ont permis d'aboutir à des résultats encourageants pouvant relancer la culture de cette espèce. Les variétés femelles performantes et leurs pollinisateurs spécifiques, leurs besoins en froid, les techniques de multiplication et de conduite de la culture ne constituent pas aujourd'hui des contraintes comme auparavant [37].

1.4 Dormance et besoins en froid

Deux cycles différents se produisent simultanément pendant la croissance de la plante [38]. Le cycle végétatif commence avec le développement des bourgeons axillaires de l'année précédente ; suivi de la dormance, le débourrement, la croissance des rameaux ce cycle se termine par la chute des feuilles.

Le cycle reproductif commence par l'initiation florale qui se réalise l'année précédant le repos végétatif et se termine avec la maturité et la récolte.

Le pistachier fruitier (*Pistacia vera* L.) est un arbre à feuillage caduque qui nécessite une dormance profonde pour sa fructification. La caractérisation de sa dormance, effectuée par le test de bouture de nœud, a montré que celle - ci s'estompe rapidement en fin Février pour s'annuler en Mars. Les capacités de débourrement deviennent importantes à partir de la mi-Février pour les génotypes les moins exigeants et en début de mois de Mars pour les autres. L'acquisition de faibles capacités de croissance dès le mois de Septembre semble être favorisée par le stress hydrique du sol et l'inertie de débourrement se renforce avec l'arrivée des premières heures de froid automnal. Les doses de froid reçues, en conditions naturelles, se situent autour de 500 à 700 heures de températures inférieures à 7.2 °C pour les variétés femelles et 450 heures pour les génotypes mâles appartenant à l'espèce *Pistacia vera* L. [38]. Pour le mâle *Atlantica* qui appartient à l'espèce *P. Atlantica*, 200 heures de froid sont suffisantes pour lever la dormance de ses bourgeons floraux. Ce dernier semble avoir des exigences moindres par rapport à l'espèce *P. vera* L., ce qui est à l'origine du décalage de floraison

entre les mâles et les femelles.

1.5. Historique et Origine du pistachier

Le pistachier fruitier est originaire du Moyen – Orient, cette essence est indigène au Nord – Est de l’Iran, Nord de l’Afghanistan et de l’Asie Centrale.

Il est également cultivé en Turquie, en Syrie et récemment aux Etats - Unis (particulièrement en Californie). Les scientifiques dont [39], ont déclaré que la culture de cet arbre est connue depuis l’époque des Assyriens (6760 avant JC) et estiment que la Syrie et le sud de l’Asie mineure est le berceau du pistachier. Cet arbre originaire du Moyen Orient – Syrie – d’où il a été importé par Lucius Vitellus, produit les pistaches, il a été acclimaté dans les régions occidentales de la méditerranée. Il a été introduit en Espagne et Italie par les romains, cette essence avait disparu faute de pollinisateur male. Selon [40], cette espèce a été réintroduite dans les années 80 du siècle dernier. C’est une culture importante, remplissant des fonctions alimentaires, commerciales et culturelles, qui se trouve de nos jours dans un environnement de production changeant.

Selon [41], l’arbre de pistachier fruitier, existe à Alep depuis plus de 200 ans. [42] a découvert un arbre de 1000 ans à Ain Tinna (Nord de Damas).

1.5.1. Les régions d’étude et la répartition éco géographique du genre *Pistacia* en Algérie.

Les végétaux sont des bio indicateurs précieux pour définir les caractéristiques d’une région car ils intègrent naturellement une grande partie des données du climat. Leurs préférences climatiques et leur plus ou moins résistance à certains facteurs, tels que la sécheresse ou les fortes amplitudes thermiques, peuvent expliquer leur répartition spatiale dans les zones érodées où ils traduisent bien les gradients climatiques.

La distribution éco géographique est une opération qui consiste en la collecte et l’analyse de quelques données qui concerne une espèce ou une variété donnée dans une région et un régime écologique précis [43].

Cette phase, dite importante, étudie la relation entre les variétés et les conditions écologiques. Elle permet de mettre en œuvre une stratégie pour la conservation et l’utilisation des génotypes, le développement et l’amélioration des variétés à partir de ces ascendants sauvages.

La région méditerranéenne abrite une diversité biologique de première importance. La plupart des espèces de la flore spontanée, en Afrique du Nord notamment, est remarquablement résistantes et bien adaptées à la sécheresse et à la salinité et constituent une part non négligeable des ressources génétiques locales à valeur pastorale, fourragère, alimentaire, aromatique et médicinale [40].

En raison de sa situation particulière en région méditerranéenne et de l'impressionnant gradient bioclimatique Nord-Sud qui la caractérise (figure. 1.6), l'Algérie offre des opportunités exceptionnelles pour l'évaluation et pour la compréhension des mécanismes impliqués dans la diversification et l'adaptation des plantes en relation avec l'évolution de leur environnement.

En Algérie tellienne, les secteurs humides et subhumides comportent des «hotspots» ou points chauds de biodiversité unique [44]. Dans les zones de transition biogéographique, les fluctuations des conditions écologiques et l'hétérogénéité des habitats sont les facteurs déterminants de la richesse floristique et de la diversité génétique.

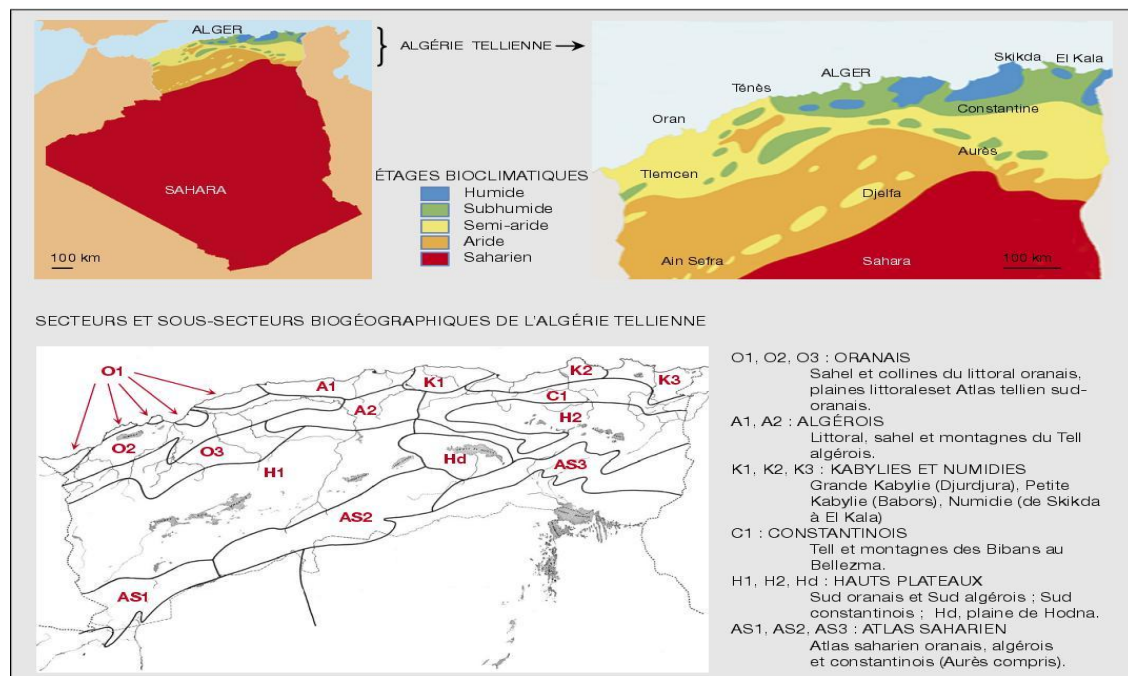


Figure 1.6 : Contexte bioclimatique et biogéographique de l'Algérie [45].

Les limites des étages bioclimatiques ont été établies d'après la carte bioclimatique simplifiée de [46]. Elles sont définies par trois paramètres principaux du climat méditerranéen : la pluviosité annuelle (P), la moyenne des températures du mois le plus chaud (M °C) et la moyenne des températures du mois le plus froid (m °C). La carte de répartition des secteurs biogéographiques est celle de [47].

Toutes ces observations indiquent qu'en Algérie, des conditions bioclimatiques très variées joueraient un rôle majeur sur la structuration des populations et des espèces. Elles révèlent aussi l'ampleur de la polyploïdie comme manifestation de la diversité génétique.

Le climat :

Le climat est un facteur très important en raison de son influence prépondérante sur les zones semi arides. De nombreux travaux ont traité le climat et le bioclimat. Ces travaux ont été réalisés sur l'Algérie par [48]. Cet auteur s'accorde à reconnaître l'intégration du climat algérien au climat méditerranéen.

Le climat méditerranéen dont l'Algérie fait partie est un climat de transition entre la zone tempérée et la zone tropicale avec un Eté très chaud et très sec, tempéré seulement en bordure de la mer, l'hiver est très frais et plus humide. Ce climat est qualifié de xérothermique.

Le climat méditerranéen est caractérisé par une concentration hivernale des précipitations, l'été étant sec [49].

La définition climatique de la région méditerranéenne est fort simple pour l'écologiste, le phytogéographe ou le bioclimatologiste, c'est l'ensemble des zones qui se caractérisent par des pluies concentrées sur la saison fraîche à jours courts avec de longues sécheresses estivales [50]. Ce même auteur reconnaît deux composantes essentielles au climat méditerranéen, l'été est la saison la moins arrosée et c'est la saison biologiquement sèche.

1.6 Les exigences pédo climatiques du pistachier

Par ses particularités biologiques, cette espèce est particulièrement recommandée pour la mise en valeur des zones marginales ou menacées par l'érosion et celles où la culture des autres espèces fruitières est rendue impossible en raison de l'aridité climatique. Elle peut procurer une rentabilité assez correcte si elle est inféodée aux

terrains à vocation fruitière. Le pistachier a aussi l'avantage d'être résistant à la sécheresse, au calcaire et à la salinité (4 à 6 g de NaCl / litre d'eau) [51].

Le pistachier vrai (*Pistacia vera*. Linné, 1753), est capable de s'adapter dans des milieux souvent difficiles. Sols maigres et calcaires, parfois salés, climats semi arides avec des pluviométries comprises entre 350 et 400 mm/an.

1.6.1 Le sol

Le pistachier fruitier est doté d'un système racinaire très développé de 1 à 7 m de profondeur et 5 à 10 m de façon horizontale. Il prospère dans tous les types de sol non acide qui tendent vers un pH basique, il accepte la plupart des sols ceux qui sont asphyxiants à long ou à mauvais ressuage, il tolère une humidité de 5 p.100 dans les sols sablonneux.

Le pistachier est un arbre calcicole qui supporte assez bien les terres riches en calcaire (20-23p.100), sa résistance peut atteindre 70p.100, il est également résistant quant il s'agit des terres salées.

1.6.2 Le climat

Le climat sec et tempéré lui convient, sa zone de culture est comprise entre les latitudes 30- 45 km et des chaleurs de l'ordre de 50°C.

Il est cultivé jusqu'à 1700 m d'altitude, il est conseillé dans les régions présentant une altitude de 600 à 1300 m où les précipitations ne dépassant pas 350 – 400 mm /an.

S'agissant des exigences édaphiques, le pistachier est cultivé dans des zones semi arides, où la moyenne annuelle des précipitations est inférieure à 400 mm /an.

Le climat humide lui est défavorable (développement végétatif est élevé par rapport à la formation des fruits, surtout pendant la fécondation (fruits vides).

Les exigences écologiques font qu'il est souvent cultivé dans des zones climatiques où l'eau est le facteur limitant, et il est le plus souvent implanté sur des sols très pauvres au niveau agronomique qui accentue encore l'effet de ce facteur.

Le pistachier fruitier se développe mieux dans les régions des Etés longs, chauds et secs, mais si la période de sécheresse est longue, ceci peut lui être très néfaste.

1.7 Propriétés du pistachier

1.7.1 Propriétés biochimiques

Selon plusieurs auteurs, la composition chimique du fruit du pistachier dépend, en général, de la variété, de l'origine et parfois de la période de récolte ([52] et [53])

1.8. Aire de production du pistachier fruitier :

1.8.1 Dans le monde :

La culture de pistachier s'étend du Moyen Orient jusqu'aux Etats Unis et l'Europe (Grèce, Italie et Espagne). Sa superficie mondiale est de 594 000 ha, qui produisent avec une proportion 570 000 tonnes /an. La figure 1.7, met en évidence les pays producteurs de cette culture [54].

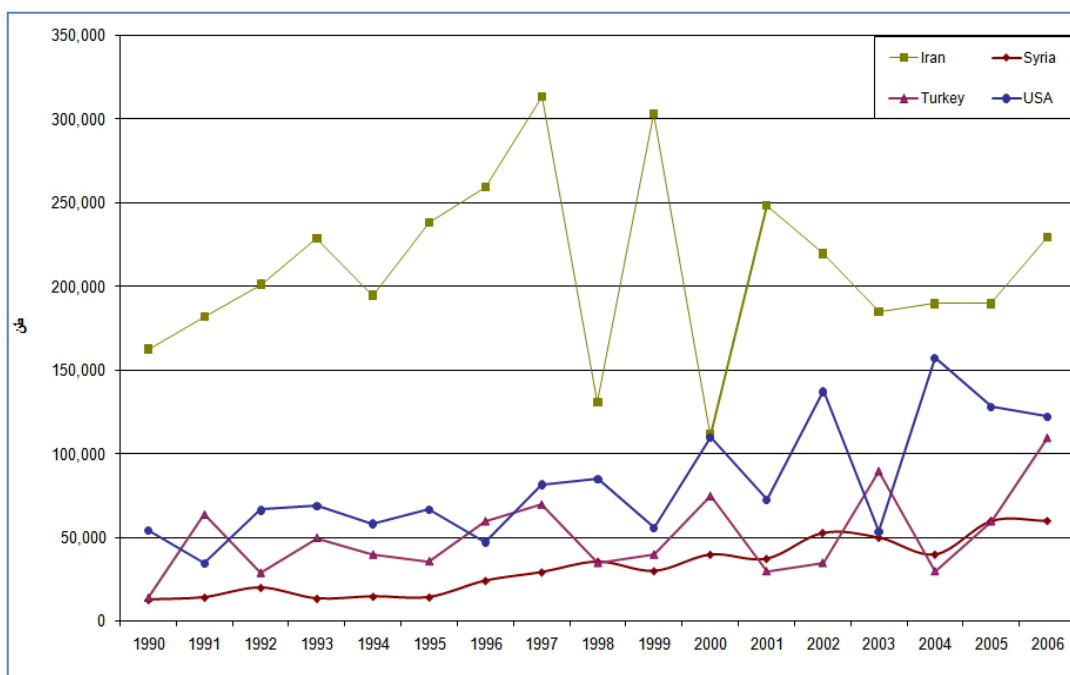


Figure 1.7 : La production mondiale du pistachier vrai de 1990-2006 [54].

La production mondiale en pistache a augmenté suite aux programmes de plantations accrues et aux développements des recherches et études d'amélioration des productions.

En 2009, la production mondiale de la pistache a été de 127.000 tonnes. L'Asie est la principale région de production, elle détient 85p.100 de la production mondiale. Les principaux pays producteurs sont l'Iran (55p.100) et la Turquie (20p.100) [55].

En Grèce, le pistachier est cultivé dans les régions de Fthiotide, d'Attica, de Viotied et la Péninsule Chalchidique ainsi que dans les îles d'Aegina, d'Ebée, de Thira (Santorin) et de Rhodes, sur une surface d'environ 4 000 hectares donc la plupart sont irriguées. La production est d'environ de 5 000 tonnes par an et se base presque en totalité sur la variété femelle *Aegina*, dont le fruit est très apprécié, celle-ci étant pollinisée par le mâle C, le mâle B et le mâle A [56].

En Italie, la récolte a été de l'ordre de 2000 tonnes par an sur une superficie de 4000 ha. La zone productrice la plus importante est celle de Bronte (Sicile), où le pistachier pousse dans des conditions très marginales de culture. La variété la plus répandue est Bianca ou Napoletana, d'excellente qualité pour l'industrie ([57] ; [58]).

Le pistachier fruitier est très peu répandu dans les pays du sud de l'Europe, malgré des conditions pédoclimatiques favorables et les aspects agronomiques et commerciaux intéressants que présente cette culture. Il pourrait constituer une alternative pour de vastes zones européennes méridionales.

Actuellement, il existe en Espagne environ 800 ha de jeunes vergers, localisés principalement en Catalogne, en Andalousie. Le pistachier présente un intérêt potentiel considérable pour de vastes zones de l'Espagne et du Portugal [59].

1.8.2 En Algérie

Son introduction date des années 70-80 (ITAF, 2002) avec une superficie globale de 400 ha environ répartis dans les wilayas (Tableau 1.2).

Tableau 1.2 : répartition du pistachier fruitier en Algérie.

Régions	Bouira	Batna	Tlemcen	Blida	Msila	Saida	Tighennif
Superficies (ha)	50	20	10	2	150	150	20

(ITAF, 2002)

La présence des vergers de pistachiers fruitiers dans les différentes zones à vocation agricole et les résultats obtenus, témoignent que le développement de cette culture est possible en Algérie.

Cependant, le pistachier fruitier planté en Algérie a connu des contraintes dues à la nature de l'espèce et à la méconnaissance des techniques de sa conduite.

Face à ces fortes contraintes, l'Algérie en tant que pays dont l'agriculture est un créneau prometteur a repris en main cette culture agro pastorale et commerciale.

Dans la région Ouest du pays, la mise en place de cette culture a été en 1973, limitée à la zone de Saida, sur des terres des domaines autogérées dans trois communes Sidi Ammar, Sidi Aissa, Ain el Hdjar, Ouled Ibrahim. Depuis, ces vergers ont été attribués à des EAC et abandonnés par la suite faute d'une main d'œuvre non qualifiée.

1.9 Propagation du pistachier et Conception du verger

Pour multiplier le pistachier, l'agriculteur emploie le semis suivi d'un greffage, bien qu'il existe d'autres méthodes de multiplication dont le bouturage. De nombreuses études ont été mises au point pour étudier ce mode de multiplication mais les résultats obtenus n'ont pas donné satisfaction compte tenu de la difficulté de multiplication du pistachier. Le semis reste donc la meilleure méthode de propagation.

La multiplication par semis peut naturellement être utilisée mais pour tous les arbres fruitiers sélectionnés, il est très rare de retrouver, par cette méthode, des arbres possédant toutes les qualités du pied mère. Le résultat obtenu par semis présente des qualités inférieures à ceux des plante-mères. On procède alors par greffage pour atténuer cette caractéristique propre à la multiplication.

Le semis est assez délicat et demande beaucoup de soins. Il peut être réalisé soit directement en place soit en pépinière.

Un porte-greffe issu de semis sera greffable au bout de 2 à 3 ans.

Les graines ont été choisies impérativement de la dernière récolte, non moisies et bien mures.

Pour lever la dormance, la période de stratification-vernalisations sera au minimum d'un mois et au maximum de trois mois (au delà, les semences, particulièrement celles de *Pistacia terebinthus*, voient leur taux de levée, très faible). Elle s'effectue sur une plage de températures de + 4 à + 8° C, en atmosphère humide. L'embryon, étant en haut, les graines sont enfouies la " tête " en haut, dans un substrat composé de sable pour une bonne aération.

Le pistachier préfère les régions à climat aride avec des disponibilités en froid supérieures à 500 heures de températures inférieures à 7.2°C. Les sols de types limono-sablonneux lui conviennent parfaitement. Cette espèce peut être conduite en vergers commerciaux avec des irrigations à l'eau qui peut même être salée (4 à 6 g/l de NaCl).

Des irrigations à la raie peuvent favoriser le développement du *Phytophthora* à laquelle l'espèce est plus sensible. Selon l'expérience Iranienne (grand producteur de pistaches), des irrigations localisées avec des volumes d'eau de 2500 m³/ha/an suffisent à assurer une bonne production.

Le sol doit être maintenu propre par deux passages de travail du sol annuellement pour enfouir les mauvaises herbes. Ils sont complétés par un travail à la sape sous frondaison. Un défoncement sur 70 - 80 cm en Eté et un labour de nivellement. La parcelle est ensuite tracée avec une rayonneuse dont les axes sont écartés de 80 à 90 cm.

Les quantités d'éléments fertilisants apportés dépendent des analyses du sol. Un apport de fumure de fond de l'ordre de 10 qx/ha de type 0-20-25 (N. P. K) pour un sol bien drainé.

Les quantités moyennes apportées tous les 3 années sont de:

- 2 Qx d'azote à 32p.100
- 4 Qx de phosphore à 46p.100
- 5 Qx de potasse à 50p.100

Elles sont localisées après la première mise à fruit dans une tranchée d'une profondeur de 1 à 1.5 m du tronc.

Une quantité de 40 tonnes/ha de matière organique est aussi enfouie avec ces engrais chimiques.

1.9.1. Propagation végétative

Le greffage

Etant donné que le pistachier est une plante dioïque (les fleurs mâles sont portées sur un arbre et les fleurs femelles sont sur un autre) et la multiplication par semis présente un inconvénient majeur (l'impossibilité de reconnaître à l'avance les sexes des arbres), c'est pour ces deux raisons que le greffage du pistachier est indispensable.

Selon nos besoins en plants mâles et femelles, nous pouvons obtenir le nombre voulu, seulement par la connaissance de nos greffons (qui peuvent être soit mâle soit femelle), avec la proportion demandée à la plantation et qui est de 1/8.

L'époque de greffage

La sève du pistachier étant résineuse, s'oxyde facilement, l'arbre supporte mal les plaies importantes. Le greffage en écusson est donc celui qui convient le mieux à cette essence fruitière et qui s'effectue en deux époques.

- **Le greffage en écusson à œil poussant :**

C'est l'état du sujet en sève qui fixe le moment du greffage, il est pratiqué généralement à partir de la première quinzaine du mois de Juin et peut se poursuivre jusqu'au mois de Juillet.

- **Le greffage en écusson à œil dormant**

Le greffage est utilisé pour pallier aux échecs du greffage à œil poussant, ce greffage étant valable en Août, Septembre mais il présente des inconvénients (l'écorce se soulève moins bien et par conséquent la reprise est moins bonne).

- **Choix et récolte de greffons**

Les baguettes de greffons doivent être prélevées sur des arbres sains, dont la variété et le sexe (mâle/femelle) sont identifiés.

Les rameaux greffon sont récoltés aussi peu de temps que possible avant l'écussonnage.

On supprime aussitôt leurs feuilles en conservant une partie du pétiole qui facilite ultérieurement la manipulation de l'écusson.

Prélèvement des bourgeons (les meilleurs bourgeons sont ceux de la partie médiane de la baguette).

Caractéristiques du porte greffe

Le sujet doit être de bon vigueur et bien en sève.

Le diamètre du sujet (porte greffe) doit être supérieur ou égal à 7-8 mm.

L'écusson doit être effectué sur les sujets à une hauteur de 15-20 cm au dessus du sol.

Les étapes d'exécution de greffage

Pour un taux de réussite élevé, le semis doit s'effectuer sur place pour un greffage deux années après. Le semis peut se faire en sachet pour être transplanté après un an de croissance.

Le greffage se fait en verger en écusson comportant 3 bourgeons incrustés en «T» par fente sur 3 à 4 rameaux destinés à être des futures charpentes. Cette opération se

pratique en début Juin avec des bourgeons frais prélevés le même jour sur des pieds mères bien entretenus.

Choix de la zone où doit être effectué l'écusson : l'écussonnage doit être réalisé sur des sujets de 1 à 3 ans dont l'écorce est peu épaisse et se détache facilement du bois.

Réalisation de l'écusson

Sur une partie bien droite du sujet, on pratique une incision en «T».

On choisit sur la baguette greffon un écusson (bourgeon) bien constitué en évitant les boutons à fleurs.

Mise en place de l'œil : on soulève l'écorce du sujet à l'aide de la spatule du greffoir et on introduit l'écusson (bourgeon).

Ligature de la greffe : on ligature avec soins surtout au niveau de l'œil. Une ligature suffisamment serrée et bien exécutée ne se desserre pas sous le frottement léger du doigt.

Ecimage des tiges pour concentrer plus de sève sur la greffe



Figure 1.8 : Pratique de greffage chez le pistachier fruitier (la greffe est âgée d'une année).

Soins après greffage

Deux semaines après greffage les yeux repris sont visibles, (après observation du gonflement du bourgeon).

Il est donc possible de réécussonner immédiatement, les yeux non repris après la reprise et la soudure du bourgeon; la ligature est desserrée.

Diminuer le feuillage de l'onglet dès que le greffon commence à pousser.

Quand le greffon est bien développé, rabattre l'onglet à 10 cm au dessus du greffon, il servira comme tuteur.

1.9.2 Les facteurs de réussite du greffage de pistachier:

Etant donné la sensibilité de cette espèce aux techniques de greffage il serait donc souhaitable de greffer soit tôt le matin soit le soir. Il est également recommandé de greffer immédiatement après le prélèvement des baguettes (greffons). Un stockage de celles ci pendant 24 heures est préjudiciable quant à la reprise des plants greffés (sève est moins oxydante).

La réussite du greffage dépend de plusieurs facteurs : l'entretien de la pépinière, le choix du plant à greffer, le choix de greffons et l'habileté du praticien.

Pistacia vera L. est aussi utilisé comme porte-greffe dans différents pays : Syrie, Iran, Turquie, Tunisie, etc. ([60] ; [61]).

C'est une espèce considérée comme très sensible aux nématodes et aux maladies des racines (*Phytophthora*, *Armillaria*, *Verticillium*). Il a un développement lent mais présente une excellente affinité au greffage.

Actuellement, cette espèce est de plus en plus délaissée au profit principalement de porte-greffe d'origine interspécifique.

Le greffage en place donnera les meilleurs résultats (75p.100 de reprise) car la transplantation est délicate. Le plant supporte mal les plaies, le greffage en écusson est donc celui qui convient le mieux à cette espèce.

Les Méthodes de greffage :

- **Fente** : fin Mars, début Avril. Très faible taux de reprise soit de l'ordre de 10p.100.

- **Anglaise** : fin Mars, début Avril. Faible taux de reprise.

- **Couronne** : utiliser des greffons à deux yeux, mastiquer et ensacher le tout pour protéger du soleil, le sachet sera retiré dès le début du débourrement du greffon. Faible taux de reprise.

- **Chip-pudding œil poussant** : Mai- Juin, soit avec du greffon de l'hiver en état de repos végétatif (semble avoir une meilleure reprise), soit avec du greffon frais.

- **Flute / sifflet** : Mai, parfois Juillet-Août.

- **Écusson œil poussant** : mi- Juin, de préférence avec du greffon hiverné, choisir des bourgeons bien formés.

- **Ecusson œil dormant** : Mi - Juillet au moment de la lignification : pas avant (bois pas assez aoûté), pas après (baisse de sève dès la fin Juillet). Avec du greffon « frais ».

- **Placage** : Mi-juillet, au moment de la lignification.

Epoque de semis

La mise en terre des graines a lieu généralement du 15 Février à la fin du mois de Mars, un semis plus tardif donne les meilleurs résultats car les graines craignent l'humidité.

Au moment du semis, il est recommandé de placer la graine la pointe dirigée vers le bas pour favoriser un développement plus rapide des racines, à une profondeur de 2-6 cm avec une distance entre les graines de 4 à 5 cm.

1.10 Entretien de la pépinière

• L'irrigation

Les planches sont irriguées une première fois quand les plantules ont 2cm puis tous les 20 jours au printemps et tous les 8 jours en Été.

• Les binages

Ils consistent à l'élimination des mauvaises herbes susceptibles de concurrencer les jeunes plants.

• Les engrais de couverture

L'engrais azoté de couverture est apporté à raison de 60 unités/ha correspondant à 3 quintaux de Sulfate d'Ammonium.

L'apport est fractionné en deux fois en évitant de le mettre en contact avec la végétation, l'opération est immédiatement suivie par l'irrigation.

Le premier apport a lieu vers la fin du mois d'Avril : 1- 1,5 qx/ Ha

Le deuxième apport vers la fin du mois de Juin : 1- 1,5 qx/ Ha

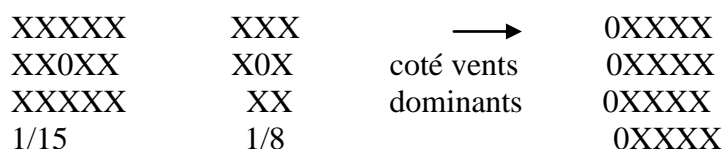
1.11 Récolte et traitement des pistaches

La récolte s'effectue manuellement au mois d'Octobre. Les pistaches sont immédiatement décortiquées puis lavées à l'eau pour que l'endocarpe ne brunisse pas. Elles sont ensuite séchées soit dans des séchoirs (70°C) soit au soleil après ventilation pour ressuyage. Les fruits déhiscents sont triés et emballés dans des sacs en plastique.

1.12. Conception du verger

Dans les pays méditerranéens, la densité des arbres de pistachier dans les vergers est, généralement, élevée et variable. Elle est de 400 à 500 arbres/ha, si l'eau d'irrigation est douce. En présence de sel (4 à 6 g/l de NaCl), une intensification peut être envisagée avec des écartements plus réduits (7 x 3 m à 6 x 3 m).

Les génotypes mâles à planter doivent respecter un sexe ratio de 1/15 à 1/8 pour une bonne anémophilie ou une entomophilie. Les arbres mâles sont dispersés dans tout le verger avec une localisation du côté du vent dominant, si le terrain est balayé par le vent. Néanmoins, il serait suffisant de planter environ 12p.100 d'arbres pollinisateurs, soit environ 1 pied mâle pour 8 pieds femelles ou 1 pied mâle pour 15 pieds femelles selon le schéma suivant:



1.13 Amélioration génétique

En Algérie, il est très important de signaler que le pistachier fruitier (*Pistacia vera* L.), jusqu'à nos jours, fait partie de plantes largement ignorées et probablement non étudiées sur le plan moléculaire.

Jusqu'à aujourd'hui, la seule amélioration apportée au pistachier, a été l'œuvre des planteurs. Ces derniers ont sélectionné par hasard les arbres estimés prometteurs afin de greffer les génotypes les moins fructueux [62].

L'usage des marqueurs moléculaires, particulièrement pour déterminer le sexe, pourrait non seulement accélérer la première sélection, mais aussi tous les processus.

Cependant, le système de reproduction y compris la pollinisation et l'expression du sexe sous les contraintes écologiques, demeure non élucidé. Par ailleurs, divers clones issus des vieux arbres qui ont, dans le temps, accumulé différentes mutations spontanées, peuvent être exploités pour sélectionner les meilleurs clones à des fins commerciales [63].

1.13.1 Les marqueurs moléculaires comme outil d'aide aux programmes de sélection

Bien que la sélection classique ait obtenu des résultats encourageants (augmentation du rendement), elle ne parvient plus aujourd'hui à évoluer aussi rapidement. L'amélioration du pistachier fruitier porte maintenant sur des caractères très complexes, présentant en majorité une distribution continue. La valeur phénotypique d'un individu dépend du génotype (facteurs génétiques) mais aussi des conditions environnementales.

L'utilisation de marqueurs moléculaires liés aux facteurs génétiques contrôlant l'expression de caractères d'intérêt agronomique, et le développement de cartes génétiques à haute densité permettent d'accéder à des informations précises ; le nombre et l'effet des gènes intervenant dans l'expression d'un caractère, leur localisation sur les chromosomes et leur mode d'action [64].

En biologie végétale, le terme marqueur s'applique à plusieurs concepts, parfois très différents. Un marqueur morphologique par exemple est un caractère physique (couleur, forme, longueur...) généralement dominant, souvent influencé par le milieu, et pouvant interférer avec d'autres caractères [65].

Par contre, un marqueur génétique, moléculaire ou biochimique, est toujours synonyme de locus marqueur; le locus marqueur est un locus (séquence d'acide nucléique, ou expression de cette séquence) polymorphe qui renseigne sur le génotype de l'individu qui le porte et/ou sur les génotypes voisins [66].

Par définition, un marqueur génétique est un caractère mesurable à hérédité mendélienne [67]. On distingue les marqueurs biochimiques, issus de l'expression des gènes (y compris les produits de métabolisme secondaire : isozymes, protéines, terpènes...), et les marqueurs moléculaires, qui désignent directement des séquences d'acide nucléique. Les marqueurs moléculaires représentent la dernière génération de marqueurs utilisés dans les études de diversité génétique. Ils reposent sur la mise en évidence du polymorphisme de la taille de fragments d'ADN [68].

Les marqueurs moléculaires sont utilisés pour étudier la variabilité et la diversité génétique directement sur l'ADN, plutôt que sur des caractères qui sont soumis à l'environnement comme les propriétés morphologiques [69]. Les marqueurs

moléculaires sont particulièrement utiles dans les recherches sur la diversité génétique des plantes et la structure génétique des espèces [70].

Selon [71], les marqueurs moléculaires idéaux pour les études de structuration génétique de populations sont ceux présentant les caractéristiques suivantes :

- Caractère mendélien à hérédité simple,
- Multi - Allélique,
- Codominant,
- Pas d'effet épistatique (la lecture du marqueur étudié est indépendante de l'expression des autres marqueurs du génome),
- Non liés génétiquement aux autres marqueurs,
- Insensible aux conditions environnementales, et pas d'effet sur la croissance ou sur la reproduction sexuée,
- Sélectivement neutre : quel que soit l'allèle présent au locus marqueur, la valeur sélective de l'individu est la même,
- Facilement observable et sans ambiguïté,
- Reproductible d'une expérience à une autre.

Le principal intérêt des marqueurs moléculaires est leur insensibilité au milieu, c'est-à-dire que le génotype peut être inféré à partir du phénotype, quelles que soient les conditions environnementales [69]

1.14 Quelques outils pour l'amélioration des ressources génétiques

Des réflexions critiques concernant les stratégies empiriques de l'amélioration génétique des rendements dans les milieux à fortes contraintes, ont abouti à la proposition d'une stratégie globale associant des études conduites à différents niveaux d'intégration (génome, plante, peuplement) et intégrant divers outils physiologiques, génétiques et moléculaires [72].

1.14.1 Polymorphisme de plante

Le polymorphisme est une caractéristique souvent étudiée en agronomie, que ce soit pour différencier des populations d'organismes, déterminer les pathovars, cibler des populations naturelles pour en apprécier les relations et donc les distances génétiques ou déterminer l'écotype [73]. Les critères utilisés peuvent être phénotypiques, biochimiques (capacité à utiliser un substrat, information d'une enzyme) ou

moléculaires.

1.14.1.1 Polymorphisme phénotypique

Les caractéristiques phénotypiques constituent un outil incontournable dans la classification et la taxonomie des micro et macro organismes et continuent, à nos jours, d'être utilisées [74]. Elles servent entre autre à repérer d'éventuelle contamination ou encore d'étiquetage ultérieur.

Les caractères morphologiques sont très importants et révèlent de la caractérisation. Ils sont généralement quantitatifs et ont un déterminisme mono et polygénique. Toutefois, ils peuvent être influencés par des facteurs environnementaux et comprennent d'une part des mesures biométriques portant sur l'arbre (taille et forme des fruits, des feuilles, longueur d'inflorescence, nombre de fleurs, hauteur de l'arbre etc.) et d'autre part des données qualitatives comme la couleur et les dimensions des fruits [75].

L'analyse de diverses données morphologiques permet d'identifier et de caractériser des groupes de diversité et de préciser leur constitution. Cette description a été utilisée pour caractériser les types sauvages et cultivés du pistachier [75]. Par ailleurs, les traits liés à la taille d'inflorescence et au nombre de fleurs par inflorescence, qui sont indépendants des conditions environnementales, ont servi d'outils, dans plusieurs pays, pour caractériser et étiqueter les pieds mâles et femelles du pistachier [76].

1.14.1.2 Polymorphisme agronomique

Les caractères agronomiques à immense intérêt, sont généralement quantitatifs, à contrôle oligo ou polygénique et à "manipulation" complexe. Ils sont souvent soumis aux besoins et choix commerciaux et peuvent être regroupés en plusieurs catégories: caractère lié à la production (précocité, rendement), vigueur de plante, qualité de fruit, résistance aux stress biotiques (maladies et parasites) et abiotiques (stress hydrique, thermique, salinité). En effet, en Syrie et précisément à Alep, les types de pistachier locaux non greffés sont plus tolérants au froid par rapport aux cultivars greffés [76].

1.14.1.2.1 Variabilité de la taille du génome ou polyploïdie

La caryologie qui est l'étude du génome pendant la phase diploïde de l'individu, permet de distinguer les différents taxons par la taille, la forme et le nombre de leurs

chromosomes, incluant le nombre et la taille de satellite [77]. Le nombre de chromosomes est normalement constant au sein d'une espèce et la morphologie de chaque paire chromosomique lui est caractéristique. Toutefois, des conditions écogéographiques peuvent induire des variations au niveau de la taille du génome dans un même espace [77]. En effet, la variabilité intraspécifique liée au phénomène de polyploïdie et corrélée aux conditions écogéographiques, a été rapportée par certains auteurs chez plusieurs plantes, incluant *Poa annua* [78], *Dactylis glomerata* [79], *Sesleria albicans* [80] et *Pistacia vera* L. [77].

Cette étude permet d'établir un «caryotype» qui constitue une «carte d'identité chromosomique» ou caryogramme, représentation schématique du génome haploïde.

Elle peut être basée sur la technique classique d'observation de caryotype des cellules de pointes racinaires mais aussi sur les techniques plus récentes de banding (C ou D: coloration chromosomique) ou d'hybridation *in situ* (utilisation de sonde spécifique d'ADN) [81]; [82]. Actuellement, une nouvelle approche rapide permettant la détermination du niveau de ploïdie d'une espèce, a été élaborée. Il s'agit de la cytométrie en flux (CMF), basée sur la mesure de fluorescences, qui permet l'estimation du contenu en ADN [83], sa répartition dans les différentes phases du cycle cellulaire [84] ou simplement la recherche du degré de ploïdie [85].

D'après [86], Le nombre de chromosomes de *Pistacia vera* L. a été trouvé à $2n = 30$ à c-métaphase de mitose cellule étudiée pour tous les matériaux.

1.14.1.2.2 Polymorphisme biochimique (Les enzymes protéiques)

La biochimie a été utilisée par les taxonomistes à partir des années 1960, principalement pour l'évaluation de composants chimiques secondaires tels que les flavonoïdes ou les terpénoïdes.

Les protéines, enzymes en occurrence, restent très informatives du fait qu'elles constituent des produits de l'information génétique portée par l'ADN d'un individu. L'ADN, bien qu'il code pour un même produit, peut porter des variations (mutations) significatives d'un individu (ou d'un groupe) à un autre. L'ensemble des enzymes synthétisées dans l'organisme peut être caractéristique pour un individu donné.

L'électrophorèse des protéines, c'est-à-dire la migration des protéines sous l'influence d'un champ électrique, est l'une des méthodes les moins coûteuses pour

l'obtention de données génétiques au niveau moléculaire. Elle a été aussi historiquement la première technique moléculaire utilisable. Depuis l'apparition du gel d'amidon [87] avec la visualisation histochimique des enzymes sur gels [88] suivies des études modèles de [89], une révolution majeure dans la compréhension des processus micro et macroévolutifs a été possible. L'électrophorèse sur gel d'amidon ou d'acrylamide, dont l'usage s'est répandu à la fin des années soixante, a été pour bon nombre de thématique de recherche la méthode d'analyse du polymorphisme génétique dans les populations et les espèces [90]. Le principe en est le suivant : on prélève chez chaque individu une petite quantité d'un tissu particulier que l'on broie. La goutte d'extrait protéique obtenue est déposée sur une plaque de gel imbibée d'une solution d'électrolytes. On établit ensuite un champ électrique. Chaque protéine se déplace dans ce champ avec une vitesse qui est principalement fonction du rapport entre sa charge et sa taille moléculaires et prend, après un temps défini de migration, une position caractéristique par rapport au front de migration. A la fin de la migration électrophorétique, le gel est mis en contact avec un produit pouvant servir de substrat à une réaction enzymatique : il donne un produit coloré. On observera une bande à l'endroit où se sont arrêtées les molécules de l'enzyme correspondant. Une bande est observée pour les individus homozygotes et plusieurs bandes pour les individus hétérozygotes. On peut alors identifier les isozymes, enzymes ayant des fonctions cellulaires voisines, puisqu'elles sont actives sur le même substrat artificiel. Cette technique a permis d'estimer la diversité génétique dans les populations animales et végétales [91].

Les différents allèles d'un locus donné sont issus des substitutions nucléotidiques ayant conduit au remplacement d'acides aminés [92]. Les alloenzymes montrent des patrons de bandes protéiques variés révélateurs, chez les individus hétérozygotes, de la structure de la forme active de l'enzyme : monomérique, dimérique, trimérique et tétramérique (Fig 1.9).

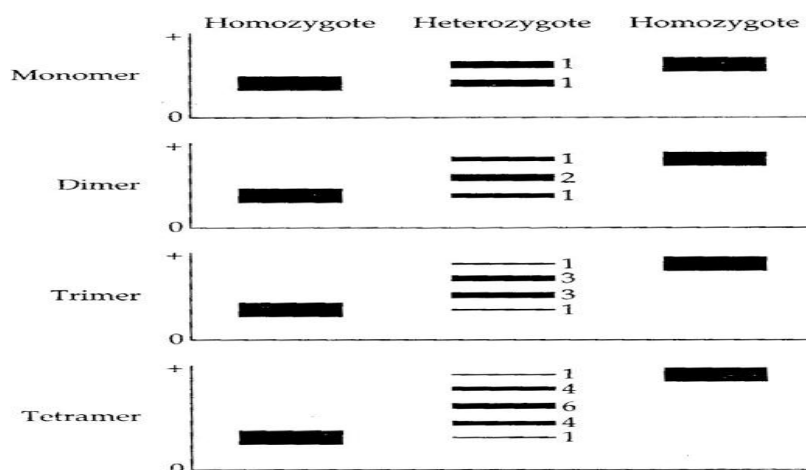


Figure 1.9: Diagramme de patrons isozymiques attendus chez les homozygotes et les hétérozygotes pour les enzymes protéiques composées d'une ou de plusieurs sous unités (D'après [93]).

Bien que de nombreux marqueurs moléculaires soient devenus accessibles ultérieurement après la découverte des endonucléases ou enzymes de restriction et le séquençage direct du matériel génétique, les alloenzymes restent encore d'actualité et sont parfois utilisés soit seuls, soit en association avec d'autres marqueurs (nucléotidiques ou morphologiques) dans de nombreuses études chez les végétaux.

On peut citer en premier lieu, la recherche de composés synthétisés lors d'un stress hydrique [94]. Des composés de métabolisme secondaire (flavone, polyphénol, terpène) ont été trouvés chez *Triticum*, *Aegilops* et *Ceratonia* [95].

En second lieu, il y a des protéines possédant des propriétés amphotères et qui peuvent être séparées par électrophorèse sur gel. Différentes méthodes d'électrophorèse sont utilisées selon l'espèce: les protéines de réserve, les isozymes ou les empreintes protéiques [96].

Les protéines de réserve de graine (gliadines, glutenines) sont facilement séparées par électrophorèse mono-dimensionnelle sur gel de polysaccharide. Souvent polymorphes, elles se sont avérées un moyen rapide d'identification de diverses espèces ou cultivars, en particulier chez les plantes céréalières ([97] et [98]).

Les isozymes sont l'ensemble de multiformes, d'une même enzyme résultant génétiquement de différences dans la structure primaire, issues de même organisme. Les échantillons sont déposés sur un gel d'amidon (support poreux) et grâce à un tampon chimique, la migration s'effectue sous l'action d'un champ électrique et les enzymes,

étant chargées négativement, vont migrer vers le pôle positif. Ainsi, les différentes molécules sont séparées selon leur charge et secondairement selon leur poids moléculaire.

Ces isozymes ont les mêmes propriétés catalytiques induisant, après l'addition d'un substrat spécifique naturel ou artificiel, l'apparition d'un produit terminal coloré (visible) et insoluble [99].

D'après les travaux réalisés par [100], la variabilité isoenzymatique de 6 espèces de pistachier (*P. atlantica*, *P. integerrima*, *P. khinjuk*, *P. palestina*, *P. terebinthus* et *P. vera*) à partir d'échantillons de feuilles. avec 10 systèmes isoenzymatiques qui ont été essayés : aconitase (ACO), estérase (EST), glutamate oxalo-acétate transaminase (GOT), isocitrate deshydrogénase (IDH), leucine aminopeptidase (LAP), malate deshydrogénase (MDH), glucose 6 phosphate deshydrogénase (GPGD), phosphoglucose isomérase (PGI), phosphoglucomutase (PGM) et shikimic deshydrogénase (SDH).

Ces analyses ont été réalisées sur 183 arbres de différentes origines : 27 arbres de *P. atlantica* (2 origines), 30 de *P. integerrima* (1 origine), 32 de *P. khinjuk* (1 origine), 27 de *P. palestina* (3 origines), 15 de *P. terebinthus* (1 origine) et 52 de *P. vera* (11 pays différents) [101].

Pour la plupart des systèmes étudiés (ACO, EST, GOT, MDH, PGI, PGM et SDH) la coloration des zymogrammes a été satisfaisante et plusieurs zones d'activité ont été révélées. Le polymorphisme observé a permis la caractérisation des différentes espèces de pistachier .

Dans le cas de l'IDH, de la LAP et de la GPGD, la résolution a été mauvaise et l'activité pour ces systèmes très pauvre. Leurs zymogrammes n'ont donc pas pu être interprétés. Quatre systèmes (GOT, MDH, PGI et PGM) ont été très utiles pour l'identification des espèces du fait de leur polymorphisme. PGI s'est avéré le système le plus discriminant. Pour ce système, chaque espèce a présenté un zymogramme différent, à l'exception de *P. atlantica* et *P. palestina* où les bandes des zymogrammes étaient les mêmes [101].

D'après [101], l'espèce la plus polymorphique a été *P. atlantica*, qui présentait un polymorphisme pour 6 systèmes (EST, GOT, MDH, PGI, PGM et

SDH), suivi par *P. vera* L. polymorphique pour 5 (ACO, EST, PGI, PGM et SDH), *P. palestina* pour 4 (GOT, PGI, PGM et SDH), *P. integerrima* pour 3 (ACO, PGM et SDH) et finalement *P. khinjuk* et *P. terebinthus* pour 2 systèmes (GOT et SDH).

Vu le faible niveau du polymorphisme révélé par les marqueurs biochimiques et sa variabilité en fonction des conditions environnementales, il est souvent nécessaire d'utiliser les marqueurs moléculaires pour compléter l'évaluation et l'étiquetage des ressources génétiques.

1.15. Description de la technique Microsatellites ou SSR (*Simple Sequence Repeats*)

Les microsatellites, alternativement connus sous le nom de «séquences simples répétées (SSR) sont des éléments d'ADN répétés dont la taille est généralement moins de 5pb (mono, di, tri et tétra-nucléotidiques), révélés par amplification par PCR de l'ADN génomique ([102] ; [103]; [104]).

Le polymorphisme des SSRs résulte de la différence du nombre d'unités répétées, estimées de 5 à 50 copies chez les plantes [105] et qui émane des erreurs survenues lors de la réplication d'ADN [106]. Ces différences sont révélées sur gel polysaccharide où les motifs en tandem migrent en fonction de leur poids. Par ailleurs, ces marqueurs sont adaptés aux études de populations étroitement apparentées et permettent même les comparaisons entre individus ou cultivars [107]; [108] ; [99]. Grâce à leur grand contenu informatif, 10 à 20 loci suffisent pour distinguer des génotypes très proches. Ils ont été utilisés aussi bien dans l'étude de la diversité génétique que dans l'élaboration des cartes génétiques du blé, de l'orge et du soja [109]; [110]; [111]. En plus, ce sont de marqueurs multi-alléliques d'où leur usage dans les études phylogénétiques et de l'évolution des espèces. Ainsi, [112] utilisant ces marqueurs ont pu établir un arbre phylogénétique composé de *Persea americana* et ses espèces sauvages.

1.16. Description de la technique ISSR

Les énormes progrès de la biologie moléculaire pendant ces dernières années ont conduit au développement de plusieurs méthodes d'analyse de la diversité génétique, parmi lesquelles, la technique d'amplification aléatoire des fragments polymorphes d'ADN ou ISSR.

La technique des marqueurs ISSR (*Inter Simple Sequence Repeat*) est une technique s'appuie sur le polymorphisme de répartition des microsatellites dans le génome du Pistachier fruitier.

L'ISSR est une technique consistant à révéler en masse du polymorphisme de type microsatellite [113]. Cette technique reprend le principe de la RAPD. Les amorces sont constituées d'une partie d'une séquence de microsatellite (4 à 6 répétitions selon sa taille) et d'une à trois bases arbitraires sélectives en 3' ou en 5'.

L'amplification par PCR va révéler de nombreux fragments flanqués de part et d'autre du même microsatellite en orientation inversée. Le polymorphisme dépend ici du nombre d'unités de répétitions.

La quantité de marqueurs polymorphes peut être élevée, alors que la technique est simple et de faible coût. L'avantage de cette technique est qu'elle ne nécessite pas de connaissance particulière des séquences d'ADN et que les cibles des amorces sont très abondantes dans le génome des végétaux.

Cette technique de marquage génétique a déjà été utilisée avec succès chez le riz [114] le maïs [115], le pistachier fruitier (*Pistacia vera* L.) [116], les conifères [117] [118], les agrumes [119] et sur une espèce de *Nicotiana* [120], d'où son intérêt pour l'analyse du génome des végétaux.

Dans le cadre de ce travail sur la variabilité génétique de *Pistacia vera* L., notre choix s'est porté sur cette technique pour plusieurs raisons. Elle présente l'avantage d'être rapide et simple à réaliser, elle peut s'effectuer valablement avec de très faibles quantités d'ADN matrice [121].

Elle nécessite cependant l'obtention d'un ADN très pur, présentant peu ou pas de contamination par les autres constituants cellulaires (ARN, protéines, lipides, etc) ce qui suppose la mise au point d'un bon protocole d'extraction et de purification de l'ADN à amplifier.

Chapitre II

Materiel et méthodes

Chapitre 2 : Matériel et méthodes

Dans un premier temps, il est procédé au choix et à la description des stations d'étude. Par la suite, les méthodes d'échantillonnage utilisées sur le terrain sont développées. Les techniques d'exploitation des résultats comme les indices écologiques et les méthodes statistiques sont présentés.

2.1 Présentation des régions d'étude : Batna, Bouira, Blida et Tlemcen

Les particularités des régions d'étude sont traitées. Elles portent sur les facteurs abiotiques et biotiques. L'ordre choisi pour les stations se fait d'Est vers l'Ouest, soit d'abord Batna puis Bouira, Blida et Tlemcen (Fig..2.1).

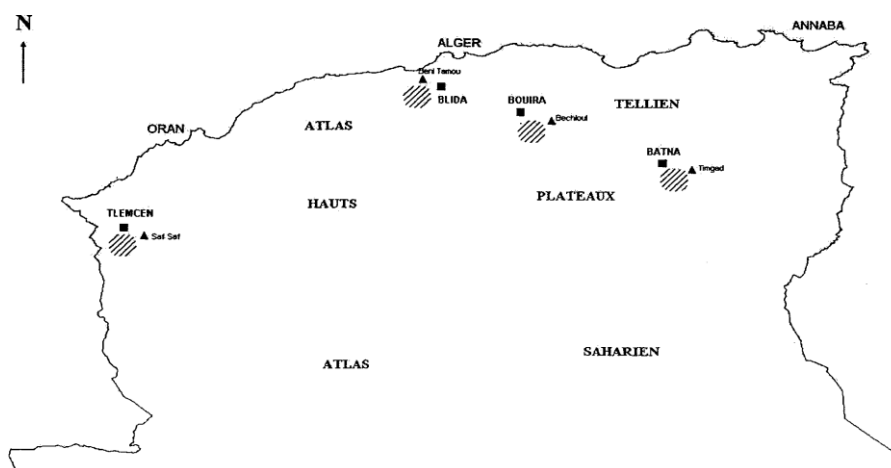


Figure 2.1 : Localisation des régions d'étude et des placettes de pistachier fruitier en Algérie

▨ : Régions d'étude
▲ : Stations d'étude

Echelle : 1/ 5.000.000

2.1.1 Facteurs abiotiques des régions d'étude.

Les facteurs abiotiques pris en considération sont la situation géographique des régions d'étude et les conditions climatiques des régions d'étude.

2.1.1.1 Situation géographique des régions d'étude.

Les coordonnées géographiques des régions de Batna, Bouira, Blida et Tlemcen sont présentées dans le tableau 2.1.

Tableau 2.1 : Coordonnées géographiques des 4 régions d'étude (Batna, Bouira, Blida, et Tlemcen).

Régions	Batna	Bouira	Blida	Tlemcen
Localisations				
Longitude Est	04° 50' 15"E.	03°22'53"E.	02°31'52"E.	02° 12' 32"W.
Longitude Ouest	06°37'38"E.	04°28'27"E.	03° 22' 36"E.	00°43'37"W.
Latitude Nord	35° 53' 19"N.	36° 34' 16"N.	36°39'43"N.	35° 14' 09"N.
Latitude Sud	34° 44' 31"N.	35°49'30"N.	36° 19'44"N.	34°04'09"N.

La région de Blida apparaît la plus septentrionale. Elle est limitée par des latitudes comparables à celles de la région de Bouira. Celle de Tlemcen est par contre la plus méridionale alors que la région de Batna se retrouve entre des latitudes intermédiaires. Compte-tenu du fait que la région de Tlemcen est protégée par les reliefs du Haut et du Moyen Atlas marocain et qu'elle échappe aux influences océaniques, il faut s'attendre à ce qu'elle soit moins arrosée que les trois autres régions.

Région de Batna

Quant à la région de Batna, elle est montagneuse notamment à l'Est. Les montagnes jouent un rôle important dans les domaines de la diversité biologique, des paysages des unités de végétation, des taxons et des espèces endémiques et des microclimats. Pour ce qui concerne les montagnes, le mont Chélia qui culmine à Ras Keltoum avec 2328 m d'altitude est à noter. C'est un massif n'offrant guère de passages dans le sens Nord-Sud, mais qui est partiellement traversé par une dépression synclinale Nord-Est-Sud-Ouest au fond de laquelle coule l'Oued Abiod de Timgad dans la région de Batna. Concernant les forêts, il est à noter celles de Belezma, de Beni-Oudjan, de Béni Amloul, d'Ouled Yakoub, de Bouarif et Legag. Comme espace ou parc protégé il est à signaler la présence du parc national de Belezma dont la superficie atteint 26.250 ha. Le parc national du Belezma est un carrefour biogéographique, est la croisée des influences Nord-méditerranéenne subhumide et subtropicale aride [122].

Région de Bouira

Bouira est située à l'Est d'Alger à 120 km de la capitale (36° 22' 56"N; 05°53'34"E) à 522 m d'altitude. Elle appartient bio-géographiquement au Tell Constantinois. Cette région s'étend sur une superficie de 4.456,26 km². La région de

Bouira est limitée au Nord par les monts de Lakhdaria, au Nord-Est par la chaîne Montagneuse du Djurdjura qui constitue le parc national du Djurdjura avec une superficie de 18.850 ha, au Sud-Est par la chaîne montagneuse des Bibans, au Sud-Ouest par les montagnes de Dirah et à l'Ouest par les Hauts plateaux de Tazmalt. Le relief est contrasté et comporte cinq grands ensembles physiques, soit la dépression centrale, la terminaison orientale de l'Atlas Blidéen, le versant Sud du Djurdjura, la chaîne des Bibans et les hauts reliefs du Sud. La dépression sud bibanique ou dépression centrale se compose des plaines des Aribes, du Plateau d'El Asnam, de la vallée de l'oued D'hous et de l'oued Sahel. S'agissant du versant Sud du Djurdjura, il se constitue de la vallée ou plaine du Djurdjura appelée communément "Sahel-Djurdjura". La zone boisée correspond à 25p.100 de la surface de la région soit 111.490 ha qui couvrent le massif forestier. Celui-ci se compose de pin d'Alep (51.638 ha), de chêne vert (2.775 ha) et de chêne-liège (2.143 ha).

Région de Blida

La région de Blida est située dans la partie centrale de la Mitidja. Elle est limitée au Nord par des vergers d'agrumes et de vergers d'arboricultures de Boufarik, au Nord-Est par les montagnes de l'Arbaa et de Meftah, à l'Ouest par Oued Djer, au Sud par les premières pentes de l'Atlas Blidéen.

Région de Tlemcen

La région de Tlemcen est située à l'extrême Nord-Ouest de l'Algérie. Elle est limitée au Nord par le massif forestier de Ghazaouet, au Sud par les Hauts plateaux occidentaux Aaricha, à l'Est par la frontière Algéro-Marocaine, à l'Ouest par le Massif forestier de Sidi-Bel-Abbès. Sa position géographique lui confère le titre de région pilote car elle présente différents types de reliefs, soit une bande littorale, des plaines, des hauts plateaux et à sa partie centrale les monts de Tlemcen avec son parc national avec 8.225 ha.

2.2 Particularités pédologiques des régions d'étude

La pédologie du sol joue un rôle très important dans la répartition des espèces végétales et animales. C'est dans cette optique que les particularités pédologiques des régions de Batna, de Bouira, de Blida et de Tlemcen sont traitées.

Région de Batna

Les principaux caractères d'un sol sont sa texture, sa structure, son pH et sa teneur en éléments minéraux [123]. Une étude du sol est réalisée par [124] dans le parc national de Belezma. Cet auteur montre que les taux de la matière organique contenus dans le sol varient entre 3,9 et 4,6p.100. [125] signale que les sols sont considérés riches en matière organique lorsque le pourcentage de la présence de cette dernière est supérieur à 2p.100.

A cet effet, le sol étudié est considéré comme un sol riche en matières organiques et non salé. Il est de texture limono-argileuse. C'est un sol alcalin, pauvre en calcaire.

Le massif du Belezma n'a pas fait l'objet d'études pédologiques approfondies et systématiques. Les principaux types de sols observés sont bruns calcaires, ou bruns faiblement calcaires ou des rendzines dolomitiques [126]. Les sols bruns calcaires sont notés sur des substrats marneux et calcaires, dans les bas versants de Touggourt, Boumerzoug et Thichaou à des altitudes comprises entre 1400 et 1600 m. Les sols bruns faiblement calcaires sont peu répandus évoluant sur des grès, à des altitudes allant de 1600 à 2000 m d'altitude. Ils sont localisés à Bordjem, Chelalla et Theniet El-Gontos. Quant aux rendzines dolomitiques, elles sont formées sur des dolomies et des calcaires dolomitiques, présentes à partir de 1600 mètres sur les pentes fortes de Touggourt et Thichaou.

Région de Bouira

La partie septentrionale de l'Algérie, formée essentiellement de montagnes récentes datant du tertiaire est un milieu méditerranéen fragile [44].

Selon [126] le massif du Djurdjura est constitué d'une grande unité structurale désignée par chaîne calcaire Kabyle. Il est composé de terrains sédimentaires fortement plissés et fracturés. Deux principaux types de sols caractérisent le massif du Djurdjua. Ce sont les sols peu évolués et les sols bruns forestiers. Les sols peu évolués calcimagnésiques sont localisés sur le versant septentrional. Quant aux sols bruns forestiers qui sont acides ils constituent le versant méridional de Tikjda.

Selon [127] et [128] les sols de la zone de Tikjda, évoluant sur un substratum géologique gréseux, répondent aux caractéristiques des sols bruns forestiers, acides. Les teneurs en matières organiques sont relativement élevées. L'atténuation de la

décomposition organique est sans doute liée au fort taux de recouvrement des formations arborées. A cet effet, [129] et [130] précisent que les sols du Djurdjura sont des sols gypseux avec des couches salées dans le triassique. Cette arête est en effet un élément de l'orogène alpestre périméditerranéen où le système triassique est constitué par des calcaires et des pélites avec des couches marneuses et dolomitiques.

Région de Blida

Les différentes modifications dues au climat, à la flore et à la faune se traduisent par des transformations dans la composition physico-chimique du sol. [131] signale que la plaine de la Mitidja est un ensemble de terres très fertiles et à faibles pentes. La partie occidentale drainée par Oued Djer, Chiffa et Bouroumi a une altitude qui va en décroissant du Sud, soit du piémont de la Chiffa d'altitude 150 m vers Tipaza au Nord. Les pentes sont faibles, parfois nulles et correspondent aux meilleurs sols de la région, les uns limoneux mêlés de cailloux près du piémont ou limoneux rouges, profonds, faciles à travailler comme dans la zone de Mouzaïa, et les autres sablo-argileux de la basse plaine qui sont plus lourds. La plaine de la Mitidja est bordée au Sud par l'Atlas Blidéen dont certains sommets culminent à 1600 m. Au delà du Piémont les pentes très fortes, supérieures à 30p.100 et les terres sont sujettes à une érosion intense, là où la couverture forestière fait défaut. Seul le piémont, d'altitude variant entre 200 à 600 m, présente des conditions favorables à un développement agricole [131].

Dans la plaine de la Mitidja, les sols sont en grande partie de type peu évolué, avec des dépôts alluviaux récents et profonds. La texture est hétérogène, de grossière à fine. Certaines zones sont caractérisées par des sols calcimagnésiques à teneur en fer élevée, de texture limono-argileuse à argilo-limoneuse, peu profonds à profonds sur encroûtement calcaire et potentiellement fertiles.

En général, la teneur en matières organiques de ces sols est faible. Selon [131], la Mitidja est une vaste plaine alluviale du Nord algérien qui s'étend sur une longueur de 90 km et une largeur de 8 à 18 km. Elle couvre une superficie de 150.000 ha. Dans les conditions naturelles la plupart des oueds de la Mitidja sont intermittents et acheminent des débits importants seulement pendant de courtes périodes après de fortes pluies. Seuls les grands oueds Boudouaou, Hamiz, Djemaa, El Harrach dans la partie orientale et Mazafran, Oued Djer, Bouroumi, Chiffa dans la partie occidentale ont un écoulement

quasi-permanent. La cartographie de la Mitidja a permis de recenser 5 classes de sols peu évolués, sols calcimagnésiques, vertisols, sols à sesquioxydes de fer et les sols hydromorphes [131]. [132] précisent que la Mitidja après une longue période de prospérité et de richesse agricole, connaît au cours de la dernière décennie une réduction de sa productivité à cause de plusieurs facteurs, entre autre, la méconnaissance des sols de la région. En effet, peu d'études pédologiques sont effectuées dans la région citée. Par contre la microflore tellurique et surtout le groupe des actinomycètes et leur rôle dans la dégradation de la matière organique, donc dans la fertilisation du sol restent pratiquement inconnus. La matière organique diminue nettement en fonction de la profondeur pour atteindre des valeurs très faibles déjà à 40 cm et entre beaucoup moins à 90 cm. La disparition rapide de la matière organique dans ces sols semble être due à l'importante biodégradation des acides humiques.

Région de Tlemcen

La région de Tlemcen se caractérise par des sols rouges méditerranéens. Cependant dans les régions forestières montagneuses les sols bruns, parfois légèrement lessivés dominent.

A 35 km au Nord d'El Aricha un horizon très calcaire compact se localise sur une faible profondeur, c'est un dépôt de calcaire de type continental [133]. Par ailleurs, l'étude de profils pédologiques réalisés par [134], au sein de peuplements végétaux homogènes, composés de touffes d'*Artemisia herba-alba*. Les résultats de cette analyse montrent une faible teneur en matière organique. Ceci est dû probablement à l'absence de restitution au sol des éléments organiques provenant de la végétation.

Les teneurs en sulfates, chlorures de calcium, de magnésium et de sodium sont faibles dans toute l'épaisseur du profil. Souvent l'horizon superficiel contient une proportion élevée de calcium et magnésium. Cela résulte essentiellement d'une accumulation de ces éléments par la voie biologique. La surface du profil est recouverte d'une pellicule unie mais fragile traduisant un indice de salinité peu élevé. En profondeur les sols sont bruns, plus sombres à structure particulière dominante.

L'horizon superficiel ou nourricier se compose de limons ou d'argiles de structure feuilletée compacte. L'argile se place fréquemment en intermédiaire entre la matière organique et la texture. A cet effet, [135] signalent que Madjoudj se caractérise par des

sols calcaires. C'est une zone sylvo-pastorale où le couvert végétal naturel est soumis à une forte pression. Les sols bruns soumis à une forte érosion sont squelettiques et laissent affleurer de larges et épaisses roches de calcaire.

2.3 Synthèse climatique

Pour une région donnée la synthèse climatique fait intervenir le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausсен et le Climagramme Pluviothermique d'Emberger.

2.3.1 Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gausсен (1985 - 2005)

Le diagramme ombro-thermique des régions d'études :

Les diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausсен permettent de comparer l'évolution des valeurs des températures et des précipitations dans une région donnée. L'intersection de la courbe thermique et de la courbe ombrique des précipitations détermine la durée de la période sèche. Cette dernière est une suite de mois secs.

2.3.2 Quotient pluviométrique et étage bioclimatique d'Emberger :

Le quotient d'Emberger est spécifique du climat méditerranéen. D'après Stewart (1969), ce quotient Q a pour expression :

$$Q = 3.43 P / (M - m)(M - m)$$

Q : Quotient pluviométrique d'Emberger

P : Somme des précipitations annuelles exprimées en mm

M : Moyennes des températures maximales du mois le plus chaud exprimée en °C

m : Moyenne des minima du mois le plus froid exprimés encore

3.43 : Coefficient de Stewart établi pour l'Algérie

Le Q₂ nous a permis de localiser ces quatre régions sur le diagramme d'Emberger. Cet auteur a mis un zonage du bioclimat méditerranéen du plus sec vers le plus humide en combinant les données météorologiques et celle de la végétation

Le diagramme ombrothermique fait intervenir les précipitations et les températures moyennes mensuelles. Cette représentation fait ressortir les mois secs et les mois humides au cours d'une année prise en considération. Pour Gausсен, un mois est considéré comme sec si les précipitations exprimées en mm sont inférieures au double de la température moyenne en °C ($P < 2T$). Sur l'axe des abscisses, les mois de

l'année sont portés et sur celui des ordonnées les précipitations sont représentées à droite et les températures à gauche. L'échelle des températures par rapport à celle des précipitations est double de manière à ce que 1° C de température corresponde à 2 mm de pluie. La période sèche apparaît quand la courbe des précipitations descend au dessous de celle des températures [136].

La région de Batna :

La région de Batna se caractérise par une période sèche qui s'étale sur cinq mois et demi, depuis la mi-Mai jusqu'à la fin d'Octobre. Quant à la période humide elle est de 6 mois et demi, allant du début de Novembre jusqu'en Mai (Figure 2.2).

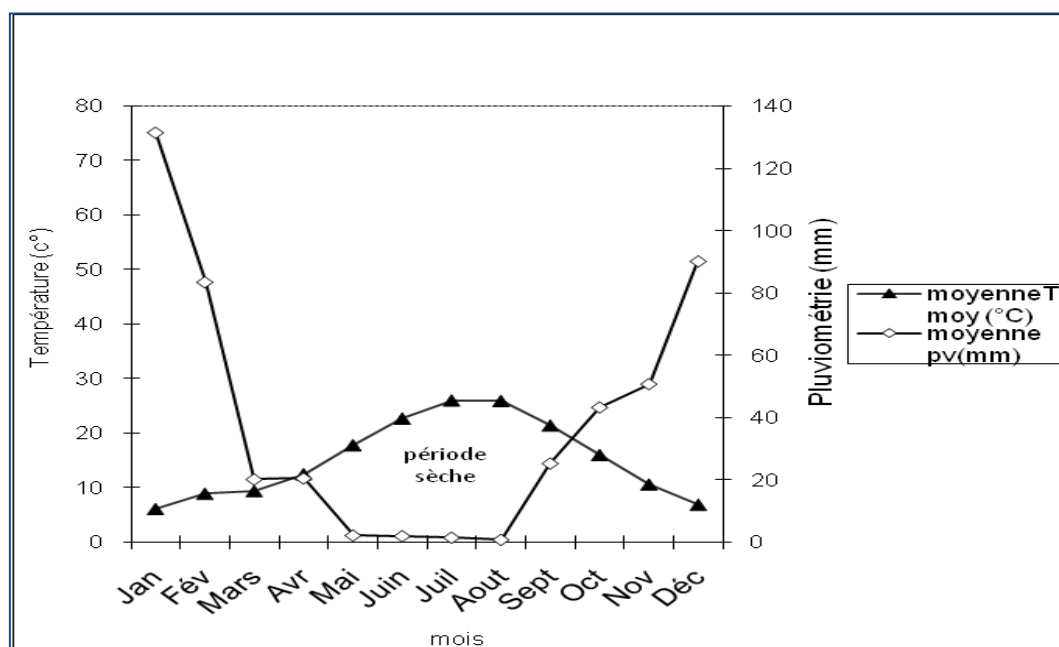


Figure. 2.2 : Diagramme ombrothermique de la région de Batna (1985- 2005)

La région de Bouira (2004)

La région de Bouira a connu une période sèche plus longue que celle de Batna. Elle s'étale sur six mois et demi, soit de la mi-Mars jusqu'au début d'Octobre. La période humide quant à elle dure 5 mois et demi, soit depuis le fin de Septembre jusqu'en Mars (Fig. 2.3).

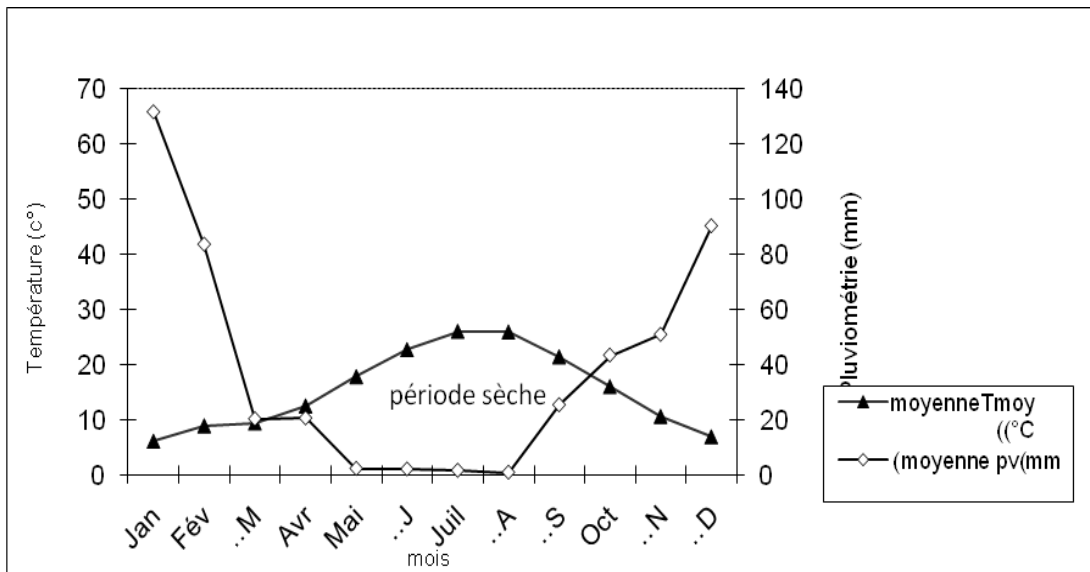


Figure 2.3 : Diagramme Ombrothermique de la région de Bouira (1985- 2005).

La région de Blida (2002 - 2006)

Dans la région de Blida, la période de sécheresse s'étale sur 4 mois et demi, soit de la fin de Mai jusqu'à la mi-October. La période humide est plus longue et concerne 7 mois et demi, soit de la mi-October jusqu'à fin de Mai (Fig. 2.4).

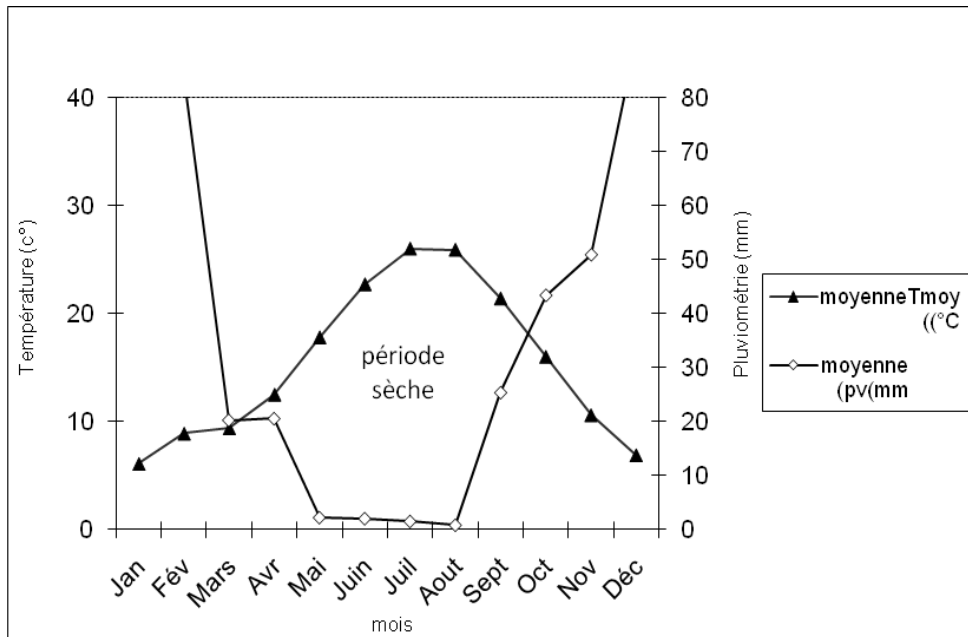


Figure 2.4 : Diagramme Ombrothermique de la région de Blida (2002- 2006).

La région de Tlemcen. (1996-2005)

La région de Tlemcen a connu une période de sécheresse ayant pour durée de 4 mois et 20 jours qui s'étalent de la fin Mai, jusqu'à mi-Septembre. Quant à la période humide dans cette région, elle est de 7 mois et 10 jours (Figure 2.5).

2.3.3 Climagramme pluviométrique d'Emberger

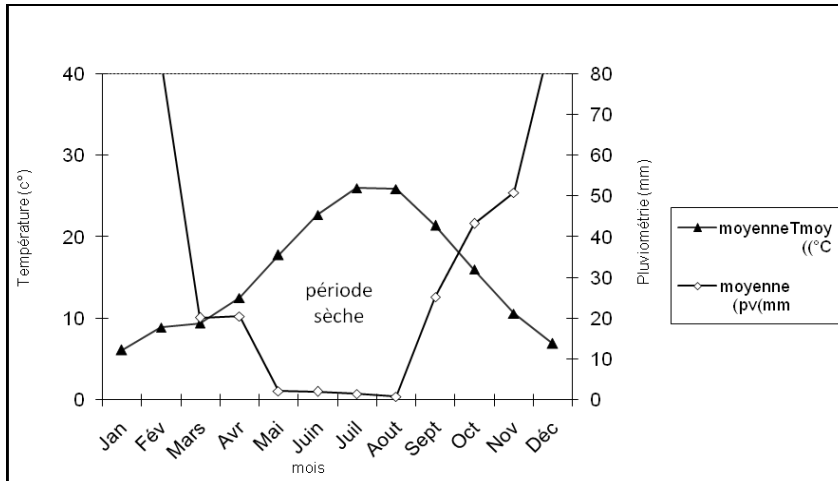


Figure 2.5 : Diagramme Ombrothermique de la région de Tlemcen (1996- 2006).

Selon [137], le quotient pluviométrique d'Emberger permet le classement des différents types de climats. Dans le but d'étudier les différents types de climats de la région méditerranéenne [49] détermine un coefficient ou quotient pluviométrique Q_2 , qui est calculé en appliquant la formule suivante :

$$Q_2 = \frac{P}{2(M + m)(M - m)} * 1000$$

Q_2 : quotient pluviométrique

P : pluviométrie annuelle (mm /an)

M : Température moyenne maximale en °C

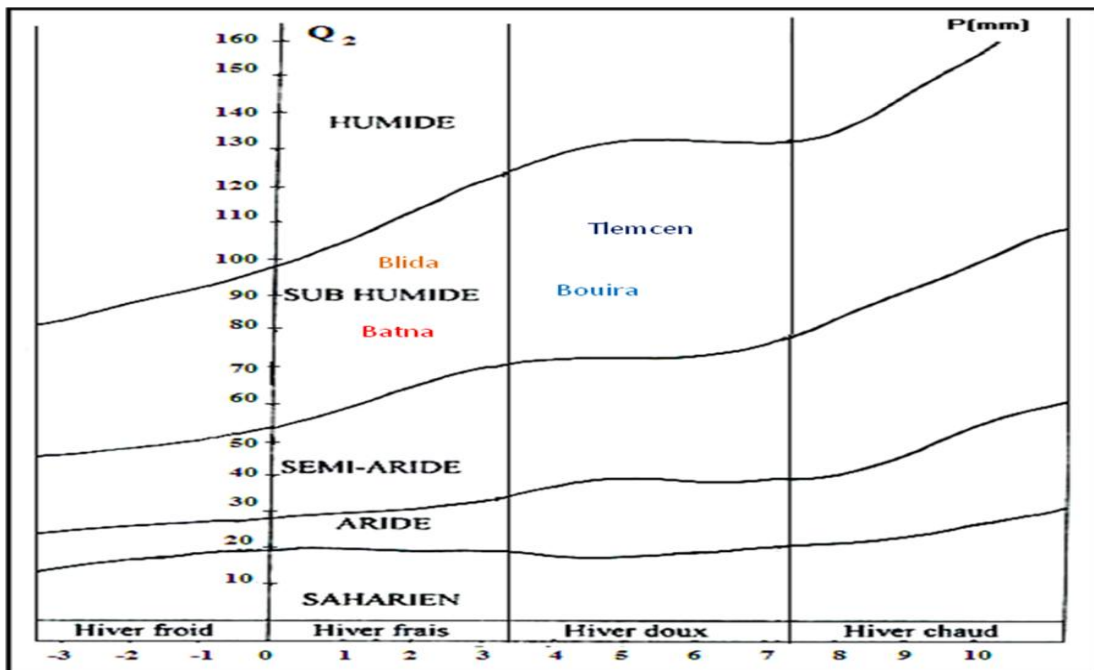
m : Température moyenne minimale en °C

Utilisé pour classer les différents types de climats méditerranéens, ce quotient est d'autant plus petit qu'une région est plus sèche. Le quotient pluviométrique Q_3 peut être calculé également à partir de la formule de [46] :

$$Q_3 = \frac{3,43 P}{(M - m)/2}$$

P : représente les précipitations annuelles exprimées en mm.
M et m : sont exprimés en degrés Celsius.

Le quotient pluviométrique de la région de Batna est de 66,9 pour une période de 20 ans, allant de 1985 à 2005, ce qui la place dans l'étage bioclimatique subhumide à hiver frais (Figure 2.6). De même la région de Bouira avec une valeur de Q_3 égale à 110,9 correspond au sub-humide à hiver tempéré (O.N.M., 2006) (Figure 2.6). Par ailleurs, le quotient pluviométrique de la région de Blida est égal à 64,41, calculé grâce aux données pluvio-thermiques de 14 ans de 1991 à 2004 (O.N.M., 2005), ce qui a permis de situer la région de Blida dans l'étage bioclimatique sub-humide à hiver frais (Fig. 2.6). Quant au quotient pluviométrique de la région de Tlemcen, il est égal à 100,4. De ce fait, la région de Tlemcen se retrouve dans l'étage bioclimatique



subhumide à hiver tempéré (Figure 2.6).

Figure 2.6: Climagramme Pluviométrique d'Emberger des régions d'étude.

2.4 Choix des stations d'étude

Le choix des stations tient compte d'un certain nombre de critères telles que la présence de vergers de pistachiers fruitiers, la facilité d'accès aux plantations, la présence dans chaque station d'un nombre d'arbres suffisant supérieur à 30 arbres. Par

ailleurs, leur répartition géographique entre les régions orientales, centrales et occidentales est également prise en considération.

2.4.1 Description des stations d'étude

L'échantillonnage concerne quatre stations localisées dans 4 régions différentes soit celles de la station de Timgad (Batna) située sur l'Atlas saharien les trois autres de l'Atlas Tellien comme celles de Bechloul (Bouira), de Béni Tamou (Blida) et de Saf Saf (Tlemcen).

2.4.1.1 Description de la station de Timgad

La station de Timgad se retrouve près de Batna dans le Nord - Est de l'Algérie et à une altitude de 1019 m. (35° 30' 04" N., 6° 27' 56" E.). Le verger de Timgad est limité au Nord par des parcelles de céréales, au Sud par l'agglomération de Timgad, à l'Est par des champs de céréales et enfin à l'Ouest par un verger fruitier composé d'abricotiers et d'oliviers et par un parc à bois de la pépinière de la coopérative agricole. Le verger de pistachiers est mis en place à partir de 1972, au sein de la ferme pilote de la coopérative régionale agricole de production de plants de service (C.R.A.P.P.S) qui occupe une aire de 36 ha. A elle seule, la plantation de *Pistacia vera* L. s'étend sur 10.8 ha et compte 700 arbres de 4 à 5 m de haut, soit 70 pieds mâles (Male khalifa, Male Jaber et Male Jamil) et 630 femelles (Bayadhi, Boundouki, Adjmi, Batouri, Oleimi, Nab djamel, Achouri). Deux rangs voisins sont espacés de 10 mètres. Il est à signaler que le verger nécessite des opérations culturales.

2.4.1.2 Description de la station de Bechloul

La station de Bechloul est limitée au Nord par un verger d'oliviers, à l'Est par l'agglomération portant le même nom, au Sud par celle d'Ahl Leksar et à l'Ouest par une plantation d'oliviers. La station de Bechloul est localisée à une altitude de 449 m (36° 18' 44" N., 4° 03' 42" E.). Ce verger est planté dans le cadre d'un programme de coopération avec la F.A.O. entre 1972 et 1975. Il est constitué d'un peuplement homogène, âgé de 36 ans environ et peu entretenu. La hauteur des arbres se situe entre 3 et 5 m et il occupe une superficie de 40 ha. Deux rangs voisins sont espacés de 6 m. Le nombre total des arbres est de 1059. Il est à signaler la présence d'une rangée des pieds mâles (Male khalifa, Male Jaber et Male Jamil) du côté Nord-Est face au vent dominant. A l'intérieur du verger, les pieds mâles sont disposés d'une manière aléatoire

par rapport aux pieds femelles (Bayadhi, Boundouki, Adjmi, Batouri, Oleimi, Nab djamel, Achouri).

Le verger ne bénéficie pas d'opérations culturales comme la taille et l'irrigation. Tout au plus un covercrops croisé est effectué en hiver.

2.4.1.3 Description de la station de Béni Tamou

Elle est située à 13 km au Nord de la ville de Blida (36° 32' 48" N., 2° 50' 23" E.). La plantation de pistachiers fruitiers est limitée au Nord par un verger d'Abricotiers (*Prunus armeniaca*), à l'Est par une rangée de Caroubiers (*Ceratonia siliqua*), au Sud par un vignoble (*Vitis vinifera*) et à l'Ouest par des vergers de Néfliers, de Pommiers et de Poiriers. Cette exploitation se compose de plusieurs vergers destinés surtout pour la production de porte-greffes et des greffons et accessoirement de fruits. L'ensemble de ces vergers présente une hétérogénéité marquée pour ce qui concerne l'âge. Le verger de pistachiers est du type parc à bois et est âgé de 28 ans. Les pistachiers sont plantés en ligne entre 1981 et 1986. La plantation couvre une superficie de 1 ha et se compose de plusieurs variétés d'origine Syrienne, soit au total 300 arbres d'une hauteur de 3 à 4 m. Ils sont espacés sur une même ligne de 3 m. L'intervalle entre deux rangs voisins est de 4 m. Les pieds mâles (Male khalifa, Male Jaber et Male Jamil) sont dispersés d'une manière aléatoire par rapport aux pieds femelles (Bayadhi, Boundouki, Adjmi, Batouri, Oleimi, Nab djamel, Achouri).

Il est à signaler que le verger ne bénéficie d'aucune opération d'entretien. Il n'y a aucune activité de désherbage, ni d'irrigation, ni taille, ni apport de fertilisants.

2.4.1.4 Description de la station de Tlemcen

Le verger de Saf Saf est situé à 3,5 km au Nord-Est de Tlemcen au pied du Mont du même nom (34° 53' 36" N., 1° 17' 06" W.). Il est délimité à l'Est par un maquis, au Nord par un champ de céréales, à l'Ouest par un petit oued et au Sud par une plantation d'oliviers. Son altitude est de 661 m. Ce verger est constitué d'un peuplement homogène, planté en ligne entre 1972 et 1976, soit âgé de 36 ans environ. Il couvre une superficie de 4,3 hectares, composé de 700 arbres (Male khalifa, Male Jaber et Male Jamil) et des pieds femelles (Bayadhi, Boundouki, Adjmi, Batouri, Oleimi, Nab djamel, Achouri). D'une hauteur de 6 à 7 m. Deux rangs voisins sont espacés de 10 m. Les pieds mâles sont disposés d'une manière aléatoire dans le verger.

Il est à noter que celui-ci ne bénéficie d'aucune opération d'entretien. Une étude d'un profil pédologique est réalisée durant l'année 2005.

2.5 Matériel végétal

Le matériel végétal constitué de feuilles et de fruits de pistachier fruitier originaire de la Syrie (A.C.S.A.D : The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry lands), a été collecté de 4 régions d'Algérie.

Le lot des fruits de chacune des 4 régions de provenance est défini en accession.

Ainsi, on a recensé les accessions de : Bayadhi, Boundouki, Adjmi, Batouri, Oleimi, Nab djamel, Achouri, Male khalifa, Male Jaber et Male Jamil.

Au total, le port de l'arbre de pistachier fruitier ainsi que les différentes parties (fruits, feuilles), de 10 accessions d'Algérie ont fait l'objet d'étude agro-morphologique et d'outil moléculaire pour évaluer la variabilité génétique de dix (10) accessions de pistachier fruitier, originaires de la Syrie.

2.5.1 Marqueurs morpho-agronomiques

L'étude des différents caractères se rapportant aux parties morpho métriques permettra alors de décrire la plante et de comparer les différentes accessions étudiées selon la grille de description utilisée qui s'appuie sur le descripteur du pistachier (*Pistacia vera L.*) (IPGRI, 1998) (International Plant Genetic Resources Institute, 1998).

La variation phénotypique est exprimée sous différentes formes à l'intérieur d'une espèce ou entre espèces. Elle permet de distinguer facilement les individus. Cette étude a été menée dans le but d'évaluer la variabilité de dix (10) accessions à savoir :

- 7 pieds femelles : Bayadhi, Boundouki, Adjmi, Batouri, Oleimi, Nab djamel, Achouri .
- 3 pieds Male : Male khalifa, Male Jaber et Male Jamil.

Pour évaluer la stabilité des caractères phénotypiques observés, nous avons tenu compte de certains paramètres physiologiques et environnementaux :

- la nature de la pousse (végétative ou fructifère)
- l'orientation des secteurs de la canopée où les prélèvements ont été effectués (Est, Ouest, Nord, Sud).

100 arbres ont été choisis de manière aléatoire dans les différentes stations d'étude. 19 caractères discriminatifs relatifs aux arbres des 10 accessions recensées en Algérie.

Au niveau de l'arbre les mesures ont porté sur :

La hauteur de l'arbre (**HA**) ;

Le diamètre du tronc (**DT**) : Ce dernier s'obtient en mesurant avec un ruban enroulé autour du tronc à une hauteur de 1,2 m, cette mesure obtenue (la circonférence mesurée en centimètres) doit être divisée, par pi (3,1416).

Au niveau de la feuille, les variables observées sont :

La longueur des feuilles (**LF**);

La largeur des feuilles (**lf**),

La longueur de la foliole terminale (**LFT**);

La largeur de la foliole terminale (**lft**);

Le rapport largeur/ longueur des feuilles (**rapt lag/LgF**)

Au niveau des fruits :

La longueur des fruits (**Lfrt**);

La largeur des fruits (**lfrt**);

L'épaisseur des fruits (**Eps frt**)

Le rapport épaisseur/longueur fruits (**rapt Epais/Long frt**)

Le poids total de 100 fruits (**pds 100frt**)

Le nombre de grappes/arbre (**nbr grp/arb**)

Le nombre de fruits/grappe (**nbr frt/grp**)

La longueur d'amande (fruits sans coques) (**Lg amd**)

La largeur d'amande (fruits sans coques) (**Larg amd**)

L'épaisseur d'amande (fruits sans coques) (**Epais amd**)

Le poids de 100 d'amande (fruits sans coques) (**pds 100 amd**)

Le rapport épaisseur/ largeur d'amande (fruits sans coques) (**rapt Epais/larg amd**).

Ces prises de mesure ont été réalisées parallèlement à des observations faites à l'œil nu voir fiches sinalétiques de chaque variété (**Annexe 1**).

Les quatre secteurs définis sont : Nord, Sud, Est et Ouest, soit 12 rameaux végétatifs et 12 rameaux floraux, soit 24 rameaux au total par arbre. Les rameaux ont été prélevés en périphérie de l'arbre, sur la circonférence la plus longue de la frondaison.

2.5.1.1 Caractéristiques morphologiques

Descripteurs de la plante

Descripteurs de la croissance (Tableau 2.2)

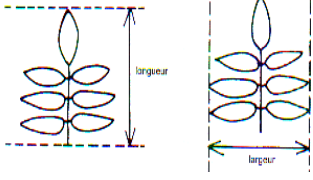

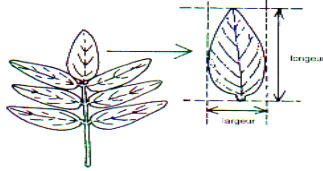
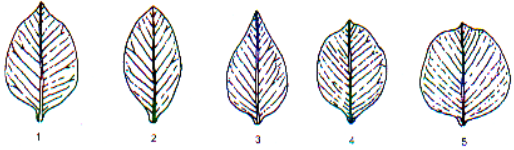
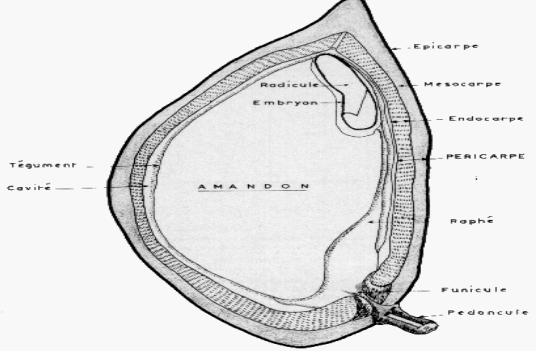
Tableau 2.2: Descripteur de l'arbre d'après (IPGRI, 1998) (International Plant Genetic Resources Institute, 1998).


Vigueur de l'arbre	
3 Faible 5 Moyenne 7 Forte Adjmi	
Port de la plante	
1 Erigé (Achouri) 2 Semi-érigé 3 Etalé 4 Retombant (Batouri)	
Ramification	
3 Clairsemée 5 Moyenne 7 Dense	
Dominance apicale: elle est estimée en nombre de branches latérales sur bois d'un et deux ans	
3 Faible 5 Moyenne 7 Forte	

Descripteurs des feuilles (Tableau 2.3)

Une moyenne de 20 feuilles représentatives complètement développées et collectées sur différents arbres lorsque les pousses sont lignifiées et rigides. Les feuilles malades ou présentant un déséquilibre nutritionnel sont à exclure.

Tableau 2.3: Descripteur de la feuille d'après (IPGRI, 1998) (International Plant Genetic Resources Institute, 1998).

<p>Longueur des feuilles [cm] : elle est mesurée de la base du pétiole au sommet de la foliole terminale.</p> <p>Largeur des feuilles [cm]: elle est mesurée dans sa partie la plus large.</p>	
<p>La feuille terminale : Présente ou absente</p>	
<p>Taille de la feuille terminale :</p>	
<p>Forme de la foliole terminale 1 Lancéolée élargie 2 Elliptique 3 Ovale 4 Ronde ovale 5 Arrondie</p>	
<p>Tableau 2.4: Descripteur des fruits d'après (IPGRI, 1998) (International Plant Genetic Resources Institute, 1998).</p>	
<p>Fruit et amande Sauf indication contraire, les descripteurs de la présente section doivent être appliqués à des fruits sains au moment de la récolte.</p>	 <p>Coupe longitudinale d'un fruit de <i>Pistacia vera</i> L.</p>
<p>Déhiscence de l'enveloppe Elle est observée à maturité du fruit</p>	

<p>Légèrement déhiscente Nab djamel Déhiscence Batouri, Achouri</p>	
<p>Longueur du fruit [mm] En moyenne de 20 fruits, la longueur est mesurée entre les deux points les plus distants le long de l'axe principal de la graine.</p> <p>Largeur du fruit [mm] En moyenne de 20 fruits, la largeur est mesurée entre les deux points les plus distants perpendiculairement à l'axe principal de la graine.</p> <p>Epaisseur du fruit [mm] En moyenne de 20 fruits, l'épaisseur est mesurée dans la partie la plus large perpendiculairement à la suture.</p>	
<p>Forme du fruit 1 Arrondi ($1 < L < 1.5$) 0 Ovoïde ($1.5 < L / l < 1.8$) Batouri, Achouri 0 Allongé ($L / l > 1.8$) Nab djamel 0 Cordiforme rétréci 0 Cordiforme</p>	

2.6 Analyse de polymorphisme

L'étude moléculaire a été réalisée en 2009, elle a porté sur 10 accessions de *Pistacia vera* L.

- 7 pieds femelles : Bayadhi, Boundouki, Adjmi, Batouri, Oleimi, Nab djamel, Achouri .
- 3 pieds Male : Male khalifa, Male Jaber et Male Jamil.

Les feuilles de chaque variété de pistachier fruitier, ont été desséchées à l'air libre et ramenées dans des sacs en plastiques dans le laboratoire GCSAR (General

Commission for Scientific Agricultural Research - Plant Biotechnology Department), en Syrie pour faire l'objet d'un marquage moléculaire afin d'évaluer la variabilité génétique de 10 accessions.

Une fois dans le laboratoire, les feuilles issues de chaque accession sont congelées à -80°C jusqu'à l'utilisation ultérieure.

2.6.1 Protocoles d'extraction d'ADN génomique, testés et/ou modifiés

Le fait que nous n'avions trouvé, dans la littérature scientifique, aucun rapport faisant allusion à un protocole d'extraction d'ADN adapté à l'espèce de *Pistacia Vera L.*, nous étions contraints de tester voir à modifier certains protocoles déjà adaptés à d'autres plantes. Nous nous sommes inspirés de protocole de [138], de [139] ainsi que celui de [140]. Dans notre étude nous avons opté pour le protocole de [140] modifié et adapté à l'espèce de *Pistacia vera L.*

a-Protocole de [140] modifié et adapté au pistachier

Vu la fidélité qu'a le protocole de [140], sur le matériel foliaire du pistachier, ce protocole semble être prometteur. De profondes modifications lui ont été apportées afin de le rentabiliser. Ces modifications ont porté aussi bien sur le tampon de lyse que sur les différentes démarches dans l'exécution du protocole. Ainsi, plusieurs concentrations de EDTA (3,5, 15, 25 et 50mM), de β -mercaptoéthanol (0.28, 0.1 et 0.5p.100) et de BSA (0.1 et 0.05) ont été testées. Par ailleurs, le volume du tampon de lyse a été doublé ainsi qu'une "semi préparation" a été utilisé, après de longues périodes d'essais, minutieusement adaptée au pistachier selon le protocole suivant:

L'extraction de l'ADN génomique, à partir du mélange de feuilles issues de chaque variété et stockées à -80°C en attendant leur utilisation ultérieure, l'extraction a eu lieu sans l'apport de l'azote liquide. En effet, un gramme de feuilles fraîches est finement découpé puis broyé, dans un mortier préalablement refroidi, dans 5ml du tampon de lyse constitué de 50mM Tris-HCl pH₈, 5mM EDTA pH₈, 300mM Mannitol, 0.05 p.100 BSA, 1 p.100 PEG₆₀₀₀ et 0.5p.100 β -mercaptoéthanol.

a.1 La purification d'ADN

Le broyat est ensuite transféré dans un tube Eppendorf, contenant 600 μ l de SDS (20%) et 400 μ l d'Acétate de Sodium (3M, pH₈) puis incubé à 65°C pendant 30min.

Après le refroidissement, la préparation a subi des déprotéinisations par deux lavages avec un volume (v/v) de chloroforme/alcool-isoamylique (24/1), séparés par un autre lavage avec le mélange phénol/chloroforme/iso-amylique (25/24/1). Ceci permet la neutralisation ou l'élimination, par chloroforme de toutes traces de phénol naturellement présent dans les feuilles et synthétique additionné préalablement. Chaque étape de lavage est suivie d'une centrifugation à 10000 tours pendant 10 min à 4°C.

Dans le tube où le dernier surnageant est récupéré, un volume (v/v) d'isopropanol froid est additionné puis incubé à - 20°C pendant 1 heure. Après centrifugation à 10000 tours pendant 20 minutes à 4°C, le culot d'ADN est lavé avec l'éthanol froid (70 p.100) puis séché sous vide (Speed Vac). Il est ensuite re-suspendu dans du TE (10mM Tris-HCl; 1mM EDTA) pH_{7,4}, traité avec la protéinase K (20µg/ ml) et incubé à 37°C pendant 30min. Une autre étape de lavage avec phénol/chloroforme/iso-amylique et de centrifugation a été réalisée. La sédimentation de l'ADN contenu dans la phase supérieure est réalisée par l'ajout d'un volume (1/10) de NaCl (5M) et (v/v) d'éthanol absolu, puis incubé à -20°C pendant toute une nuit. Après centrifugation à 10000 tours pendant 20minutes à 4°C, le culot d'ADN est séché, solubilisé dans 200µl de TE et enfin traité avec 2 µl d'ARNase (10µg /millilitre) et incubé à 37°C pendant 30 minutes après, il est alors conservé dans le congélateur jusqu'à l'utilisation.

a.2 Evaluation de la pureté et de la quantité de l'ADN extraite

La qualité de l'ADN extraite a été d'abord vérifiée sur gel test d'agarose (0.8p.100) puis par la mesure de la densité optique (DO) à 260nm. En effet, 10ng d'ADN plus 2µl de tampon de charge (Promega) déposé dans les puits du gel, ont été migrés dans le tampon TBE (Tampon Tris Borate) pendant 1heure à 80volts.

Le gel, après sa coloration dans un bain de Bromure d'éthidium (0.1p.100) a été visualisé sous UV. Ce test a été réalisé deux fois en présence d'une quantité connue de l'ADN.

Par ailleurs, la concentration de l'ADN est déterminée par la valeur de la densité optique à 260 nm selon la formule suivante :

$$\boxed{[\text{ADN}] (\mu\text{g/ml}) = \text{DO}_{260} \times \text{facteur de dilution} \times 50 \mu\text{g d'ADN/ml}}$$

Une autre mesure de la DO prise à 280nm a permis d'évaluer également la quantité de protéine contenue dans la numériquement permettant d'apprécier la pureté de notre extrait d'ADN. En effet, la qualité de l'ADN est estimée par les rapports de densités optiques à 260 et 280 nm. Plus ce rapport tend vers 2 plus l'extrait d'ADN est qualifié de meilleur ou pur et son utilisation dans plusieurs techniques est vouée au succès ainsi, si le rapport:

*** $1,6 \leq DO_{260}/DO_{280} < 2$: l'extrait d'ADN est contaminé par des protéines du phénol, du chloroforme, ou des sels.**

*** $DO_{260}/DO_{280} \geq 2$: l'extrait d'ADN est peu contaminé, qualifié de meilleur ou pure.**

Détermination de la concentration de l'ADN :

La densité optique à 260 nm permet de calculer la concentration de l'ADN sachant que :

1 unité de DO_{260} nm = 50 μ g/ ml d'ADN double brin.

Exemple

Pour un ADN solubilisé dans 1000 μ l de TE 10 :1 ayant une DO_{260} nm =0.139

1 unité de DO_{260} nm 50 μ g/ ml d'ADN

0.139 de DO_{260} nm X

X = 0.139 x 50 = 6.95 μ g/ ml

Considérant que l'ADN est dilué à 1/100, donc 6.95 x 100 = 695 μ g/ ml.

Donc :

La concentration de l'ADN en μ g /ml = facteur de dilution x DO_{260} x 50 μ g / ml.

La qualité de l'ADN peut être vérifiée par un contrôle de taille des molécules d'ADN qui doivent être suffisamment longues pour être digérés. L'ADN génomique doit donc être manipulé en évitant toute action mécanique violente.

a.3 ADN électrophorétique

• Préparation des échantillons

L'analyse électrophorétique pour l'ADN est faite avec un mélange de 3 ng d'ADN, ajouté au 2 μ l de tampon de charge 5X (**Tableau 2.5**).

Tableau 2.5: Le tampon de charge 5X (pH₈)

Tampon de charge 5X (pH₈)	
Bleu de bromophénol (2p.100)	0.75 ml
Glycérol (100p.100)	5 ml
Na- EDTA	2 ml
Xylène cyanole (2p.100)	0.75 ml
H ₂ O	1.5 ml

• **Préparation des gels**

La dissolution à chaud d'1g d'agarose + 100ml de tampon TBE à pH 8.2. Laisser refroidir jusqu'à une T ° voisine de 60°C.

Préparation du moule:

Après avoir obturé les 2 extrémités du moule, on place le moule sur une surface horizontale et on dépose le peigne nécessaire à la réalisation des puits dans le gel.

Lentement le gel est versé dans la cuve sans dépasser le niveau supérieur des dents du peigne.

Les échantillons d'ADN (5 ng) (qui sont préparés par l'addition de 2µl de tampon de charge au 3ng de l'ADN) sont déposés dans les puits et soumis à un courant de 93Volt durant 1heure et 30 minutes.

a.4 Procédures d'amplification de l'ADN du Pistachier fruitier par PCR

Le mélange réactionnel ainsi que la réaction PCR doivent être, en fonction de chaque technique moléculaire, adaptée à l'espèce végétale. C'est pourquoi, nous avons eu recours à l'utilisation de certains protocoles existants ou nouvellement proposés et qui ont subi ou non des modifications.

L'analyse PCR /ISSR

L'analyse ISSR est effectuée par l'utilisation de 10 couples d'amorces monocaténaires ISSR (844b, HB-12 et HB-9, p811, p812, p813, p815, p4, p5, p814) (San Diego, Californie, USA) basée sur le marquage à l'extrémité 5'ou 3'.

Mélange réactionnel

La composition du mélange réactionnel est celle décrite par le manuel (Mutant Germplasm Characterization using Molecular Markers en collaboration avec FAO / IAEA [141]). La PCR est réalisée dans un volume final de 25 µl.

Tableau 2.6: Composition du mélange réactionnel pour PCR/ISSR adapté au pistachier fruitier selon FAO/IAEA [141].

Composition du mixte	Concentration de solution mère	Volume de prise (µl)
Tampon de réaction PCR (50 mM KCl, 10 mM Tris-HCl, 1.5 mM MgCl ₂ , pH _{9,0})	10X	2.5 µl
MgCl ₂	50mM	0.5 µl
DNTPs	125mM	2.5 µl
Amorce	100mM	0.5 µl
ADN	50ng	2 µl
Taq polymérase	(5U)	1 µl
H ₂ O	/	16 µl

Protocole d'amplification

Les réactions d'amplification pour les analyses d'ISSR ont été réalisées dans un thermocycleur ADN (Biometra, GmbH).

L'amplification de l'ADN à l'aide de la technique ISSR a été réalisée selon la comme suit:

Phase 1: une phase de dénaturation initiale de 2 mn à 94°C,

Phase 2: une phase de 40 cycles pour une dénaturation de 94°C pendant 30 secondes et pour une hybridation de l'amorce à 52°C pendant 45 secondes et pour une extension à 72°C pendant 2 mn .

Phase 3 : Une polymérisation de l'ADN (élongation finale des brins d'ADN (incubation), par la Taq polymérase en présence de d'NTPs (72°C, 7 mn).

Les amplifiats ont été séparés sur gel d'agarose (2.5p.100), colorés dans le BET et visualisés sous UV.

a.5 PCR électrophorétique

• Préparation des échantillons

Les échantillons sont préalablement préparés en mélangeant 5 µl d'un tampon de charge 5X (pH 8) (Tableau 2.20), additionnés au 25 µl de l'extrait d'amplification et le marqueur.

• Préparation des gels

Le support d'électrophorèse est constitué d'un gel d'agarose à 1.2p.100 dans le tampon TBE 1X en présence de Bromure d'Ethidium.

Tableau 2.7 : Composantes du gel d'agarose 1.2p.100

Agarose	1.2g
Tampon TBE 1X (pH 8)	100ml
Bromure d'éthidium (10µg/µl)	2µl

Visualisation

Le gel est coloré en le plongeant dans une solution de bromure d'éthidium (BET) à 2 µg/ml pendant 20 mn, puis rincé 2 fois à l'eau distillée (2 x 20 mn). Les échantillons (5µl de mélange) sont ainsi coulés dans des puits après polymérisation du gel. Ces derniers migrent selon leur poids moléculaires sous un courant de 90 volts pendant 2 heures de temps. Les bandes d'ADN amplifiées sont alors rendues visibles sous lumière ultraviolette. La taille des fragments est estimée sur la base d'une échelle d'ADN de 100 à 2000 paires de base.

La photographie de chaque gel PCR/ ISSR, est transférée vers le logiciel Bio-Rad. Model Gel Documentation 2000 pour le traitement. Les profils de chaque accession générés par différentes amorces, sont directement comparés entre eux par marquage ou sélection de leurs bandes respectives et de celles du marqueur moléculaire dont les tailles sont connues.

2.7. Analyses statistiques

2.7.1. Analyse de la structure phénotypique:

A la fin de cette étude, une analyse statistique à l'aide d'un logiciel S.A.S S.A.S (Statistic Analysis System.9) sur l'ensemble des paramètres étudiés, permettra d'en choisir les plus intéressants pour une étude discriminante des accessions étudiées).

Les résultats des différentes analyses ont été traités par le logiciel EXCEL en d'abord, analysées par le logiciel ANOVA, permettant de calculer les moyennes et les écarts types, ce qui a facilité la comparaison des accessions entre elles selon chaque caractère par l'établissement des graphes.

Une corrélation entre les caractères étudiés est établie, ce qui nous a facilité de voir la relation existant entre les caractères étudiés lors de cette étude.

Si :

$p > 0.05$: la différence est non significative (ns)

$p \leq 0.05$: la différence est juste significative (*)

$p \leq 0.01$: la différence est hautement significative ()**

$p \leq 0.001$: la différence est très hautement significative (*)**

2.7.2 Analyse de la structure génétique

La partition de la diversité génétique totale entre ses différentes composantes hiérarchiques a été analysée par une AMOVA [142]. Cette méthode basée sur le principe d'une ANOVA permet de déterminer la distribution de la variation moléculaire à différents niveaux hiérarchiques

Par la suite, les valeurs numériques brutes ont été converties en classes.

2.7.2.1 Analyse des données ISSR

Le paramètre dit PIC (Polymorphism information content) lié à la diversité génétique pour chaque amorce utilisée, a été évalué selon la formule de [143]:

Avec :

j : amorce concernée,

$$PIC_j = n(1 - \sum P_{ij}^2) / (n-1)$$

n : taille de bande i

et P_{ij} : fréquence de marqueur i révélé par amorce j à travers la somme de bande.

Pour les gels PCR/ ISSR, les bandes de chaque profil sont désignées par leur présence (1) ou absence (0). Les matrices ainsi établies pour les différents marqueurs générés par différentes amorces sont analysées à l'aide du logiciel PAST (Ver. 1.95 [144]). Un dendrogramme a été construit à partir de la matrice d'agrégation par regroupement sur la base de la méthode du lien moyen non pondéré (UPGMA) (Unweighted Pair Groups Method of Analysis).

Chapitre III

Résultats et discussion

3.1 Paramètres morphologiques et agronomiques

3.1.1 Paramètres morphologiques de l'arbre

Le tableau 3.1, donne les caractères morphologiques des accessions étudiées de *Pistacia vera* L.

Tableau 3.1: Catégorisation et caractérisation morphologique et agronomique de quelques accessions de *Pistacia vera* L.

accessions	Vigueur de l'arbre		
	port de l'arbre	Ramification de la tige principal	Port de l'arbre
Bayadhi	Érigé	Dense	Un pied
Adjmi	Retombant	Dense	Un pied
Achouri	Érigé	Moyenne	Un pied
Batouri	Retombant	Moyenne	Un pied
Nab djamel	Étalé	Dense	Un pied
Boundouki	Érigé	Dense	Un pied
Oleimi	Érigé	Dense	Un pied
Male Jamil	Retombant	Dense	Un pied
Male Jaber	Érigé	Dense	Un pied
Male Khalifa	Étalé	Moyenne	Un pied

Compte tenu de la diversité variétale observée dans le tableau 3.1 et pour ce qui est de la nature de la croissance de l'arbre, toutes les accessions ont un seul pied.

Quant à la diversité phénotypique liée à la ramification de la tige principale des accessions sujettes de pistachier fruitier (Tableau 3.1), nous remarquons une ramification dense pour la majorité des accessions de cette même espèce, à l'exception de Batouri, Achouri et male Khalifa qui ont une ramification moyenne.

A l'instar, des caractéristiques précédemment citées, le port de l'arbre est d'une modalité de : retombant (Adjmi, Batouri et Male Jamil), étalé (Nab djamel, Male khalifa) et érigé (Achouri Bayadhi, Adjmi, Boundouki, Oleimi et Male Jaber).

A partir de ces résultats, il s'avère qu'il y'a une différence entre les caractères qualitatifs des accessions de pistachier fruitier existantes en Algérie. Ces résultats sont similaires avec ceux de [145].

3.1.1.1 La hauteur de l'arbre

Sur les 189 mesures de la hauteur des accessions de pistachier fruitier, nous avons remarqué que cette caractéristique varie de 255 cm à 282 cm. L'accession Batouri présente la plus grande hauteur avec une valeur moyenne de **(281,97 ± 7. 11 cm)**, l'accession Nab Djamel présente la plus basse hauteur soit une hauteur de **(255.13 ± 7. 11 cm)**.

Chez les accessions Adjmi, Achouri, Bayadhi, Boundouki, Oleimi, male Jamil, male Jaber et male Khalifa, les hauteurs retrouvées sont de : **276,28 ± 7, 11 cm, 274,75 ± 7, 21 cm, 270,10 ± 7, 11 cm, 269.26 ± 7, 11 cm, 271 ± 7.13 cm, 264.27 ± 7.14 cm, 269.29 ± 7.13 cm et 270 ± 7.12 cm** respectivement (Fig. 3.1, Tableau 3.2).

Tableau 3.2 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant la hauteur de l'arbre.

Accessions	Moyenne ± écart type (cm)
Adjmi	276.28 ± 7.11 ba
Achouri	274.75 ± 7.21 ba
Batouri	281.97 ± 7. 11 a
Bayadhi	270.10 ± 7.11ba
Nab djamel	255.13 ± 7.11 b
Boundouki	269.26 ± 7.12 ba
Oleimi	271 ± 7.13 ba
Male Jamil	264.27 ± 7.14 ba
Male Jaber	269.29 ± 7.13ba
Male Khalifa	270 ± 7.12 ba

Pour chaque caractère, les valeurs portant les mêmes lettres sont statistiquement égales (Test Newman-Keuls à 5%).

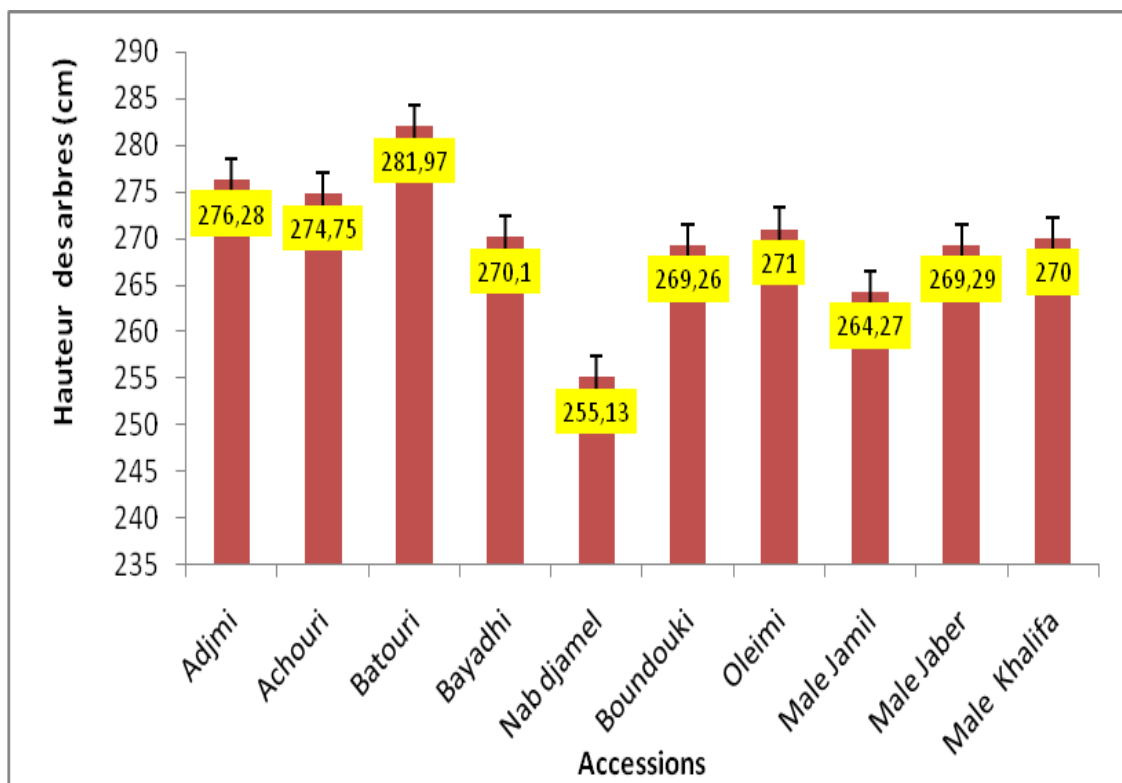


Figure 3.1 : Variation de la hauteur moyenne des dix accessions étudiées.

A partir du tableau 3.2, nous avons pu déceler une similarité dans la hauteur des arbres pour les différentes accessions. Une comparaison des moyennes par l'analyse de la variance (ANOVA) (Tableau 3.3), confirme ces résultats. Ceci montre que les accessions étudiées ne présentent pas de différence significative ($P > 0.05$). En effet, le test de Newman et Keuls à 5p.100 (Tableau 3.2), fait ressortir deux groupes homogènes. Batouri (a), est l'accession qui a été classée la première, suivie de l'accession Nab djamel (b) et un groupe intermédiaire (ba) qui est identique pour les trois accessions dont Adjmi, Achouri et Bayadhi dans lequel toutes les accessions étudiées, possèdent des moyennes plus ou moins rapprochées (Tableau 3.2).

Tableau 3.3 : Somme des carrés établis par ANOVA sur la hauteur de l'arbre pour les différentes accessions.

Source	ddl	SCE	CM	F obs	Pr > F	ET	Coeff Var (%)
Modèle	9	15684.28	3921.07	2.04	0.0910 (ns)		
Erreur	184	354201.52	1925.00			0.042	16.15

Le coefficient de variation (c'est le ratio de l'écart-type sur la moyenne) qui est un indice de dispersion qui permet d'évaluer le pourcentage de variation dans un groupe par rapport à sa moyenne.

Selon [146], si ce coefficient varie :

- Entre (0 et 16) p.100 : la variation est faible dans l'échantillon et l'estimé de la moyenne est fiable;

- S'il varie entre (16 et 33.3) p.100 : la variation est importante et la moyenne risque de comporter beaucoup d'erreur;

- Au delà de 33.3p.100, la variation est très élevée et la moyenne n'est plus fiable.

Dans le cas de paramètre de hauteur des arbres des différentes accessions étudiées, il est de 16.15p.100 (Tableau 3.3), donc existence d'une faible variation entre les hauteurs des accessions au sein des régions d'étude.

Ainsi, les données collectées sur le terrain ne permettent pas de distinguer les effets environnementaux des effets génétiques. Faire pousser les plantes dans un environnement commun doit théoriquement permettre de gommer les effets environnementaux, de telle sorte que les différences morphologiques observées entre les plantes peuvent être attribuables à une différence génétique [147],

3.1.1.2 Le diamètre du tronc

Les mesures faites sur le diamètre de tronc des accessions étudiées, au nombre de 189, ont montré un diamètre variant de **21cm à 27cm**. Il est de : **26.42 ± 3.09cm** pour l'accession Nab djamel, suivi de : Adjmi, Achouri, Bayadhi, Oleimi, male Jamil, Boudouki, male Khalifa et male Jaber avec un diamètre de : **22.59 ± 3.09 cm, 24.51 ± 3.13cm, 25.17 ± 3.09 cm, 25.41 ± 3.09cm, 23.45 ± 3.09 cm** et l'accession Batouri présente le plus faible diamètre, il est : **20.63 ± 3.09 cm** (Fig.3.3, Tableau 3.4).

Tableau 3.4 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant le diamètre du tronc des différentes accessions étudiées.

accessions	Moyenne et écart type (cm)
Adjmi	25.59 ± 3.09 bc
Achouri	24.51 ± 3.13ba
Batouri	20.63 ± 3.09 c
Bayadhi	25.17 ± 3.09 ba
Nab djamel	26.42 ± 3.09 a
Boundouki	22.75 ± 3.12 bc
Oleimi	25.41 ± 3.091bc
Male Jamil	23.45 ± 3.09ba
Male Jaber	22.26 ± 3.11ba
Male Khalifa	22.5 ± 3.12bc

Pour chaque caractère, les valeurs portant les mêmes lettres sont statistiquement égales (Test Newman-Keuls à 5%).

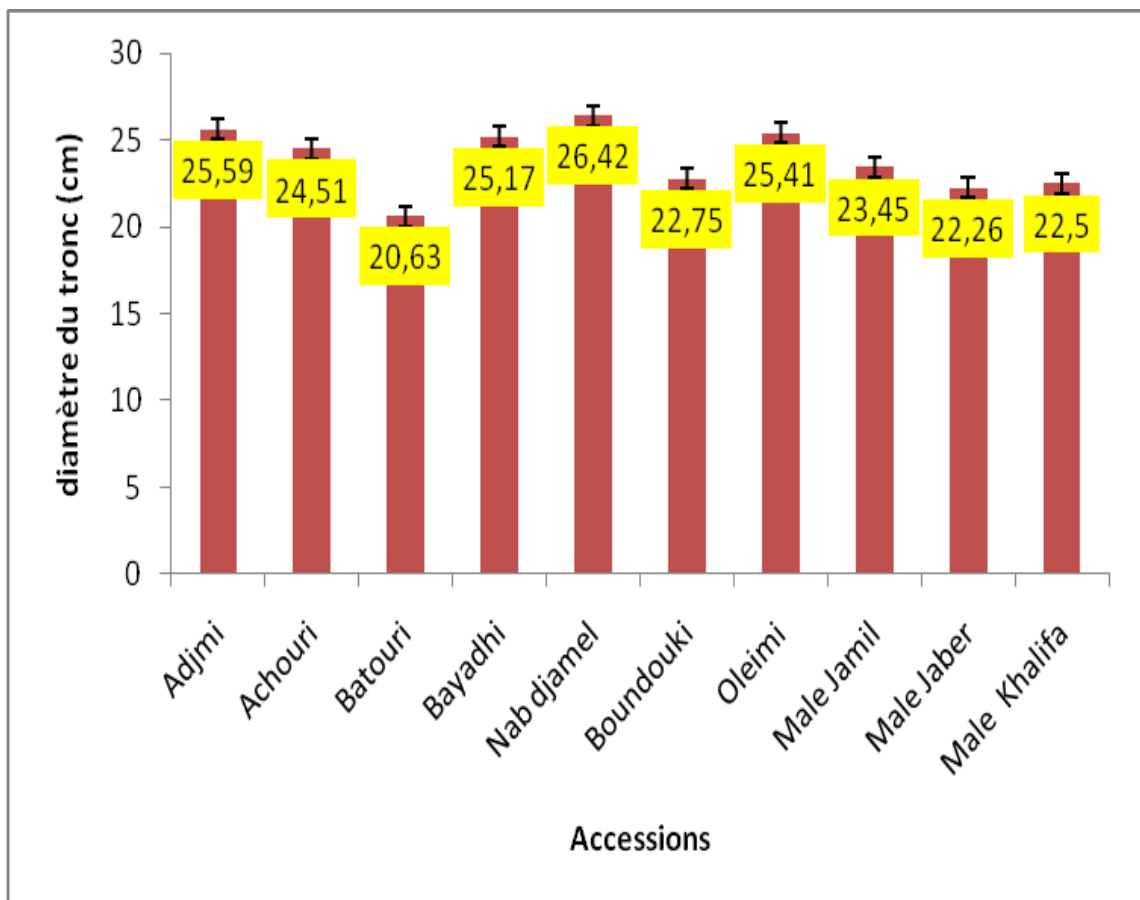


Figure 3.2: Variation de diamètre de tronc des dix accessions étudiées.

Tableau 3.5: Somme des carrés établis par ANOVA sur le diamètre du tronc de l'arbre des dix accessions.

Source	ddl	SCE	CM	F obs	Pr > F	ET	Coeff Var (%)
Modèle	9	7769.18	1942.29	5.34	0.065(ns)		
Erreur	184	66966.05	363.945			0.103	25.45

Il ressort de l'analyse de la variance (ANOVA), que le coefficient de variation, concernant le caractère diamètre du tronc, est de 25.45p.100, ce coefficient est révélateur d'une grande hétérogénéité dans le diamètre du tronc des accessions (Tableau 3.5). Le diamètre des accessions étudiées ne présente pas de différence significative avec ($P > 0.05$). En effet, le test de Newman et Keuls à 5p.100 (Tableau 3.4), fait ressortir deux groupes homogènes et deux groupes intermédiaires (Tableau 3.4) :

Le groupe (a) : Nab djamel, a été classée dans le groupe le plus performant ;

Le groupe (c) : Batouri

Le groupe (ba) : Achouri, Bayadhi, Male Jaber et Male Jamil

Le groupe (bc) : Adjmi, boundouki, Oleimi et male Khalifa.

La figure 3.3, donne le diamètre de tronc de quelques accessions de *Pistacia véra* L.

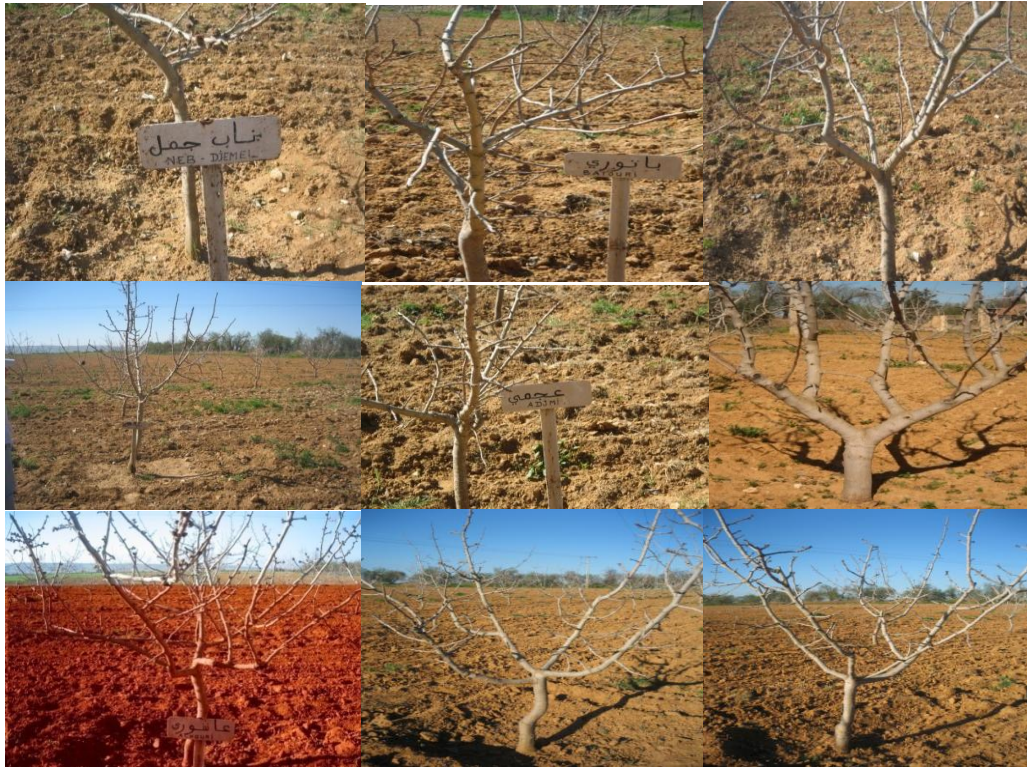


Figure 3.3: Troncs de quelques accessions de *Pistacia vera* L.en phase de repos végétatif.

3.1.1.3 La morphologie des feuilles (limbe):

Le tableau 3.6 met en évidence quelques caractéristiques de limbes et de feuilles terminales.







Le tableau 3.6 identifie les caractéristiques de limbes et de feuilles terminales de quelques accessions de pistachier fruitier.

Tableau 3.6: Caractéristiques du limbe et de feuilles terminales de quelques accessions de pistachier fruitier.

Accessions	Nombre de folioles	dimension de la feuille terminale par rapport à la feuille	Forme de la feuille terminale	Forme du sommet de la feuille terminale
Bayadhi	3-5	Proportionnelle ou plus grande	Ronde ovale	Petit et pointu
Adjmi	3-5	Proportionnelle ou plus grande	Ovale	Spiralé et denté
Achouri	3-5	Proportionnelle ou plus grande	Ovale	Angle obtus avec un sommet arrondi avec un petit sillon
Batouri	3-5	Proportionnelle ou	Ovale	Denté

		plus grande		
Nab djamel	3-5	Proportionnelle ou plus grande	Rectangulaire (Elliptique)	Angle obtus
Boundouki	3-5	Proportionnelle ou plus grande	Elliptique	Aiguë angle obtus
Oleimi	3-5	Proportionnelle ou plus grande	Ovale arrondi	Angle obtus
Male Jamil	3-5	Proportionnelle ou plus grande	Elliptique	Angle obtus
Male jaber	3-5	Proportionnelle ou plus grande	Arrondi	Denté
Male Khalifa	3-5	Proportionnelle ou plus grande	Large loncéolé	Angle obtus

La figure 3.4, montre quelques formes de feuilles terminales de *Pistacia véra* L.

		
Feuille terminale triangulaire avec un sommet pointu (Adjmi)	Feuille terminale elliptique avec un sommet pointu (Achouri)	Feuille terminale ovale avec un sommet rectangulaire (Nab djamel)
		
Feuille terminale ovale avec un sommet pointu (Batouri)	Bayadhi	Feuille terminale ovale avec un sommet arrondi (Oleimi)

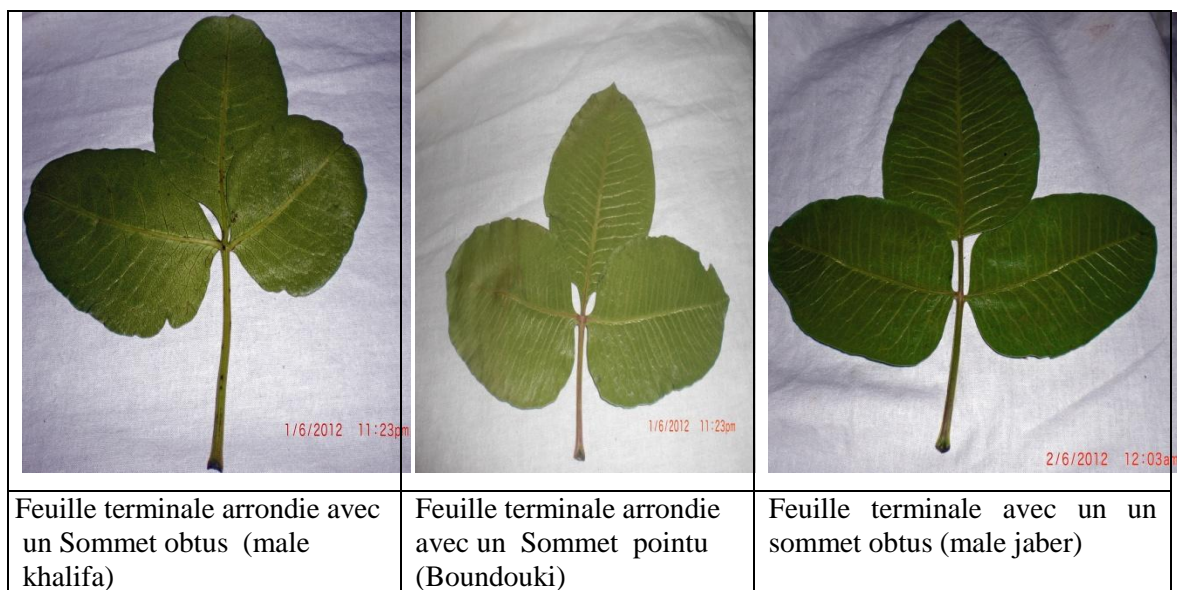


Figure 3.4 : Les différentes formes de la feuille terminale chez *Pistacia vera* L.

3.1.1.3.1 La longueur du limbe (cm)

Le tableau 3.7 donne les valeurs moyennes et l'écart type de la longueur moyenne de limbe.

Tableau 3.7 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant la longueur moyenne de limbe de différentes accessions étudiées.

accessions	Moyenne \pm écart type (cm)
Adjmi	16.95 \pm 0.21 b
Achouri	17.89 \pm 0.22 a
Batouri	14.10 \pm 0.21 c
Bayadhi	17.02 \pm 0.21 b
Nab djamel	11.75 \pm 0.20 d
Boundouki	13.1 \pm 0.21 c
Oleimi	18.6 \pm 0.22 a
Male Jamil	14.5 \pm 0.21 c
Male Jaber	14.3 \pm 0.21 c
Male Khalifa	13.6 \pm 0.21 c

A partir du tableau 3.7, nous remarquons une dissimilarité dans la longueur de limbes. En moyenne, cette dernière varie de : **11.75 \pm 0.20cm** (Nab djamel) à **18.6 \pm 0.22 cm** (Oleimi).

Les accessions qui présentent des similitudes dans la largeur du limbe sont mentionnées dans la figure 3.6. Il s'agit des accessions suivantes : Achouri et Oleimi avec des longueurs respectives de : **17.89 ± 0.22 cm** et **18.6 ± 0.22 cm**.

Les accessions Adjmi, Bayadhi ont également presque la même longueur, qui est de : **16.65 cm** et **17.02 cm**.

Tandis que les accessions Batouri, Boundouki, Male Jaber, Male Jamil et Male Khalifa ont respectivement des longueurs de : **14.10 ± 0.21 cm**, **13.1 ± 0.21 cm**, **14.3 ± 0.21 cm**, **14.5 ± 0.21 cm** et **13.6 ± 0.21 cm**.

Au risque de 5p.100, (Tableau 3.7), les accessions forment quatre groupes homogènes :

Le groupe homogène (a) : Achouri et Oleimi.

Le groupe homogène (b): Adjmi et Bayadhi

Le groupe homogène (c): Batouri, Male Khalifa et Boundouki, Male Jamil et Male Jaber.

Le groupe homogène (d) : Nab Djamel.

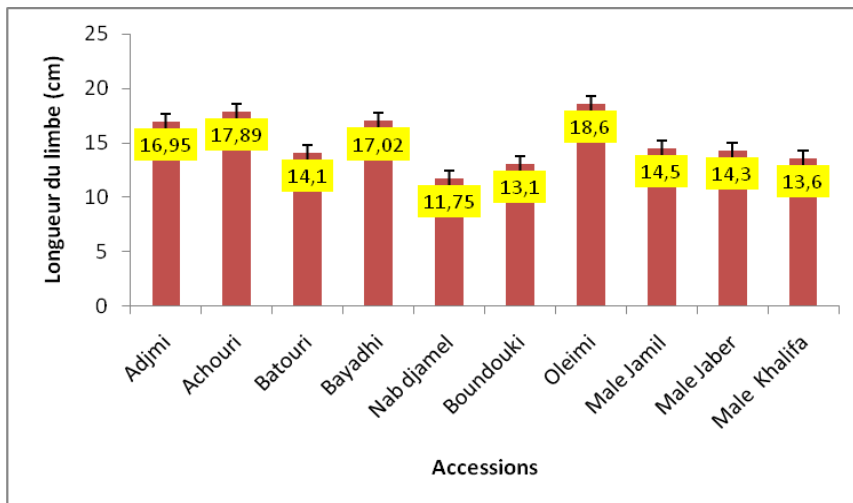


Figure 3.5 : Variation de la longueur moyenne du limbe des 10 accessions étudiées.

Une analyse de la variance à un seul facteur (Tableau 3.8), confirmant la différence très hautement significative ($p < .0001$) dans la longueur du limbe chez les différentes accessions étudiées.

Le coefficient de variation est de 6.32p.100 (Tableau 3.8), il est faible par rapport à la norme (<16%), ce qui indique qu'il y'a une faible dispersion entre les accessions.

Tableau 3.8 : Somme des carrés établis par ANOVA sur la longueur moyenne de limbe de dix accessions étudiées de pistachier fruitier.

Source	ddl	SCE	CM	F Value	Pr > F	R-Square	Coeff Var (%)
Modèle	9	517.93	129.48	134.45	<.0001***		
Erreur	94	90.52	0.96			0.85	6.32

3.1.1.3.2 La largeur du limbe (cm)

Le tableau 3.9 donne les valeurs moyennes et l'écart type de la largeur du limbe.

Tableau 3.9 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant la largeur moyenne du limbe des différentes accessions étudiées.

Accessions	Moyenne ± écart type (cm)
Adjmi	15.95 ± 0.27 b
Achouri	15.71 ± 0.28 b
Batouri	11.4 ± 0.27 c
Bayadhi	16.97 ± 0.27 a
Nab djamel	7.65 ± 0.27 d
Boundouki	11 ± 0.27 c
Oleimi	16.7 ± 0.27 a
Male Jamil	9.5 ± 0.27 d
Male Jaber	12.4 ± 0.27 c
Male Khalifa	13.3 ± 0.27c

A partir du tableau 3.9, on remarque une dissimilarité dans la largeur de limbe. Cette dernière varie de : **7.65 ± 0.27 cm** (Nab djamel) à **16.97 ± 0.27 cm** (Bayadhi).

Les accessions qui présentent des similitudes dans la largeur du limbe sont mentionnées dans la figure 3.7. Il s'agit des accessions suivantes : Achouri et Adjmi avec des largeurs respectives de : **15.71 ± 0.28 cm** et **15.95 ± 0.27 cm**.

Les accessions Oleimi et Bayadhi ont la largeur du limbe, comprise entre : **16.7 ± 0.27** et **cm 16.97 ± 0.27 cm**.

Les accessions, Boundouki, Batouri, Male Jaber et Male Khalifa ont quasiment la même largeur, soit: **11 ± 0.27 cm**, **11.4 ± 0.27 cm**, **12.4 ± 0.27 cm** et **13.3± 0.27 cm**.

Tandis que les accessions Nab djamel et Male Jamil ont respectivement des largeurs de **7.65± 0.27 cm** et **9.5± 0.27cm**.

Au seuil de signification de 5p.100, (Tableau 3.9), les accessions forment quatre groupes homogènes :

Le groupe homogène (a): Adjmi et Achouri

Le groupe homogène (b): Adjmi et Achouri

Le groupe homogène (c): Batouri, Boundouki, Male Jaber et Male Khalifa

Le groupe homogène (d) : Nab djamel et Male Jamil.

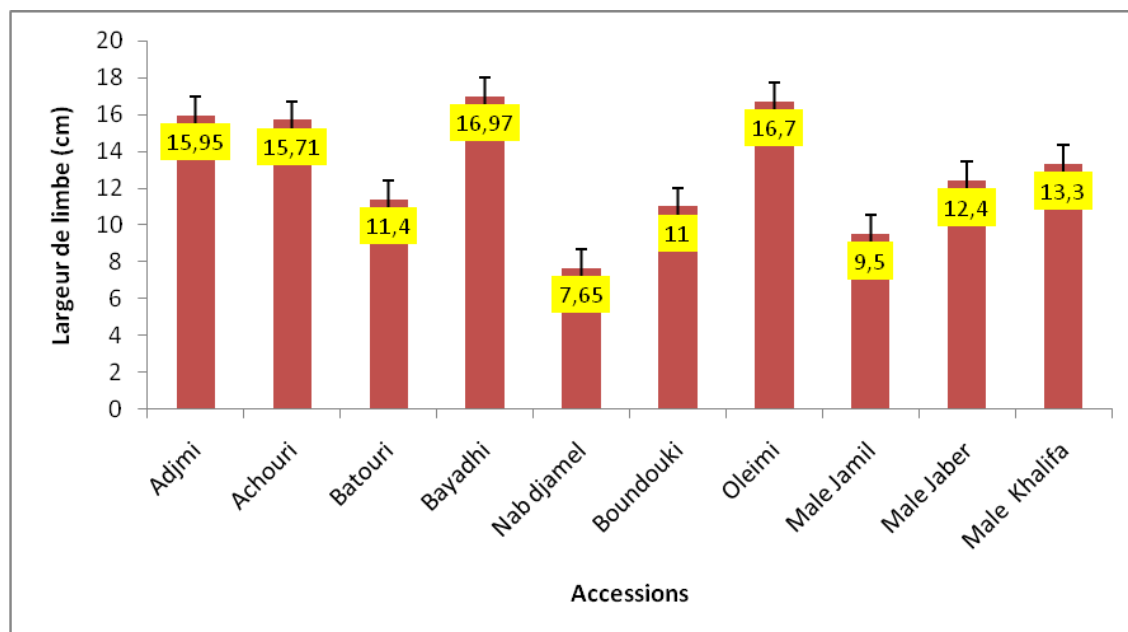


Figure 3.6 : Variation de la largeur moyenne du limbe des dix accessions étudiées.

Une analyse de la variance (Tableau 3.10), révèle une différence très hautement significative ($p < .0001$) dans la largeur de limbe chez les différentes accessions étudiées.

Le coefficient de variation est de 9.03p.100 (Tableau 3.10), ce dernier étant faible, donc il y'a une certaine "corrélation" entre les différentes accessions, ces dernières ne sont pas dispersées.

Tableau 3.10 : Somme des carrés établis par ANOVA sur la largeur moyenne de limbe de 10 accessions étudiées.

Source	ddl	SCE	CM	F Value	Pr > F	R-Square	Coeff Var (%)
Modèle	9	1227.03	306.75	205.68	<.0001***		
Erreur	94	140.19	1.49			0.89	9.03

3.1.1.3.3. Le rapport largeur/longueur du limbe (cm)

Le tableau 3.11, donne les valeurs moyennes et l'écart type du rapport largeur /longueur du limbe.

Tableau 3.11 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant le rapport largeur / longueur de limbe des différentes accessions étudiées.

accessions	Moyenne \pm écart type (cm)
Adjmi	0.94 ± 0.014 a
Achouri	0.87 ± 0.012 a
Batouri	0.80 ± 0.012 a
Bayadhi	0.99 ± 0.014 a
Nab djamel	0.65 ± 0.015 a
Boundouki	0.83 ± 0.012 a
Oleimi	0.86 ± 0.012 a
Male Jamil	0.65 ± 0.015 a
Male Jaber	0.86 ± 0.012 a
Male Khalifa	0.97 ± 0.014 a

A partir du tableau 3.11, nous remarquons une similarité dans le rapport largeur/longueur du limbe, varie de **0.65 ± 0.015 cm** (Nab Djamel et Male Jamil) et **0.99 ± 0.014 cm** (Bayadhi).

Les accessions qui présentent des similitudes dans le rapport largeur/longueur du limbe sont mentionnées dans la figure 3.7. Les 10 accessions étudiées, se rapprochent l'une de l'autre.

Au seuil de signification de 5p.100, (Tableau 3.11), les accessions forment un seul groupe homogène(a), où sont englobées toutes les accessions étudiées.

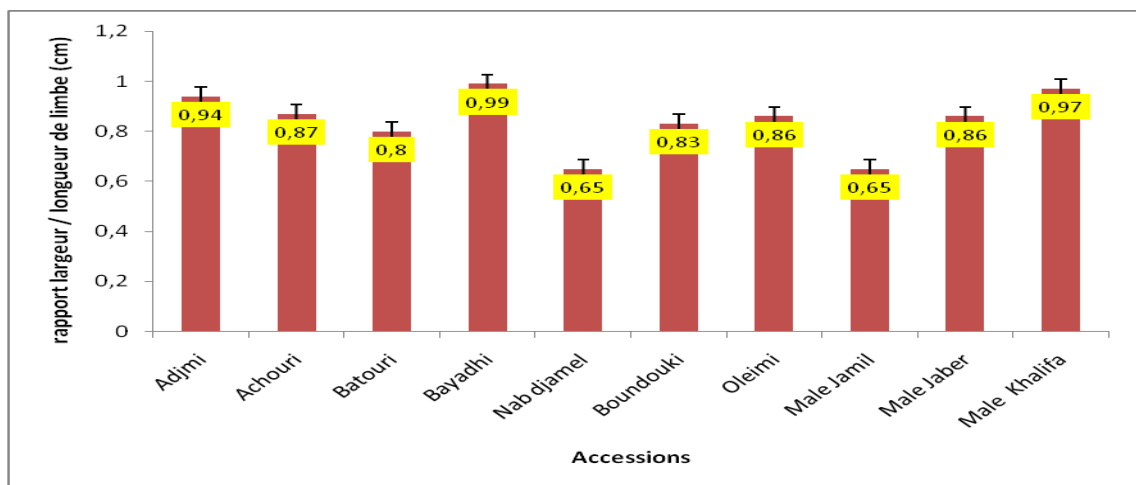


Figure 3.7 : Variation du rapport largeur / longueur du limbe des 10 accessions étudiées de pistachier fruitier.

L'analyse de la variance (Tableau 3.12), révèle une différence non significative ($p > 0.34$) dans le rapport largeur/longueur de limbe chez les différentes accessions étudiées.

Le coefficient de variation est de 252.41p.100 (Tableau 3.12), ce dernier est élevé, il est considéré comme dépassant 33.3p.100, la variation (une forte dispersion) est très élevée et la moyenne n'est plus fiable.

Tableau 3.12: Somme des carrés établis par ANOVA sur le rapport largeur / longueur de limbe de dix accessions étudiées.

Source	ddl	SCE	CM	F Value	Pr > F	R- square	Coeff Var (%)
Modèle	9	4781.77	1195.44	1.13	0.34(ns)		
Erreur	71	75059.54	1057.17			0.059	252.41

3.1.1.3.4 La longueur de la feuille terminale

Le tableau 3.13 donne les valeurs moyennes et l'écart type de la longueur de la feuille terminale.

Tableau 3.13 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant la longueur moyenne de la feuille terminale des différentes accessions étudiées.

Accessions	Moyenne \pm écart type (cm)
Adjmi	10.67 \pm 0.20 b
Achouri	11.39 \pm 0.20 a
Batouri	10.77 \pm 0.20 b
Bayadhi	11.60 \pm 0.20 a
Nab djamel	7.90 \pm 0.20 c
Boundouki	9.85 \pm 0.21 b
Oleimi	8.68 \pm 0.22 c
Male Jamil	11.69 \pm 0.20 a
Male Jaber	11.65 \pm 0.21 a
Male Khalifa	10.45 \pm 0.21 b

A partir du tableau 3.13, nous remarquons une grande dissimilarité dans la longueur de feuille terminale, cette dernière varie de : **7.90 \pm 0.20 cm** (Nab djamel) à **11.69 \pm 0.20 cm** (Male Jamil).

Les accessions qui présentent des similitudes dans la longueur sont mentionnées dans la figure 3.9. Les accessions : Achouri, Bayadhi, Male Jaber et Male Jamil ont des longueurs respectives de : **11.39 \pm 0.20 cm**, **11.60 \pm 0.20 cm**, **11.65 \pm 0.21 cm** et **11.69 \pm 0.20 cm**.

Les accessions Boundouki, Male khalifa, Adjmi, Batouri, et ont respectivement des longueurs moyennement rapprochées et faibles par rapport à celles citées précédemment, qui sont de : **9.85 \pm 0.21 cm**, **10.45 \pm 0.21 cm**, **10.67 \pm 0.20 cm** et **10.77 \pm 0.20 cm**.

Contrairement, aux accessions précédentes, les accessions Nab djamel et Oleimi sont dotées d'une longueur moyenne allant de : **7.90 \pm 0.20 cm** à **8.68 \pm 0.22 cm**.

Au seuil de confiance de 95p.100, (Tableau 3.13), les accessions forment trois groupes homogènes:

Le groupe homogène (a) : Achouri, Bayadhi, Male Jamil et Male Jaber.

Le groupe homogène (b): Adjmi, Batouri, Male Khalifa et Boundouki.

Le groupe homogène (c): Nab djamel et Oleimi.

La figure 3.8, révèle la variation de la longueur moyenne de la feuille terminale des différentes accessions étudiées.

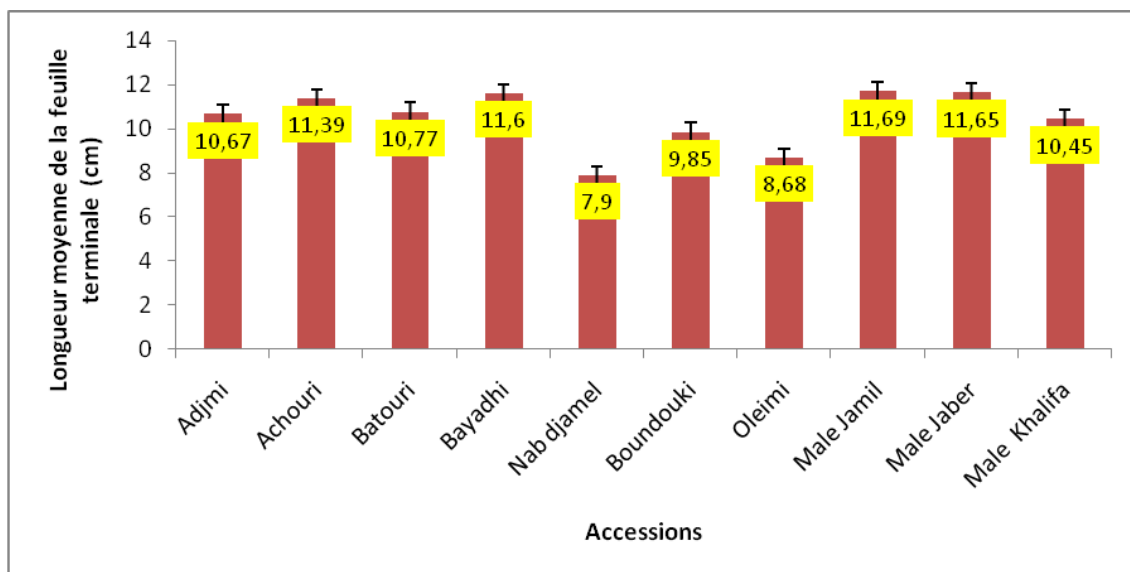


Figure 3.8 : Variation de la longueur moyenne de la feuille terminale des 10 accessions étudiées.

Une analyse de la variance (Tableau 3.14), montre une différence très hautement significative entre les différentes accessions ($P < .0001$).

Le coefficient de variation est de 8.63p.100 (Tableau 3.14), cet indice montre un regroupement dans la population étudiée, donc une absence de dispersion entre les accessions.

Tableau 3.14 : Somme des carrés établis par ANOVA sur la longueur moyenne de la feuille terminale de dix accessions étudiées.

Source	ddl	SCE	CM	F Value	Pr > F	R-Square	Coeff Var (%)
Modèle	9	176.57	44.14	54.05	<.0001***		
Erreur	94	76.76	0.81			0.69	8.63

3.1.1.3.5. La largeur de la feuille terminale

Le tableau 3.15 donne les valeurs moyennes et l'écart type de la largeur de la feuille terminale.

Tableau 3.15 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant la largeur moyenne de la feuille terminale des différentes accessions étudiées.

Accessions	Moyenne \pm écart type (cm)
Adjmi	6.21 ± 0.21 b
Achouri	6.63 ± 0.23 b
Batouri	6.22 ± 0.22 b
Bayadhi	8.87 ± 0.22 a
Nab djamel	6.42 ± 0.22 b
Boundouki	5.62 ± 0.21 c
Oleimi	6.74 ± 0.23 b
Male Jamil	6.25 ± 0.25 b
Male Jaber	7.75 ± 0.21 b
Male Khalifa	7.65 ± 0.23 b

A partir du tableau 3.15, nous remarquons une dissimilarité de largeur de la feuille terminale, cette dernière varie de **5.62 ± 0.21 cm** (Boundouki) à **8.87 ± 0.22 cm** (Bayadhi).

L'accession Bayadhi est celle présentant une largeur de **8.87 ± 0.22 cm**

Les accessions qui présentent des similitudes dans la largeur sont mentionnées dans la figure 3.9. Il s'agit des accessions suivantes : Adjmi, Batouri, Male Jamil, Nab djamel, Achouri, Oleimi, Male khalifa et Male jaber avec des largeurs respectives : **6.21 ± 0.21 cm, 6.22 ± 0.22 cm, 6.25 ± 0.25 cm, 6.42 ± 0.22 cm, 6.63 ± 0.23 cm, 6.74 ± 0.23 cm, 7.65 ± 0.23 cm et 7.75 ± 0.21 cm.**

L'accession Boundouki a une largeur de : **5.62 ± 0.21 cm.**

Le test de Newman et keuls au seuil de confiance de 95%, (Tableau 3.15), fait apparaitre trois groupes homogènes :

Le groupe (a) : Bayadhi.

Le groupe (b): Adjmi, Achouri, Batouri, Nab djamel, Oleimi, Male Jamil, Male Jaber et Male Khalifa.

Le groupe (c) : Boundouki

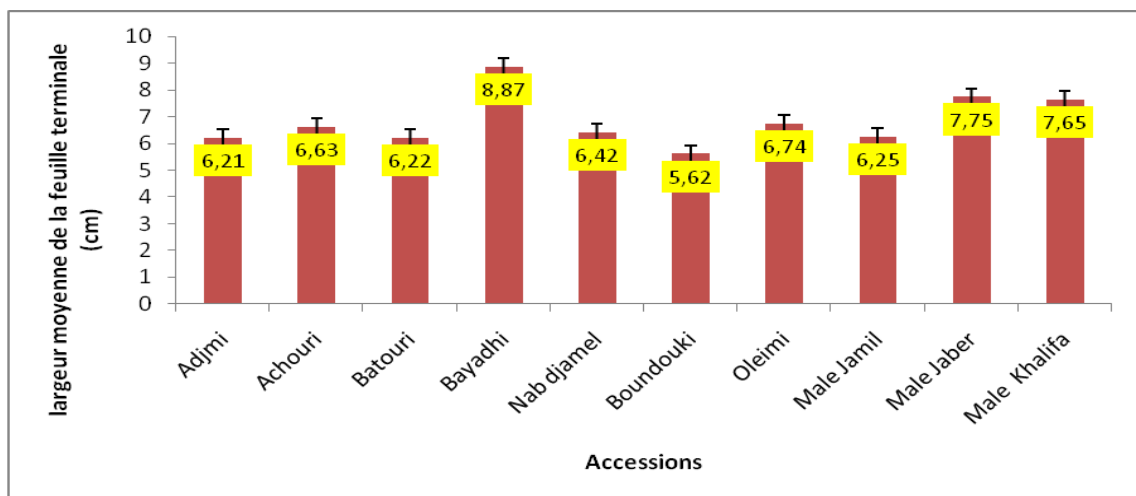


Figure 3.9 : Variation de la largeur moyenne de la feuille terminale des dix accessions étudiées de pistachier fruitier.

Une ANOVA (Tableau 3.16), révèle une différence très hautement significative ($P < .0001$) entre les variétés concernant la largeur moyenne de la feuille terminale.

Le coefficient de variation est de 14.67p.100 (Tableau 3.16), il y'a un groupement dans la population étudiée.

Tableau 3.16: Somme des carrés établis par ANOVA sur la largeur moyenne de la feuille terminale de dix accessions étudiées.

Source	ddl	SCE	CM	F Value	Pr > F	R-Square	Coeff Var (%)
Modèle	9	102.79	25.69	25.29	<.0001***		
Erreur	95	96.51	1.015			0.51	14.67

Conclusion :

L'établissement du phénotype macroscopique morphologique d'un végétal nécessite l'action conjuguée du génotype (avec l'expression des gènes propre à l'espèce) et de l'environnement (avec l'influence des facteurs abiotiques et biotiques du milieu).

Les individus d'une même espèce végétale montrent des caractéristiques communes déterminées par leurs gènes. Or, au sein d'une même espèce l'environnement génère des morphotypes variables. Des réponses morphologiques

semblables peuvent être obtenues avec des végétaux d'espèces différentes placées dans un même environnement.

Donc le phénotype morphologique des plantes, c'est-à-dire le port (en flèche ou en boule) et le nombre de tiges, de rameaux, de feuilles, le développement du système racinaire, est directement influencé par la répartition des hormones au sein du végétal.

Il est également influencé par l'environnement qui exerce une action directe sur l'établissement du phénotype morphologique via ses deux composantes : les facteurs abiotiques (vent, lumière...) et biotiques (action de l'homme, concurrence...), puisque le phénotype morphologique d'un végétal est le résultat des interactions entre l'expression du génotype et son environnement.

Lors de cette partie de ce travail, nous avons eu des réponses morphologiques semblables ou légèrement différentes avec des accessions d'une même espèce cultivées dans un même environnement ou dans un environnement différent. Ces convergences évolutives démontrent la puissance de l'environnement dans l'établissement d'un phénotype macroscopique morphologique face au génotype.

Ceci dit, ces vergers n'ont subi aucune opération d'entretien. Absence de désherbage, d'irrigation, de taille, et d'apport de fertilisants.

3.2 Les paramètres des fruits :

3.2.1 Observation de l'aspect des fruits :

L'observation à l'œil nu des fruits des différentes provenances a permis de déceler un niveau très élevé du polymorphisme morphologique. En effet, un échantillon de 20 fruits représentant chacune des quatre régions, illustre parfaitement l'existence de diverses couleurs et formes des fruits (Tableau 3.16). Nous avons relevé cinq différentes couleurs de fruits : rouge violet (fruits de Achouri, Oleimi et Adjmi) et rouge clair (fruit de Boundouki), jaune blanc (fruits de Nab djamel), Blanc rougeatre (fruit de Bayadhi), légèrement clair (fruits de Batouri).

A partir du tableau 3.17, nous avons remarqué aussi la position de l'ouverture de la suture sur la face dorsale pour les accessions : Achouri, Oleimi et Nab djamel ; cette dernière est du côté dorsal et ventral pour les accessions : Boundouki, Batouri et Adjmi. La position de l'ouverture de la suture est du côté ventral pour la accession Bayadhi. La

couleur du noyau est aussi une caractéristique déterminante de cette espèce où l'on a remarqué différentes couleurs, allant du vert vers le vert jaunâtre et le verdâtre (Tableau 3.17).

Tableau 3.17 : Variabilité dans la morphologie (forme et couleur) des fruits des accessions étudiées

Accessions	Forme fruits	Couleur coque	Position de l'ouverture de la suture	Couleur noyau
Achouri	Ovoïde ou étroitement cordée	Rouge violet	Face dorsale	Vert jaunâtre
Oleimi	Ovoïde	Rouge violet	Face dorsale	Vert jaunâtre
Nab djamel	Ovoïde ou allongé	Jaune blanc	Face dorsale	verdâtre
Boundouki	Ovoïde	Rouge clair	Côté dorsal et ventral	Vert jaunâtre
Bayadhi	Ovoïde	Blanc rougeâtre	Côté ventral	Vert jaunâtre
Batouri	Ovoïde ou allongé	légèrement crème	Côté dorsal et ventral	Vert jaunâtre
Adjmi	Ovoïde	Rouge violet	Côté dorsal et ventral	Vert jaunâtre

3.2.2 Les dimensions des fruits

Sur un nombre d'arbres suffisamment grand (une trentaine) et dans les différentes accessions d'Algérie, nous avons collecté au hasard des fruits. Nous avons mesuré, la longueur, la largeur et l'épaisseur en se basant sur la grille de description utilisée qui s'appuie sur le descripteur du pistachier (*Pistacia vera* L.) (IPGRI, 1998) (International Plant Genetic Resources Institute, 1998).

3.3.2.1 La longueur des fruits avec coques

Le tableau 3.18 donne les valeurs moyennes et l'écart type de la longueur des fruits avec coques.

Tableau 3.18 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant la longueur moyenne des fruits avec coque des accessions étudiées.

Accessions	Moyenne \pm écart type (mm)
Adjmi	25.53 \pm 0.67 a
Achouri	25.64 \pm 0.69 a
Batouri	24.79 \pm 0.68 ba
Bayadhi	22.68 \pm 0.68 b
Nab djamel	24 \pm 0.92 ba
Boundouki	25.23 \pm 0.59 a
Oleimi	23.58 \pm 0.78 a

A partir du tableau 3.18, nous remarquons une similarité de longueur de fruits, elle varie de : **22.68 \pm 0.68 mm** (Bayadhi) à **25.64 \pm 0.69 mm** (Achouri).

Les accessions qui présentent des similitudes dans la longueur du fruit sont mentionnées dans la figure 3.13 Il s'agit des accessions suivantes : Oleimi, Boundouki Adjmi, Achouri, et avec des longueurs de fruits respectives : **23.58 \pm 0.78 mm, 25.23 \pm 0.59 mm, 25.53 \pm 0.67 mm et 25.64 \pm 0.69 mm.**

Les accessions Nab djamel et Batouri ont respectivement des longueurs moyennement rapprochées et faibles par rapport à celles citées précédemment, qui sont de : **24 \pm 0.92 mm et 24.79 \pm 0.68 mm.**

L'accession Bayadhi est considérée comme seule avec une longueur de : **22.68 \pm 0.68 mm.**

Par ailleurs, le test de Newman et Keuls confirme que les accessions Adjmi, Achouri, Boundouki et Oleimi constituent le groupe le plus performant (a) (Tableau 3.18).

Le groupe homogène (b) : Bayadhi.

Le groupe intermédiaire (ba): Batouri et Nab Djamel.

La figure 3.11, révèle la variation de la longueur moyenne du fruit des différentes accessions étudiées.

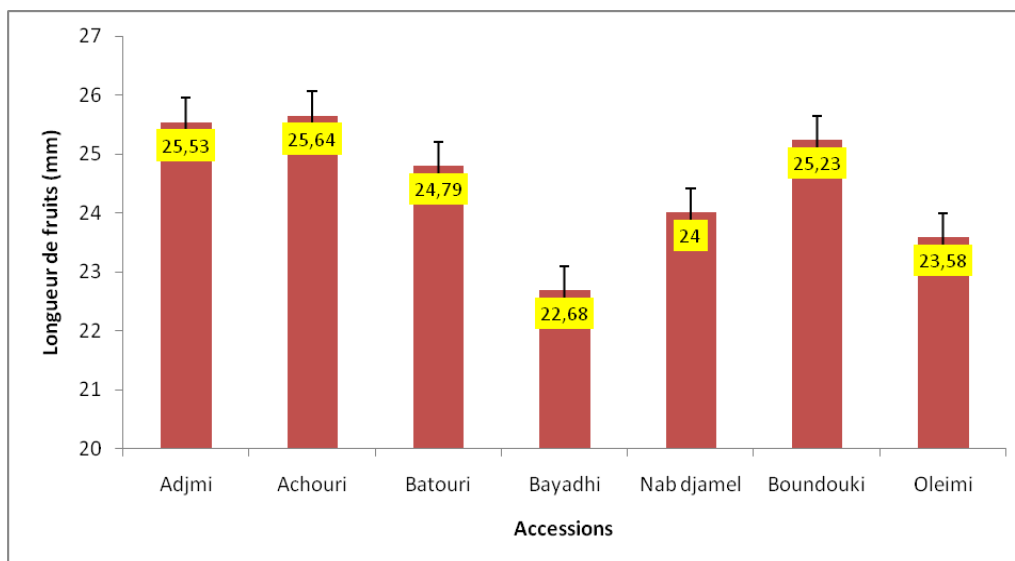


Figure 3.10 : Variation de la longueur moyenne des fruits avec coques des 7 accessions étudiées de pistachier fruitier dans les différentes stations d'étude.

Une analyse de la variance (Tableau 3.19) nous révèle une différence juste significative entre les accessions étudiées ($P > 0.01$).

Un coefficient de variation de 17.24p.100 (Tableau 3.19), révèle la notion de dispersion entre les variétés.

Tableau 3.19 : Somme des carrés établis par ANOVA sur la longueur moyenne des fruits avec coques des 7 accessions étudiées dans les différentes stations d'étude.

Source	ddl	SCE	CM	F Value	Pr > F	R-Square	Coeff Var %
modèle	6	223.04	55.76	3.10	0.01*		
Erreur	168	3021.07	17.98			0.06	17.24

3.2.2.2 La largeur des fruits avec coques

Le tableau 3.20 donne les valeurs moyennes et l'écart type de la largeur des fruits avec coques.

Tableau 3.20 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant la largeur moyenne des fruits avec coques des accessions étudiées.

Accessions	Moyenne \pm écart type (mm)
Adjmi	12.89 \pm 0.22a
Achouri	13.06 \pm 0.23a
Batouri	13.57 \pm 0.22a
Bayadhi	10.88 \pm 0.22c
Nab djamel	12.09 \pm 0.30 b
Boundouki	14.01 \pm 0.10 a
Oleimi	12.25 \pm 0.23 b

A partir du tableau 3.20, nous avons remarqué une similarité de largeur de fruits, cette dernière varie de : **10.88 \pm 0.22 mm** (Bayadhi) à **14.01 \pm 0.10 mm** (Boundouki).

Les accessions qui présentent des similitudes dans la largeur du fruit sont mentionnées dans la figure 3.11. Il s'agit des accessions suivantes : Adjmi, Achouri, Batouri et Boundouki avec des largeurs de fruits respectives : **12.89 \pm 0.22 mm**, **13.06 \pm 0.23 mm**, **13.57 \pm 0.22 mm** et **14.01 \pm 0.10 mm**.

Les accessions, Nab djamel et Oleimi ont respectivement des largeurs moyennement rapprochées et faibles par rapport à celles citées précédemment, qui sont de : **12.09 \pm 0.30 mm** et **12.25 \pm 0.23 mm**.

La variété Bayadhi est considérée comme seule avec une largeur de **10.88 mm**.

Par ailleurs le test de Newman et Keuls confirme que les accessions Adjmi, Achouri, Boundouki et Batouri constituent le plus performant (a) (Tableau 3.20).

Le groupe homogène (b): Oleimi et Nab djamel

Le groupe (c) : Bayadhi.

La figure 3.11, révèle la variation de la largeur moyenne du fruit des différentes accessions étudiées.

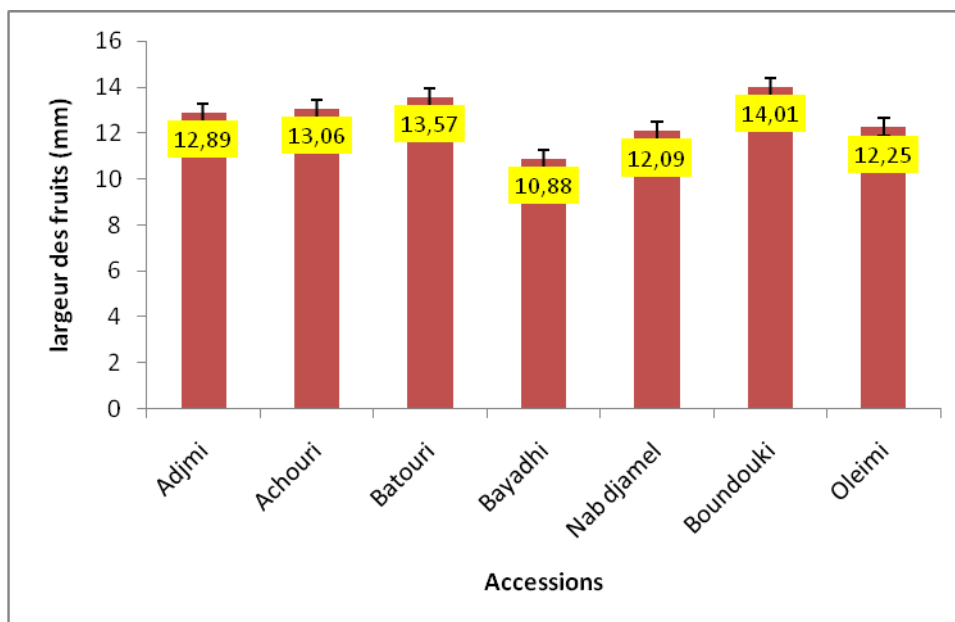


Figure 3.11: Variation de la largeur moyenne des fruits avec coques des sept accessions.

Une analyse de la variance (Tableau 3.21), montre une différence très hautement significative des accessions ($P < .0001$) l'une de l'autre.

Le coefficient de variation est de 11.16p.100 (Tableau 3.21), cet indice montre une « corrélation » dans la population étudiée, donc une absence de dispersion entre les accessions.

Tableau 3.21 : Somme des carrés établis par ANOVA sur la largeur moyenne des fruits avec coques des sept accessions étudiées.

Source	ddl	SCE	CM	F Value	Pr > F	R-Square	Coeff Var %
Modèle	6	163.33	40.83	20.71	<.0001***		
Erreur	168	331.30	1.97			0.33	11.19

3.2.2.3 L'épaisseur des fruits avec coques

Le tableau 3.22 donne les valeurs moyennes et l'écart type de l'épaisseur des fruits avec coques.

Tableau 3.22 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant l'épaisseur moyenne des fruits avec coques des accessions.

Accessions	Moyenne \pm écart type (mm)
Adjmi	12.03 \pm 0.21 b
Achouri	12.34 \pm 0.22b
Batouri	13.06 \pm 0.21b
Bayadhi	11.82 \pm 0.21c
Nab djamel	14.77 \pm 0.30a
Boundouki	13.56 \pm 0.22 a
Oleimi	11.26 \pm 0.26 c

A partir du tableau 3.22, nous remarquons une similarité de l'épaisseur de fruits, celle ci varie de : **11.82 \pm 0.21 mm** (Oleimi) à **14.77 \pm 0.3 mm** (Nab djamel).

Les accessions qui présentent des similitudes dans l'épaisseur du fruit sont mentionnées dans la figure 3.13. Il s'agit des accessions : Boundouki et Nab djamel, avec des épaisseurs de fruits respectives : **13.56 \pm 0.22 mm** et **14.77 \pm 0.3 mm**.

Les accessions Oleimi et Bayadhi ont respectivement des épaisseurs moyennement rapprochées et faibles par rapport à celles citées précédemment, elles sont de : **11.26 \pm 0.26 mm** et **11.82 \pm 0.21 mm**.

Les accessions Adjmi, Achouri et Batouri, sont considérées comme rapprochées, avec une épaisseur respective de : **12.03 \pm 0.21mm**, **12.34 \pm 0.22 mm** et **13.06 \pm 0.21 mm**.

Par ailleurs, le test de Newman et Keuls confirme que les accessions Nab djamel, et Boundouki constituent le groupe le plus performant (a) (Tableau 3.22).

Le groupe homogène (b) : Adjmi, Achouri et Batouri.

Et en dernier le groupe (c): Bayadhi et Oleimi.

La figure 3.12, révèle la variation de l'épaisseur moyenne du fruit des différentes accessions étudiées.

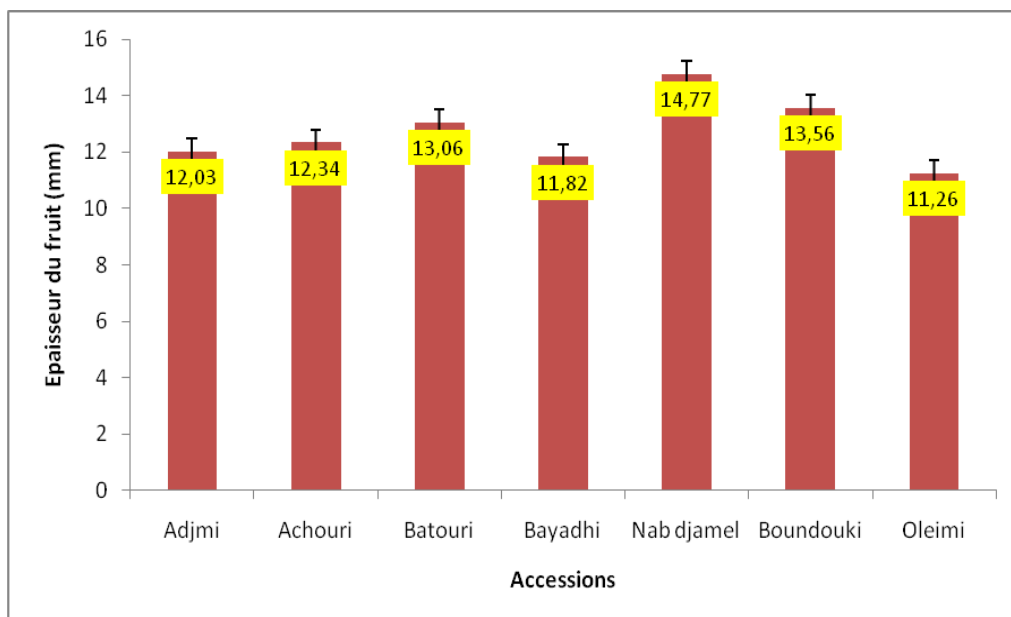


Figure 3.12: Variation de l'épaisseur moyenne des fruits avec coques des sept accessions étudiées.

Une analyse de la variance (Tableau 3.23), montre que la différence de l'épaisseur des fruits des accessions étudiées est très hautement significative ($P < .0001$).

Le coefficient de variation est de 10.74p.100 (Tableau 3.23), cet indice montre une absence de dispersion entre les accessions dans la population étudiée.

Tableau 3.23 : Somme des carrés établis par ANOVA sur l'épaisseur moyenne des fruits avec coques des sept accessions étudiées de pistachier fruitier.

Source	ddl	SCE	CM	F Value	Pr > F	R-Square	Coeff Var
Modèle	6	140.18	35.04	19.10	<.0001***		
Erreur	167	306.38	1.83			0.31	10.74

3.2.2.4 Le rapport épaisseur/longueur de fruits avec coques

Le tableau 3.24 donne les valeurs moyennes et l'écart type du rapport épaisseur/longueur de fruits avec coques.

Tableau 3.24 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant le rapport épais/long des fruits avec coques des accessions étudiées.

Variétés	Moyenne \pm écart type (mm)
Adjmi	0.48 \pm 0.01 d
Achouri	0.49 \pm 0.01 d
Batouri	0.54 \pm 0.01 b
Bayadhi	0.52 \pm 0.01 b
Nab djamel	0.61 \pm 0.01 a
Boundouki	0.65 \pm 0.01 a
Oleimi	0.56 \pm 0.01b

A partir du tableau 3.24, nous remarquons une similarité dans les rapports Epaisseur/longueur des fruits, ce paramètre varie de : **0.48 \pm 0.01 mm** (Adjmi) à **0.65 \pm 0.01 mm** (Boundouki).

Les accessions qui présentent des similitudes dans ce paramètre sont mentionnées dans la figure 3.14. Ce sont les accessions : Nab djamel et Boundouki avec des rapports Epaisseur/longueur respectifs : **0.61 \pm 0.01 mm** et **0.65 \pm 0.01 mm**.

Les accessions Bayadhi, Batouri Oleimi et ont respectivement un rapport epaisseur / longueur moyennement rapproché et faible par rapport à celles citées précédemment, elles sont de : **0.52 \pm 0.01 mm**, **0.54 \pm 0.01 mm** et **0.56 \pm 0.01 mm**.

L'accession Adjmi et Achouri avec un rapport épaisseur / longueur de : **0.48 \pm 0.01 mm** et **0.49 \pm 0.01 mm**.

Au seuil de sécurité de 95p.100 et avec le test de Newman et Keuls, on a obtenu 3 groupes homogènes (Tableau 3.23):

Le groupe (a) : Nab Djamel et Boundouki

Le groupe homogène (b): Batouri, Bayadhi et Oleimi.

Le groupe homogène (d): Adjmi et Achouri

La figure 3.13, révèle la variation du rapport épaisseur/longueur moyen du fruit des différentes accessions étudiées.

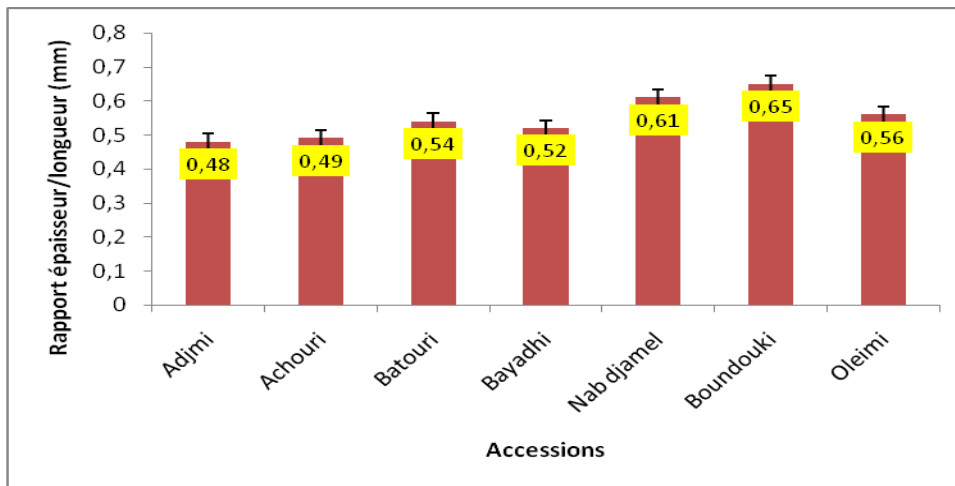


Figure 3.13: Variation du rapport épais/ long des fruits avec coques des 7 accessions étudiées dans les différentes stations d'étude.

Une analyse de la variance (Tableau 3.25), montre que les accessions diffèrent de façon très hautement significative ($P < .0001$) l'une de l'autre.

Le coefficient de variation est de 15.26p.100 (Tableau 3.25), cet indice montre une absence de dispersion entre les accessions dans la population étudiée.

Tableau 3.25: Somme des carrés établis par ANOVA sur le rapport Epais/Long de fruits avec coques des sept accessions étudiées.

Source	ddl	SCE	CM	F Value	Pr > F	R-Square	Coeff Var %
Modèle	6	0.26	0.06	10.27	<.0001***		
Erreur	167	1.06	0.006			0.19	15.26

3.2.2.5 Le nombre de grappes / arbre

Le tableau 3.26 donne les valeurs moyennes et l'écart type de nombre de grappes /arbre.

Tableau 3.26 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant le nombre de grappes / arbre des 7 accessions étudiées.

Variétés	Moyenne \pm Ecart type (nbr grap/fruit)
Adjmi	28.15 \pm 1.22 c
Achouri	30.52 \pm 1.25 c
Batouri	29.3 \pm 1.22 c
Bayadhi	81.8 \pm 1.22 a
Nab djamel	69.26 \pm 1.25 b
Boundouki	78 \pm 1.22 a
Oleimi	50.15 \pm 1.22b

A partir du tableau 3.26, nous remarquons une dissimilarité dans le nombre de grappes / arbre, ce nombre varie de 28.15 \approx 28 grappes/arbre (Adjmi) à 81.8 mm \approx 82 grappes / arbre (Bayadhi).

Les accessions qui présentent une ressemblance dans le nombre de grappes / arbre sont mentionnées dans la figure 3.14. Il s'agit des accessions suivantes : Adjmi, Achouri et Batouri avec un nombre de grappes /arbre respectif : **28.15 \pm 1.22, 30.52 \pm 1.22 et 29.3 \pm 1.22gpes /arbre.**

Les accessions Boundouki et Bayadhi ont un nombre de grappes /arbre de : **78 \pm 1.22 et 81.8 \pm 1.22.**

Les accessions, Oleimi et Nab djamel ont respectivement un nombre de grappes/arbre de : **50.15 \pm 1.22 et 69.26 \pm 1.22 gpes /arbre.**

Par ailleurs le test de Newman et Keuls confirme que les accessions Bayadhi et Boundouki constituent le groupe plus performant (a) (Tableau 3.26).

Le groupe homogène (b) : Nab Djamel et Oleimi.

Et en dernier le groupe (c) : Adjmi, Achouri et Batouri.

La figure 3.14 révèle la variation du nombre de grappes /arbre des différentes accessions étudiées.

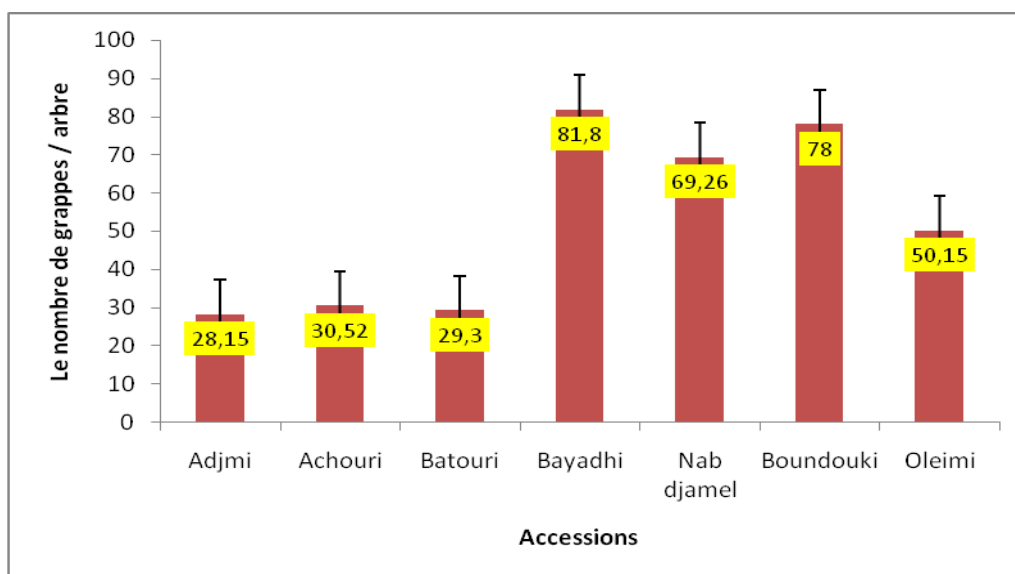


Figure 3.14 : Variation du nombre de grappes /arbre des 7 accessions étudiées.

L'analyse de la variance (Tableau 3.27), montre que les accessions diffèrent de façon très hautement significative ($P < .0001$) l'une de l'autre.

Le coefficient de variation est de 11.43p.100 (Tableau 3.27), il indique une absence de dispersion entre les accessions dans la population étudiée.

Tableau 3.27 : Somme des carrés établis par ANOVA sur le nombre de grappes /arbre des 7 accessions étudiées.

Source	ddl	SCE	CM	F Value	Pr > F	R-Square	Coeff Var %
Modèle	6	52109.23	13027.30	436.38	<.0001***		
Erreur	93	2776.37	29.85			0.94	11.43

3.2.2.6 Le nombre de fruits avec coques/grappe

Le tableau 3.28 donne les valeurs moyennes et l'écart type du nombre de fruit /grappe.

Tableau 3.28: Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant le nombre de fruits/ grappe des 7 accessions.

Accessions	Moyenne \pm Ecart type (nbr de fruits/grappe)
Adjmi	28.95 \pm 1.06 e
Achouri	40.89 \pm 1.08 c
Batouri	74.45 \pm 1.061 a
Bayadhi	60.84 \pm 1.08 a
Nab djamel	35.10 \pm 1.08 d
Boundouki	65,33 \pm 1.06 a
Oleimi	50.25 \pm 1.06 b

A partir du tableau 3.28, nous remarquons une dissimilarité du nombre de fruits /grappe, ce paramètre varie de : **35.10 \pm 1.06 frts /gpe** (Nab djamel) à **74.45 \pm 1.06 frts /gpe** (Batouri).

Les accessions qui présentent des similitudes dans le nombre de fruits /grappe sont mentionnées dans la figure 3.16. Il s'agit des accessions : Bayadhi, Boundouki et Batouri avec un nombre de fruits/grappe respectif : **60.84 \pm 1.06, 65.33 \pm 1.06 et 74.45 \pm 1.06 frts /gpe.**

L'accession Adjmi se caractérise par un nombre de fruits /grappe de : **29.95 \pm 1.06**

L'accession Nab djamel totalise un nombre de fruits / grappe de : **35.10 \pm 1.06 frts /gpe.**

L'accession Achouri a un nombre de fruits / grappe de : **40.89 \pm 1.06 frts /gpe.**

L'accession Oleimi compte un nombre de fruits / grappe de : **50.25 \pm 1.06 frts /gpe.**

Par ailleurs, le test de Newman et Keuls donne les groupes homogènes (Tableau 3.28):

Le groupe (a) : Batouri, Bayadhi et Boundouki;

Le groupe homogène (b) : Oleimi

Le groupe (c): Achouri

Le groupe (d) : Nab djamel

Le groupe (e) : Adjmi

La figure 3.15, révèle la variation dans le nombre de fruits /grappe des différentes accessions étudiées dans les stations d'étude.

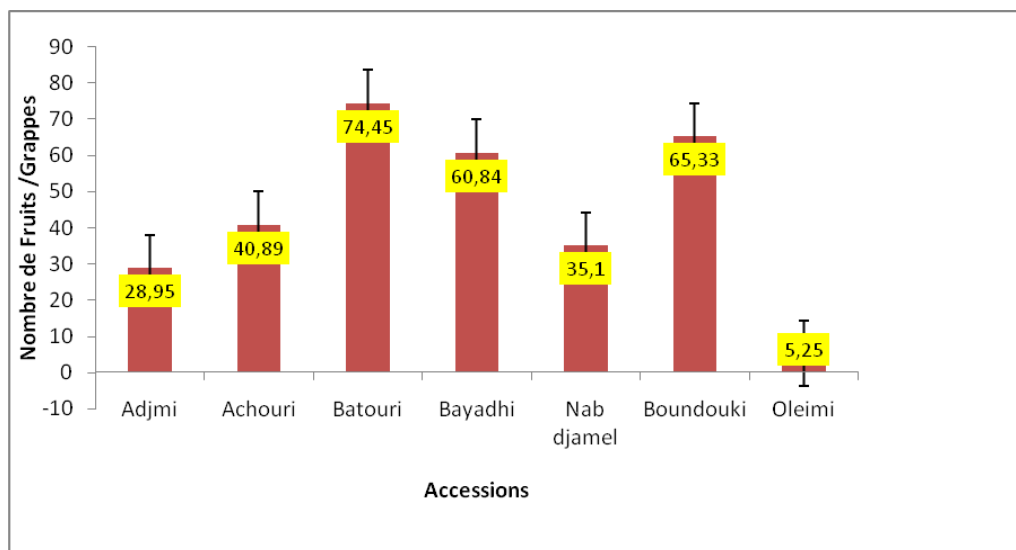


Figure 3.15 : Variation du nombre de fruits (avec coques)/Grappes des 7 accessions étudiées.

Une analyse de la variance (Tableau 3.29), montre une différence hautement significative des accessions ($P < .0001$) l'une de l'autre.

Le coefficient de variation est de 9.86p.100 (Tableau 3.29), cet indice montre une absence de dispersion entre les accessions dans la population étudiée.

Tableau 3.29: Somme des carrés établis par ANOVA sur le nombre de fruits / grappes des sept accessions étudiées.

Source	ddl	SCE	CM	F Value	Pr > F	R-Square	Coeff Var %
Modèle	6	28500.51	7125.12	316.06	<.0001***		
Erreur	92	2074.00	22.54			0.932	9.86

3.2.2.7 Le poids 100 fruits avec coques

Le tableau 3.30 donne les valeurs moyennes et l'écart type du poids de 100 fruits.

Tableau 3.30 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant le poids de 100 fruits avec coques des 7 accessions étudiées.

Accessions	Moyenne \pm Ecart type (gramme)
Adjmi	269.45 \pm 11.13 a
Achouri	220.80 \pm 11.67 b
Batouri	226.78 \pm 11.98 b
Bayadhi	116.58 \pm 10.66 c
Nab djamel	140.87 \pm 18.46c
Boundouki	300 \pm 11.13 a
Oleimi	270 \pm 11.13 a

A partir du tableau 3.30, nous remarquons une similarité du poids de 100 fruits. Ce paramètre varie de : **116.58 \pm 10.66g** (Bayadhi) à **300 \pm 11.13 g** (Boundouki).

Les accessions présentant des similitudes dans le poids de 100 fruits sont mentionnées dans la figure 3.16, Adjmi, Oleimi et Boundouki avec un poids respectif de : **269.45 \pm 11.13 g**, **270 \pm 11.13 g** et **300 \pm 11.13 g**.

Les accessions, Achouri et Batouri ont respectivement un poids moyen de : **220.80 \pm 11.67 g** et **226.78 \pm 11.98 g**.

Les accessions Bayadhi et Nab djamel sont considérées comme les accessions dont le poids de 100 fruits est le moins lourd, soit : **116.58 \pm 10.66 g** et **140.87 \pm 18.46 g**.

Par ailleurs, le test de Newman et Keuls met en évidence les groupes homogènes (Tableau 3.30):

Le groupe (a) : Boundouki et Oleimi;

Le groupe homogène (b) : Achouri et Batouri;

Le groupe homogène (c) : Bayadhi et Nab djamel.

La figure 3.16 révèle la variation dans le poids de 100 fruits des différentes accessions de pistachier fruitier étudiées.

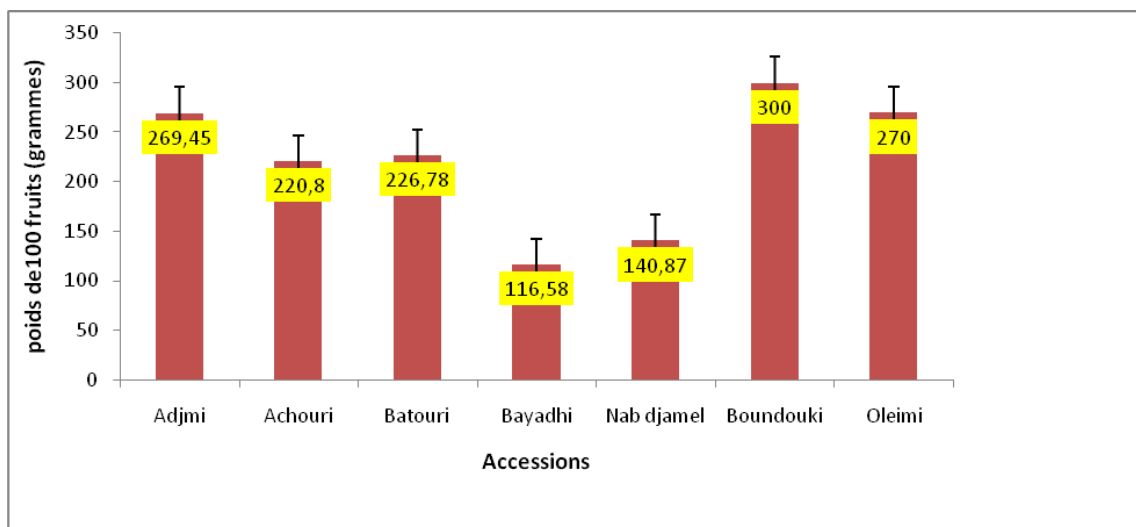


Figure 3.16 : Variation du poids moyen de 100 fruits avec coques des 7 accessions étudiées dans les stations d'étude.

Une analyse de la variance (Tableau 3.31), montre que les accessions diffèrent d'une façon très hautement significativement ($P < .0001$) l'une de l'autre.

Le coefficient de variation est de 26.14p.100 (Tableau 3.31), cet indice montre une forte dispersion entre les accessions dans la population étudiée.

Tableau 3.31: Somme des carrés établis par ANOVA sur le poids de 100 fruits (avec coques) des 7 accessions étudiées.

Source	ddl	SCE	CM	F Value	Pr > F	R-square	Coeff Var
Modèle	6	323376.27	80844.06	29.63	<.0001***		
Erreur	88	240088.52	2728.2786			0.57	26.14

3.3.3 Les dimensions des amandes (fruits sans coques)

3.3.3.1 La longueur des amandes (noyaux sans coques)

Le tableau 3.32 donne les valeurs moyennes et l'écart type de la longueur des amandes.

Tableau 3.32 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant la longueur moyenne des amandes des 7 accessions étudiées.

Accessions	Moyenne ± Ecart type (millimètres)
Adjmi	17.13 ± 0.32 b
Achouri	21.96 ± 0.32 a
Batouri	15.93 ± 0.32 c
Bayadhi	15.93 ± 0.32 c
Nab djamel	17.3 ± 0.32 b
Boundouki	22.36 ± 0.32 a
Oleimi	19.32 ± 0.32 b

A partir du tableau 3.32, nous remarquons une dissimilarité dans la longueur d'amande, qui varie de (**15.93± 0.32 mm**) (Batouri et Bayadhi) à **22.36 ± 0.32 mm** (Boundouki).

Les accessions qui présentent des similitudes dans la longueur de l'amande sont mentionnées dans la figure 3.17, Adjmi, Nab djamel, et Oleimi ont des longueurs d'amande respectives : **17.13± 0.32 mm, 17.3± 0.32 mm et 19.32± 0.32 mm.**

Les accessions Achouri et Boundouki ont respectivement des longueurs moyennement rapprochées et faibles par rapport à celles citées précédemment et sont de : **21.96± 0.32 mm et 22.36± 0.32 mm.**

L'accession Batouri et Bayadhi ont une longueur moyenne de 15.93mm.

Par ailleurs, le test de Newman et Keuls confirme que les accessions Achouri et Boundouki constituent le groupe le plus performant (a) (Tableau 3.32).

Le groupe homogène (b) englobe les accessions : Adjmi Oleimi et Nab djamel

Et en dernier le groupe (c) contient l'accession : Batouri et Bayadhi.

La figure 3.17, révèle la variation dans la longueur moyenne de l'amande des différentes accessions étudiées.

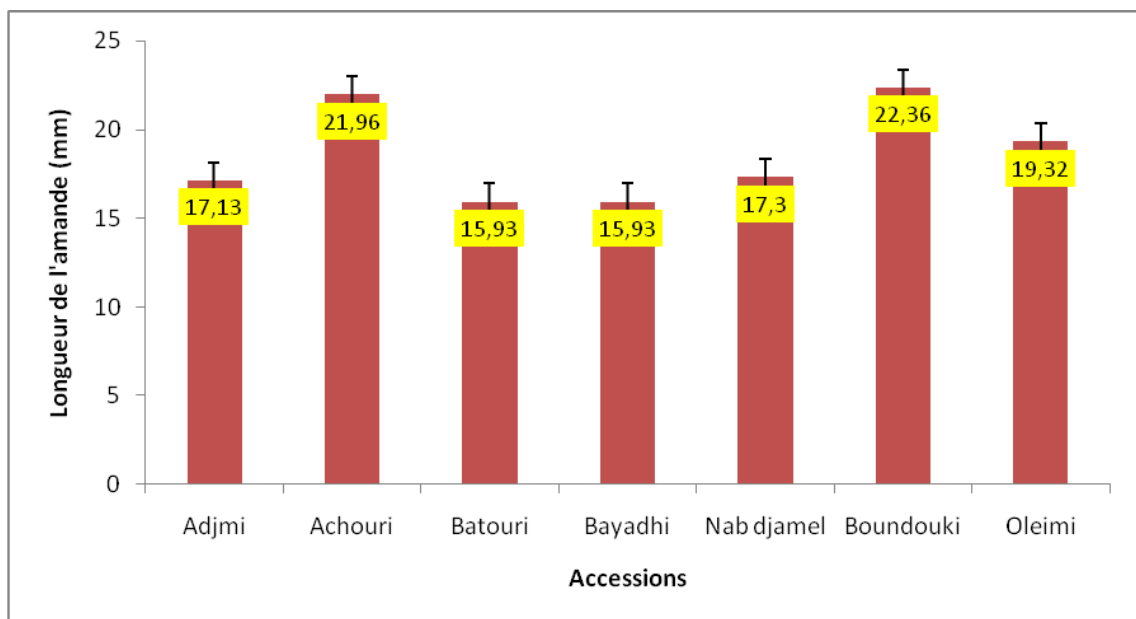


Figure 3.17: Variation de la longueur moyenne des amandes des sept accessions étudiées.

Une ANOVA à un facteur (Tableau 3.33), montre une différence très hautement significative des accessions ($P < .0001$) l'une de l'autre.

Le coefficient de variation est de 7.09p.100 (Tableau 3.33), cet indice montre une absence de dispersion entre les accessions dans la population étudiée.

Tableau 3.33 : Somme des carrés établis par ANOVA sur la longueur moyenne des amandes des sept accessions étudiées.

Source	ddl	SCE	CM	F Value	Pr > F	R-Square	Coeff Var
Modèle	6	373.75	93.43	59.61	<.0001***		
Erreur	70	109.73	1.56			0.77	7.09

3.3.3.2 La largeur des amandes

Le tableau 3.34 donne les valeurs moyennes et l'écart type de la largeur des amandes.

Tableau 3.34 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant la largeur moyenne des amandes des 7 accessions étudiées.

accessions	Moyenne \pm Ecart type (millimètres)
Adjmi	10.53 \pm 0.37ba
Achouri	9.7 \pm 0.37 b
Batouri	10.86 \pm 0.37a
Bayadhi	11.23 \pm 0.37a
Nab djamel	11.1 \pm 0.37a
Boundouki	10.45 \pm 0.67b
Oleimi	11.29 \pm 0.67a

A partir du tableau 3.34, nous remarquons une similarité de largeur des amandes, celle ci varie de : **9.7 \pm 0.37 mm** (Achouri) à **11.29 \pm 0.37 mm** (Oleimi).

Les accessions présentant des similitudes dans la largeur des amandes sont mentionnées dans la figure 3.18. Batouri, Nab djamel, Bayadhi et Oleimi avec des largeurs de noyaux respectives : **10.86 \pm 0.37 mm**, **11.1 \pm 0.37 mm**, **11.23 \pm 0.37 mm**, et **11.29 \pm 0.67 mm**.

Les accessions Achouri et Boundouki, ont respectivement des largeurs moyennement rapprochées et faibles par rapport à celles citées précédemment, elles sont de : **9.7 \pm 0.37 mm** et **10.45 \pm 0.67 mm**.

L'accession Adjmi a une largeur de : **10.53 \pm 0.37 mm**.

Par ailleurs, le test de Newman et Keuls donne les groupes homogènes (Tableau 3.34) :

Le groupe homogène (a): Batouri, Bayadhi, Nab djamel et Oleimi ;

Le groupe homogène (b): Achouri et Boundouki, Oleimi et Nab djamel;

Le groupe homogène (c) : Adjmi.

La figure 3.19 révèle la variation dans la largeur moyenne des amandes des différentes accessions étudiées.

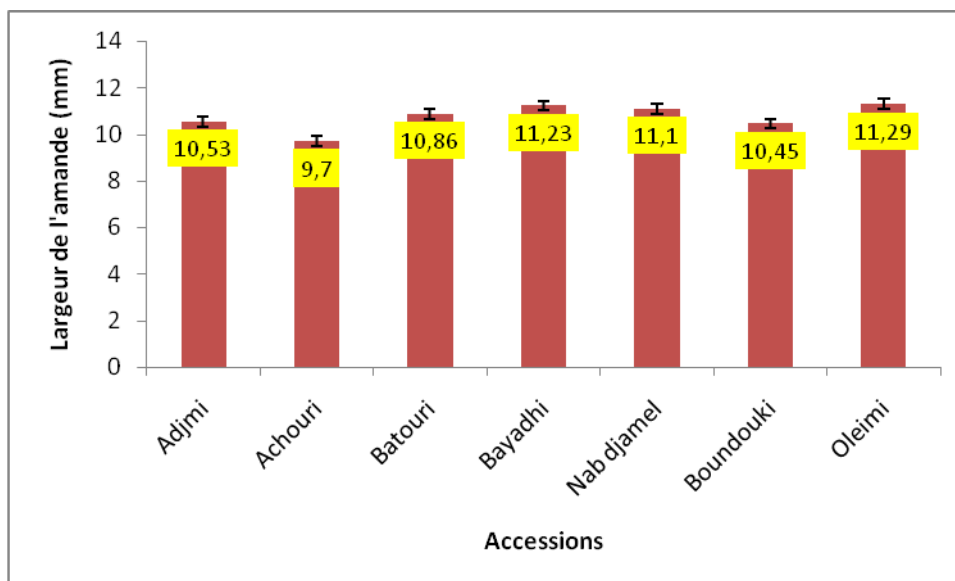


Figure 3.18 : Variation de la largeur moyenne des amandes des 7 accessions étudiées.

Une analyse de la variance à un seul facteur (Tableau 3.35), montre que les accessions sont hautement significatives ($P < .004$) l'une de l'autre.

Le coefficient de variation est de 13.76p.100 (Tableau 3.35), cet indice montre un regroupement entre les accessions dans la population étudiée, donc une absence de dispersion

Tableau 3.35 : Somme des carrés établis par ANOVA sur la largeur moyenne des amandes des sept accessions étudiées.

Source	ddl	SCE	CM	F Value	Pr > F	R-Square	Coeff Var %
Modèle	6	22.48	5.621	2.60	0.0434**		
Erreur	70	151.4	2.162			0.12	13.76

3.3.3.3 L'épaisseur des amandes

Le tableau 3.36 donne les valeurs moyennes et l'écart type de l'épaisseur des amandes.

Tableau 3.36 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant l'épaisseur moyenne des amandes des sept accessions étudiées.

Accessions	Moyenne \pm Ecart type (mm)
Adjmi	10.66 \pm 0.29b
Achouri	9.73 \pm 0.29 c
Batouri	11.63 \pm 0.29 a
Bayadhi	11.13 \pm 0.29ba
Nab djamel	11.10 \pm 0.29ba
Boundouki	10.12 \pm 0.29ba
Oleimi	11.75 \pm 0.29a

A partir du tableau 3.36, nous remarquons une similarité dans l'épaisseur des amandes, cette dernière varie de : **9.73 \pm 0.29 mm** (Achouri) à **11.75 \pm 0.29 mm** (Oleimi).

Les accessions présentant des similitudes dans l'épaisseur de l'amande sont mentionnées dans la figure 3.19. Batouri et Oleimi ont une épaisseur d'amande respective : **11.63 \pm 0.29 mm** et **11.75 \pm 0.29 mm**.

L'accession Achouri a une épaisseur de : **9.73 \pm 0.29 mm**.

L'accession Adjmi a une épaisseur de : **10.66 \pm 0.29 mm**

Les accessions Nab djamel, Boundouki et Bayadhi, ont respectivement une épaisseur de : **11.10 \pm 0.29 mm**, **10.12 \pm 0.29 mm** et **11.13 \pm 0.29 mm**.

Le test de Newman et Keuls nous donne trois groupes homogènes et un groupe intermédiaire (Tableau 3.36).

Il en ressort que le groupe le plus performant (a) englobe les accessions Batouri et Oleimi.

Le groupe homogène (b), englobe l'accession: Adjmi

Le groupe (c), contient l'accession l'accession: Achouri

Et en dernier, les accessions Bayadhi, Boundouki et Nab djamel appartiennent au groupe intermédiaire (ba).

La figure 3.20, révèle la variation dans l'épaisseur moyenne des amandes des différentes accessions étudiées.

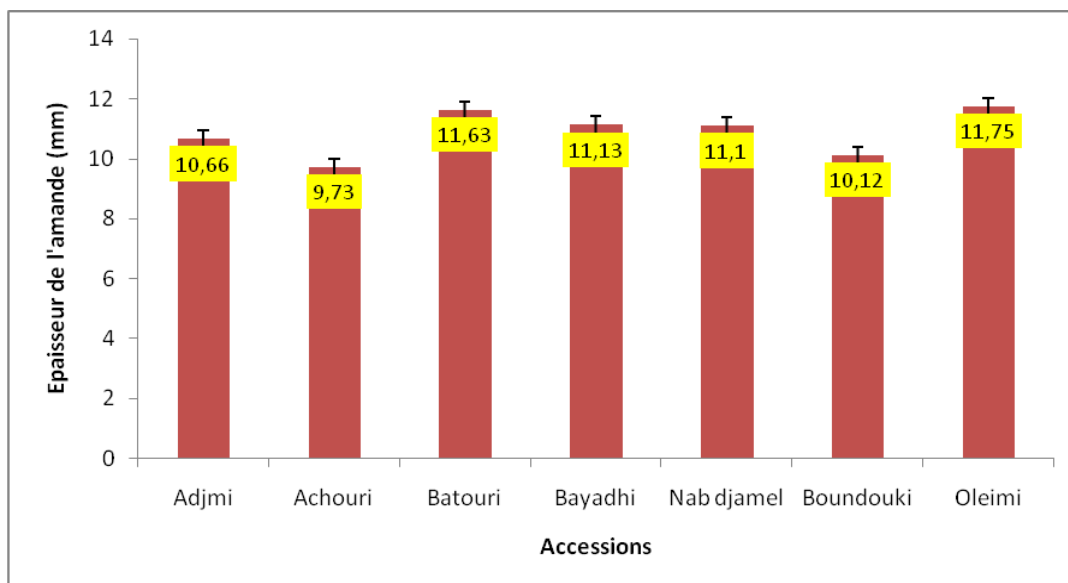


Figure 3.19 : Variation de l'épaisseur moyenne des amandes des sept accessions étudiées.

Une analyse de la variance (Tableau 3.37), montre qu'il ya une différence très hautement significative entre les variétés ($P < 0.0005$).

Le coefficient de variation est de 10.69p.100 (Tableau 3.37), il indique une « corrélation » entre les accessions dans la population étudiée, donc une absence de dispersion.

Tableau 3.37 : Somme des carrés établis par ANOVA sur l'épaisseur moyenne des amandes des sept accessions étudiées.

Source	ddl	SCE	CM	F Value	Pr > F	R-Square	Coeff Var
Modèle	6	30.55	7.63	5.67	0.0005***		
Erreur	70	94.33	1.34			0.24	10.69

3.3.3.4. Le rapport épaisseur/longueur des amandes

Le tableau 3.38 décèle les valeurs moyennes et l'écart type de l'épaisseur des amandes.

Tableau 3.38 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant le rapport épaisseur/longueur des amandes des sept accessions étudiées.

Accessions	Moyenne \pm Ecart type (mm)
Adjmi	0.56 \pm 0.016 c
Achouri	0.69 \pm 0.016 ba
Batouri	0.73 \pm 0.02a
Bayadhi	0.70 \pm 0.016 ba
Nab djamel	0.64 \pm 0.016b
Boundouki	0.60 \pm 0.016 c
Oleimi	0.70 \pm 0.02 a

A partir du tableau 3.38, nous remarquons une similarité dans les rapports Epais/Long des amandes, ce paramètre varie de : **0.56 \pm 0.016 mm** (Adjmi) à **0.73 \pm 0.02 mm** (Batouri).

Les accessions qui présentent des similitudes dans ce paramètre sont mentionnées dans la figure 3.21. Il s'agit des variétés : Oleimi et Batouri avec des rapports Epais/long respectifs ; **0.70 \pm 0.02 mm et 0.73 \pm 0.02mm.**

Adjmi et Boundouki : **0.56 \pm 0.016 mm, 0.60 \pm 0.016 mm.**

Nab djamel : **0.64 \pm 0.016 mm.**

Les accessions Batouri et Oleimi ont respectivement des rapports Epais / Long moyennement rapprochées et faibles par rapport aux accessions citées précédemment, ces largeurs sont de : **0.73 \pm 0.02 mm et 0.70 \pm 0.02 mm.**

Enfin Achouri et Bayadhi avec un rapport Epais / Long de : **0.69 \pm 0.016 mm et 0.70 \pm 0.016 mm.**

Au risque de 5p.100, le test de Newman et Keuls fait ressortir trois groupes homogènes et un groupe intermédiaire. Il met en évidence le classement des accessions étudiées. Les accessions Batouri et Oleimi constituent le groupe le plus performant (a) (Tableau 3.38).

Le groupe homogène (b), renferme l'accession: Nab djamel

Un groupe (c), englobant les accessions : Adjmi et Boundouki

Le groupe homogène intermédiaire (ba), renferme les accessions : Achouri et Bayadhi

La figure 3.20 révèle la variation du rapport épais/long moyen des amandes des différentes accessions étudiées.

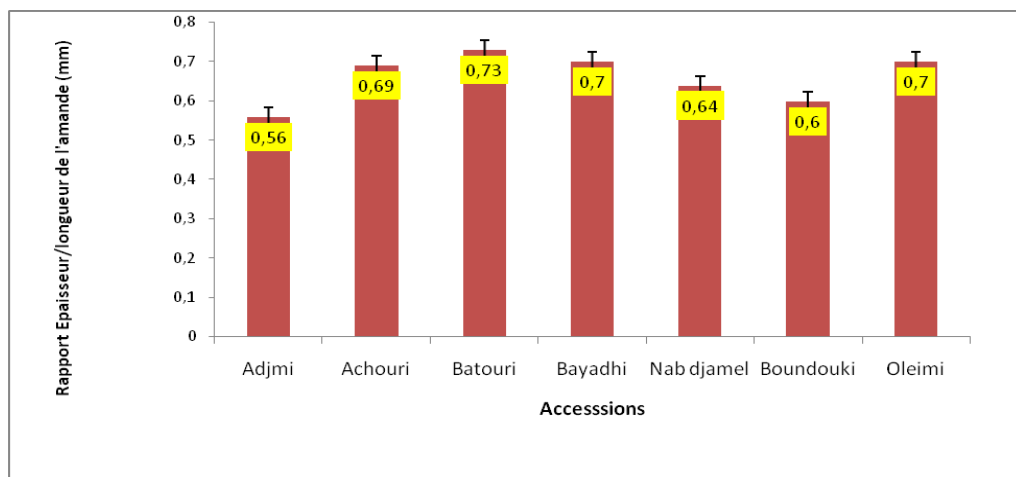


Figure 3.20 : Variation du rapport épais/ long moyen des amandes des sept accessions étudiées.

L'analyse de la variance (Tableau 3.39) montre une différence très hautement significative des accessions ($P < .0001$) l'une de l'autre.

Le coefficient de variation est de 15.23p.100 (Tableau 3.39), il indique une corrélation entre les accessions dans la population étudiée.

Tableau 3.39 : Somme des carrés établis par ANOVA sur le rapport Epais/long moyen des amandes des sept accessions étudiées.

Source	ddl	SCE	CM	F Value	Pr > F	R-Square	Coeff Var %
Modèle	6	0.524	0.13	13.30	<.0001***		
Erreur	114	1.123	0.009			0.31	15.23

3.3.3.5. Le poids de 100 amandes (fruits sans coques)

Le tableau 3.40 donne les valeurs moyennes et l'écart type du poids de 100 amandes.

Tableau 3.40 : Valeurs moyennes et écart-types du caractère exprimant le poids de 100 amandes des 7 accessions étudiées.

Accessions	Moyenne \pm écart type (grammes)
Adjmi	50.9 \pm 1.44c
Achouri	50.94 \pm 1.47 c
Batouri	56.5 \pm 1.44 b
Bayadhi	99.3 \pm 1.44 a
Nab djamel	32.57 \pm 1.47 d
Boundouki	58.56 \pm 1.47 b
Oleimi	48.25 \pm 1.47 c

A partir du tableau 3.40, nous remarquons une dissimilarité du poids de 100 amandes. Ce paramètre varie de : **32.57 \pm 1.47 g** (Nab djamel) à **99.3 \pm 1.44 g** (Bayadhi).

Les accessions qui présentent des similitudes dans le poids de 100 amandes sont mentionnées dans la figure 3.22. Il s'agit des accessions suivantes : Oleimi, Adjmi, et Achouri avec un poids respectif de: **48.25 \pm 1.47 g**, **50.9 \pm 1.44 g** et **50.94 \pm 1.47 g**.

Les accessions, Batouri et Boundouki ont respectivement un poids moyen de 100 amandes de : **56.5 \pm 1.44 g** et **58.56 \pm 1.47 g**.

L'accession Bayadhi présente un poids moyen de 100 amandes de : **99.3 \pm 1.44 g**.

La variété Nab djamel a un poids moyen de 100 amandes de : **32.57 \pm 1.47 g**.

Par ailleurs, le test de Newman et Keuls donne quatre groupes homogènes dont Bayadhi constitue le groupe le plus performant (a) (Tableau 3.40).

Le groupe homogène (b) englobe les accessions : Batouri et Boundouki

Le groupe (c) contient l'accession : Adjmi, Achouri et Oleimi

Et en dernier le groupe (d) contient l'accession Nab djamel.

La figure 3.21, révèle la variation dans le poids de 100 amandes des différentes accessions de pistachier fruitier étudiées.

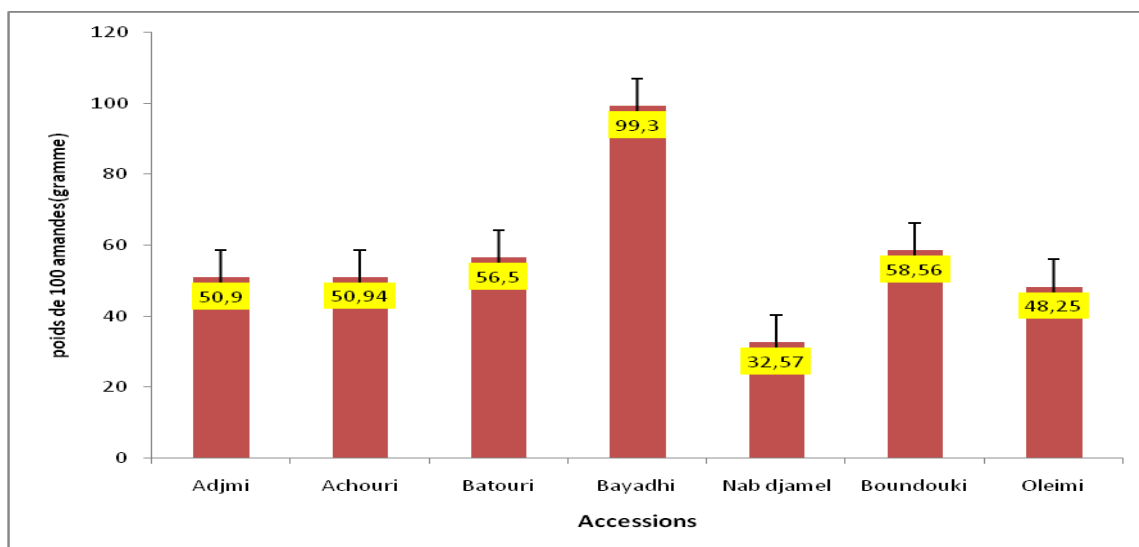


Figure 3.21 : Variation du poids moyen de 100 amandes des sept accessions étudiées.

Il est à signaler l'existence d'une différence très hautement significative (Tableau 3.41) entre les neuf accessions étudiées ($P < .0001$).

Le coefficient de variation est de 12.58p.100 (Tableau 3.41), cet indice montre une « liaison » entre les accessions dans la population étudiée, donc une absence de dispersion.

Tableau 3.41 : Somme des carrés établis par ANOVA sur le poids moyen des amandes des sept accessions étudiées.

Source	ddl	SCE	CM	F Value	Pr > F	R-Square	Coeff Var %
Modèle	6	2370.74	592.68	13.79	<.0001***		
Erreur	71	3051.16	42.97			0.43	12.58

3.4 Matrice des coefficients de corrélation entre les différents caractères étudiés (caractères distinctifs)

Le tableau 3.42 donne les corrélations entre les paramètres étudiés.

L'examen des résultats du tableau 3.42, analysant la relation entre les différents paramètres étudiés, montre l'existence de corrélations très hautement significatives entre les variables suivantes, soit :

Le nombre de grappe/arbre et le nombre de fruits/Grappe ($p < .0001$). La variable poids de 100 fruits est corrélée positivement (très hautement significative) avec la variable nombre de grappe/arbre ($p < .0001$).

La variable poids de 100 fruits est également corrélée positivement (très hautement significative) avec la variable longueur de fruits ($p = 0.0005$).

La variable poids de 100 amandes (noyaux) est également corrélée positivement (très hautement significative) avec la variable longueur de fruits ($p < .0001$).

La variable épaisseur de 100 amandes (noyaux) est également corrélée positivement (hautement significative) avec la variable nombre de grappe/arbre ($p = 0.0165$).

Tableau 3.42 corrélations calculées entre les paramètres étudiés

Variab les	Hautarb	Diamtr	Nbrgra p/arb	Nbrfrt /Grap	Lgfrt	Lrgfr t	Epsfrt	Pds100 frt	Rpt Eps/Lg frt	Lg NY	Lrg NY	EpsNY	Pds100 NY
Hautarb re	1												
Diamtron c	0.09086 0.5874	1											
Nbrgrap/ arb	0.10320 0.6650	0.07913 0.7402	1										
Nbrfrt/Gr ap	0.23692 0.3145	-0.24861 0.2905	0.25412* **	1									
Longfrui t	-0.07694 0.6461	-0.28412ns 0.0839	0.06594 0.7824	-0.03042 0.8987	1								
Largfrt	0.26933 0.1020	0.01175 0.9442	-0.08667 0.7164	0.07808 0.7435	0.31424* 0.0514	1							
Epaisfrt	0.08099 0.6288	-0.26095 0.1135	0.13386 0.5737	0.15672 0.5094	0.26290 0.1059	0.00426 0.9795							
Pds100fr t	-0.52164* 0.0128	-0.39139 0.0717	0.52413* **	0.35878 0.2521	0.68224 ***	0.17745n s	0.15189ns 0.4998	1					
RptEps/Lg frt	0.08050 0.6309	0.14851 0.3736	0.09218 0.6991	0.17254 0.4670	-0.86026 ***	-0.33223* 0.0388	0.24470 0.1333	- 0.0040	1				
Long NY	-0.30489 0.2692	-0.45872 0.0855ns	-0.32982 0.2299	0.16709 0.5517	0.0654 4	-0.26897 0.8168	0.21964 0.4316	-0.21857 0.4949	0.08613 0.7602	1			
Lag NY	-0.11821 0.6748	-0.01693 0.9523	-0.27869 0.3145	0.13561 0.6299	- 0.0903 6	- 0.2516 7	-0.10172 0.7183	0.21287 0.5065	-0.00455 0.9871	- 0.07027	1		
EpsNY	-0.17906 0.5231	-0.28660 0.3004	-0.60669* 0.0165	-0.02665 0.9249	0.2944 4	0.0359 0.8989	-0.0867 0.7587	-0.07464 0.8177	-0.26527 0.3393	0.4795 6	0.3536 4	1	
Pds100NY	0.30097 0.2757	0.22491 0.4203	-0.06099 0.8290	-0.24001 0.3889	-0.83957* 0	0.4955 0	-0.32388 0.221	-0.13915 0.6663	0.42858 0.0977	- 0.28864 9	0.5082 9	- 0.06988	1
					<.0001	0.0510				0.2968	0.0530	0.8046	

3.5 Paramètres morphologiques et agronomiques inter accessions

3.5.1 Observation de l'aspect des fruits

L'observation à l'œil nu des fruits des différentes provenances a permis de déceler un niveau légèrement élevé du polymorphisme morphologique. En effet, un échantillon d'une vingtaine de fruits représentant chacune des neuf accessions, illustre parfaitement l'existence de différence de formes des fruits, elle est principalement ovoïde ou ovoïde allongée (Tab 3.17et Fig. 3.22).

La figure 3.22 nous donne les différents aspects que puissent avoir des fruits matures de *Pistacia vera* L.



Figure 3.22: Fruits matures de quelques accessions de *Pistacia vera* L.

La figure 3.23, met en évidence la forme et la couleur de la maturation des fruits de *Pistacia vera* L.



Figure 3.23 : Des fruits immatures du pistachier fruitier

Par ailleurs, des traits agro-morphologiques liés à la forme et l'ouverture de la suture des fruits ont été observés. Traditionnellement, la production et la qualité des fruits incluant sa taille (longueur, largeur et épaisseur) et sa forme, sont largement exploitées comme des critères fondamentaux pour sélectionner le pistachier fruitier.

Pour les experts, ces traits agro - morphologiques permettent de différencier le pistachier de type sauvage du type cultivar (fruitier) [40]. Bien que la forme, l'ouverture de la suture, la taille des fruits et la couleur des coques soient, en général, influencées par des facteurs environnementaux, les fruits du pistachier fruitier se sont, comparativement aux types sauvages, distingués par leur taille et leurs noyaux volumineux [148].

3.5.2 Mesure des variables agro-morphologiques des différentes accessions étudiées.

Les valeurs moyennes ainsi que les déviations standards (DS) de la totalité des variables mesurées sont consignées dans le tableau (3.43). D'emblée, nous remarquons que chaque critère analysé peut être considéré comme un moyen distinctif d'une zone d'étude à une autre. En conséquence, chacun de ces dix caractères pourrait, sur le plan agro-morphologique, discriminer les régions de pistachier fruitier en Algérie.

Le choix des caractères agro-morphologiques, liés au pistachier fruitier n'est pas fortuit ou hasardeux. Il émane de la préférence de plusieurs auteurs qui ont eu recours à l'utilisation de différents types d'organes ou appareils, principalement les fruits, pour identifier, étiqueter ou caractériser les différentes collections ou germoplasmes du pistachier dans le monde. Ainsi, ses fruits ont fait l'objet d'un grand nombre d'études agro-morphologiques et économiques ([149]; [150]; [151]) **au même titre d'intérêt que ses inflorescences et fleurs** ([152]; [153]; et [32]).

Pour différencier les collections locales (originaires de la syrie) ou les comparer avec celles des autres pays, chaque caractère de fruit est discriminant et pourrait, en plus de son utilité dans l'étude de la diversité, comporter un intérêt majeur dans le choix empirique pour la sélection du cultivar ou de donneurs de greffon destinés à l'établissement des vergers commerciaux. A travers le tableau (3.43) et en fonction de chaque variable mesurée, nous remarquons qu'il n'y a pas de différence significative entre les différentes accessions de notre étude.

Tableau 3.43: Catégorisation et caractérisation agro-morphologiques des fruits de sept accessions algériennes

paramètres	Nombre grappe/arbre		Nombre fruits/grappe		Longueur fruits		Largeur fruits		Epaisseur fruits		poids100 fruits		Longueur amande		largeur amande	
	M	Ds	M	Ds	M	Ds	M	Ds	M	Ds	M	Ds	M	Ds	M	Ds
Accessions																
Adjmi	28.15	3.3	40.9	2.59	25.54	4.23	12.90	0.97	12.04	0.99	269.46	14.12	17.14	1.22	10.54	1.52
Achouri	30.57	4.47	74.45	3.72	25.65	4.76	13.07	1.17	13.07	1.17	220.8	31.77	21.97	1.7	9.7	1.43
Batouri	29.3	3.42	28.95	4.29	24.80	2.62	10.89	2.19	11.83	1.65	226.79	18.23	15.93	1.14	10.87	1.40
Bayadhi	81.8	2.29	74.45	4.7	25.64	4.75	13.58	1.23	13.07	0.96	220.80	31.763	15.93	1.14	11.23	1.42
Nab djamel	28.95	3.95	60.85	4.28	22.68	2.61	14.82	1.25	11.23	1.41	116.59	15.97	15.93	1.13	10.88	1.22
Boundouki	30.5	4.46	40.8	3.71	24.79	4.74	10.88	0.94	11.13	0.97	140.87	30.83	17.02	1.17	11.80	1.74
Oleimi	26.32	4.28	64.45	4.32	22.69	4.75	11.8	0.95	11.72	1.00	115.96	15.96	13.57	2.18	11.4	1.61

M: valeur moyenne de différentes variables mesurées (n=100)

DS: déviation standard

3.5.2.1 Description statistique des variables étudiées dans les 7 accessions

La taille des fruits est définie par la valeur moyenne de sa longueur, de sa largeur et de son épaisseur.

Les données statistiques des différents paramètres étudiés dans les régions d'étude sont signalées dans le tableau 3.43 et la figure 3.24.

3.5.2.1.1 Longueur des fruits :

Les travaux réalisés par [28], ont donné lieu à la classification de différentes accessions de pistachier fruiteur dans différentes zones du monde : taille légèrement longue ($2.5 < L \leq 3$ cm), taille moyenne avec ($1.5 \leq L \leq 2$ cm) et taille légèrement courte avec ($1 \leq L < 1.4$ cm). Cette catégorisation de taille a été faite en référence aux travaux de [154], qui ont rapporté que la taille moyenne des fruits peut aller de 1 à 3 cm.

Dans le cas de nos accessions, la longueur des fruits appartient à la catégorie, légèrement longue (+ de 2.5 cm), elle caractérise les accessions (Tableau 3.43, Fig. 3.24) qui varie de : 22.68 ± 2.61 mm (Nab djamel) à 25.65 ± 4.76 mm (Achouri).

Les accessions ayant la plus grande longueur des fruits sont : Achouri (25.65 ± 4.76 mm), Bayadhi (25.64 ± 4.75 mm), Oleimi (25.54 ± 4.23 mm), Adjmi (24.80 ± 2.62 mm), Batouri (24.79 ± 4.74 mm) Par contre, celles caractérisées par une faible longueur de fruit : Boundouki (22.69 ± 4.75 mm) et Nab djamel (22.68 ± 2.61 mm) (Tableau 3.43, Fig 3.24).

3.5.2.1.2 Largeur des fruits :

La largeur des fruits du pistachier a une indication d'ordre agronomique importante. Elle est indépendante de la taille du fruit et peut renseigner non seulement sur son état comprimé ou élargi mais aussi sur le volume des amandes. Elle varie de : 11.8 ± 0.95 mm (Oleimi) et 14.82 ± 1.25 mm (Nab djamel).

Les accessions ayant la plus grande largeur de fruits sont : Nab djamel (14.82 ± 1.25 mm), Bayadhi (13.58 ± 1.23 mm), Achouri (13.07 ± 1.17 mm), Adjmi (12.90 ± 0.97 mm). Par contre celles qui disposent d'une largeur faible sont : Boundouki (10.88 ± 0.94 mm), Batouri (10.89 ± 2.19 mm) et Oleimi (11.8 ± 0.95 mm) (Tableau 3.42, Fig 3.24).

3.5.2.1.3 Epaisseur des fruits :

L'épaisseur des fruits est également très variable d'une accession à l'autre et constitue un critère de distinction entre les fruits comprimés ou volumineux. Elle varie de 11.13 ± 0.97 mm (Boundouki) à 13.07 ± 1.17 , 13.07 ± 0.96 (Achouri et Bayadhi). L'accession Adjmi, Batouri, Oleimi, Nab djamel et Boundouki avec des épaisseurs respectives de : (12.04 ± 0.99 mm), (11.83 ± 1.65 mm), (11.72 ± 1.00 mm), (11.23 ± 1.41 mm) et (11.13 ± 0.97 mm) (Tableau 3.43, Fig. 3.24).

3.5.2.1.4 Poids de 100 fruits et Poids de 100 amandes (drupe sans coques):

Les variables mesurées précédemment, (longueur, largeur et épaisseur influencent beaucoup le poids total de 100 fruits et le poids de 100 amandes (fruits sans coques).

En effet, nous avons observé qu'en général, les accessions ayant un important poids de 100 fruits. Ce sont l'accession : Adjmi avec un poids de 100 fruits de : (269.46 ± 14.12 grs), Batouri (226.79 ± 18.23 grs), Achouri (220.8 ± 31.77), Bayadhi (220.80 ± 31.76 grs), Boundouki (140.87 ± 30.83 grs), Nab djamel (116.59 ± 15.97 grs) et Oleimi (115.964 ± 15.96 grs).

L'amande qui est le principal composant de la drupe constitue, en général, 73 à 95 p.100 de poids total [4].

Pour le poids de 100 amandes, les accessions ayant le poids de 100 amandes le plus élevé sont : Boundouki (79.05 ± 5.20 grs), Nab Djamel (60.8 ± 4.69 grs), Oleimi (56.5 ± 3.41 grs), Batouri (50.2 ± 3.31 grs), Bayadhi (48.53 ± 3.30 grs) et Adjmi (46.24 ± 3.05 grs). L'accession Achouri ayant le poids de 100 amandes le plus faible (30.53 ± 4.47 grs).

3.5.2.1.5 Nombre de fruits par grappe:

Comme la plupart des caractères, le nombre moyen de fruits par grappe est très variable. Selon nos accessions, nous avons obtenu un nombre variant de 28.95 ± 4.29 (Adjmi) et 74.45 ± 4.70 (Bayadhi).

Les accessions ayant un nombre de fruits par grappe élevé sont : Achouri (74.45 ± 3.72), Boundouki (60.85 ± 4.28), Oleimi (53.63 ± 3.10),

Nab djamel (46.75 ± 4.74). Tandis que les accessions Batouri (40.90 ± 4.29) et Adjmi (28.95 ± 4.29).

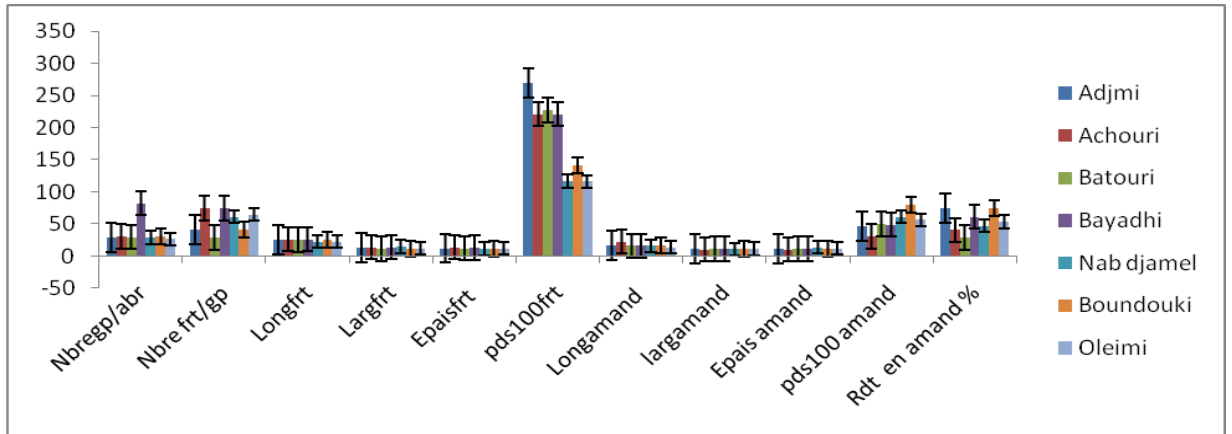


Figure 3.24 : Mesures des variables agro-morphologiques relatives au rendement des différentes accessions étudiées.

3.6 Analyse du polymorphisme moléculaire

L'application à la lettre du protocole de [141] sur les feuilles fraîches du pistachier a occasionné l'obtention d'ADN de couleur brune et jaunâtre, fortement dégradée (Smear sur gel test d'agarose) et non amplifiable par PCR. Par contre, les profondes modifications apportées tant au niveau du tampon de lyse (5mM EDTA, 0.05 p.100 BSA et 0.5 p.100 β -mercaptoéthanol), qu'au niveau des procédures d'extraction, ont permis d'avoir un ADN génomique translucide et de bonne qualité et en quantité (Tableau 3.44).

Ces résultats témoignent de l'efficacité et la rentabilité du protocole de [141] modifié et adapté au pistachier. Selon le tableau (3.44), plus de 60p100 d'extrait d'ADN de différentes accessions, ont enregistré une valeur du rapport ADN / protéine supérieure à 1.9, d'où une très bonne qualité d'ADN. La plus grande quantité d'ADN (1765ng) a été extraite des feuilles de l'accession (Achouri); tandis que la plus faible (798 ng) a été obtenue avec celles de Bayadhi.

Tableau 3.44 : Quantité et qualité d'ADN extrait à partir de feuilles de dix sept accessions de pistachier fruitier utilisant le protocole [141] modifié.

Accessions	Quantité de l'ADN (ng/ μ l)	Rapport de DO ₂₆₀ /DO ₂₈₀	Qualité de l'ADN
Nab djamel	1725	1.70	ADN peu contaminé
Oleimi	1635	1.28	ADN contaminé par les protéines
Achouri	1765	1.80	ADN peu contaminé
Bayadhi	798	1.90	ADN peu contaminé
Boundouki	1095	2	ADN peu contaminé
Adjmi	1500	1.96	ADN peu contaminé
MaleJamil	1440	1.83	ADN peu contaminé
Male khalifa	1550	1.94	ADN peu contaminé
MaleJaber	956	1.92	ADN peu contaminé

3.6.1 Tests d'amplification de l'ADN *via* PCR

La qualité de l'ADN extraite joue un rôle important dans la réussite de son amplification par PCR.

Certaines techniques moléculaires utilisant la PCR, telle que AFLP, exigent par rapport à d'autres telle que l'ISSR, une meilleure qualité d'ADN. Grâce au bon

rendement en qualité et en quantité d'ADN obtenu, la phase de la mise au point de différentes techniques d'amplification via PCR, a été très réduite. En effet, nous avons pu décrire pour la première fois un protocole reproductible pour l'amplification de l'ADN génomique de l'espèce *Pistacia vera* L. (selon la technique de [142]).

3.7 Mise au point et optimisation de la réaction PCR/ISSR

D'emblée, le test réalisé par l'utilisation du programme du cycle thermique de [142], 16ng d'ADN et dix amorces ISSR (HB-12, HB-9, 844b, p811, p812, p813, p4, p5, p w814 et p815), a été concluant. Toutefois, les bandes obtenues ont été de faible intensité nécessitant ainsi l'optimisation de certains paramètres de la réaction PCR. En effet, une bonne résolution des bandes et réponse positive de toutes les amorces testées ont été réalisées avec une quantité d'ADN allant de 50 à 100 ng (Fig. 3.25).

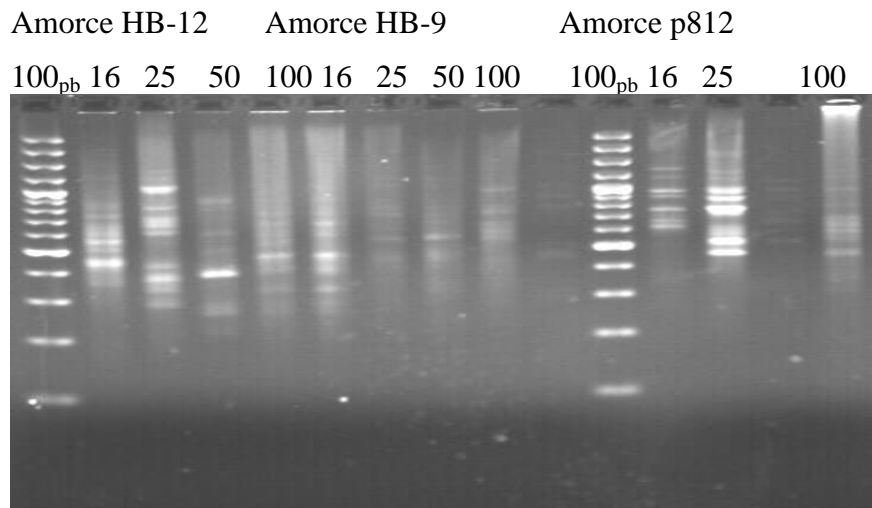


Figure 3.25 : Effet de la quantité de l'ADN (ng) du pistachier sur la qualité du profil PCR/ISSR.

Par ailleurs, de meilleurs profils et une bonne reproductibilité de l'amplification de l'ADN à 50ng pour les 10 amorces ISSR, ont été obtenus avec le programme thermique, d'où son adaptation pour l'étude génétique ultérieure de nos différentes accessions (Fig. 3.26).

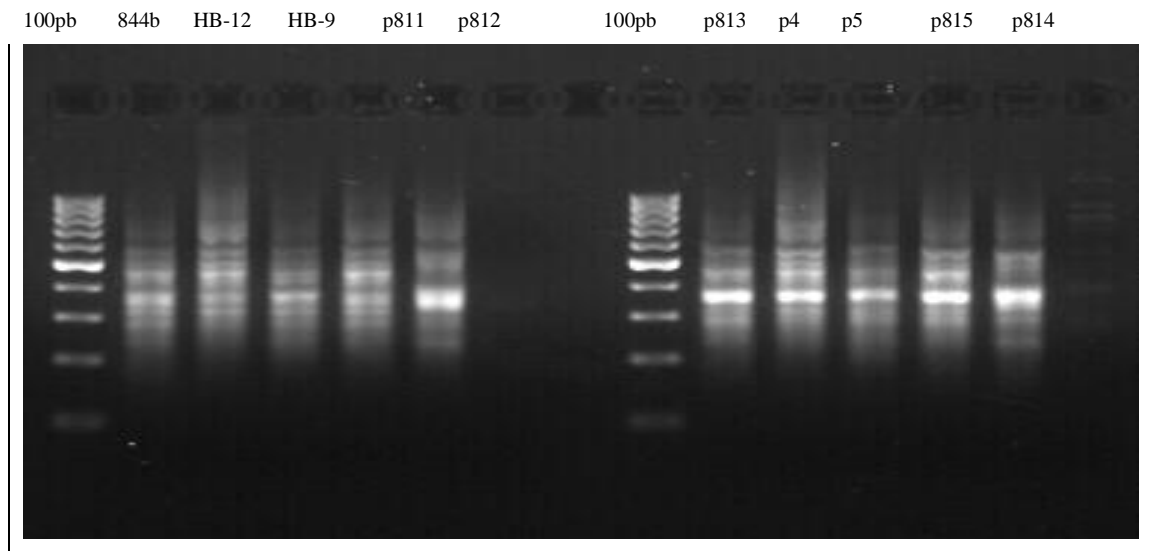


Figure 3.26 : Emprunte génomique PCR/ISSR de *Pistacia vera* L. engendrée par l'utilisation du programme thermique de 10 couples d'amorces ISSR et 50 ng d'ADN.

3.8 Caractérisation moléculaire des accessions du pistachier fruitier *via* ISSR

L'utilisation de différents protocoles mis au point ainsi que 10 amorces ISSR, a permis l'amplification de l'ADN de chacune de 10 accessions du pistachier fruitier. Les amorces que nous avons utilisé ont répondu positivement en nombre de bandes/ amorce et se sont avérées polymorphes. Chaque bande correspond à l'amplification de la même séquence d'ADN amplifiée. En effet, chaque amorce a montré des profils génomiques lisibles et reproductibles. La figure 3.27, témoigne la clarté des marqueurs et la diversité révélée par l'amorce 844b.

Selon plusieurs auteurs, la technique ISSR est dotée d'une meilleure qualité de ses profils qui émane surtout de la longueur de séquence de ses amorces, impliquant une température d'hybridation élevée et engendrant ainsi, par rapport aux techniques RAPD et RFLP, de bandes épaisses et reproductibles ([109]; [155]; [156]).

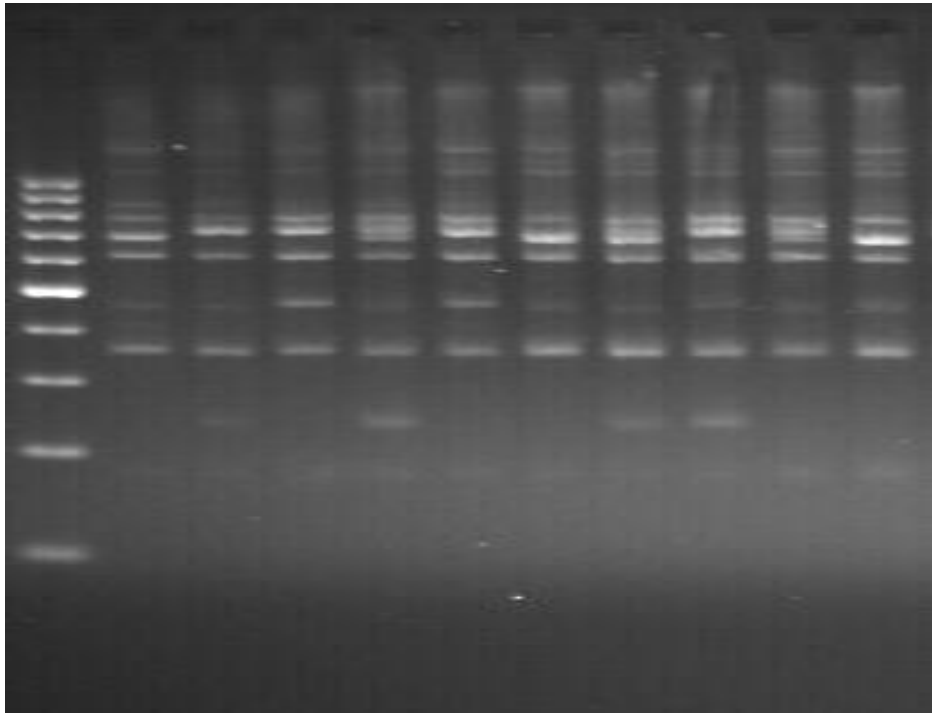


Figure 3.27 : Profils génomiques ISSR générés par l'amorce 844b sur l'ADN de 10 accessions de *Pistacia vera* L.

3.9 Caractérisation des amorces ISSR

Toutes les amorces utilisées ont généré des profils polymorphes avec un indice de diversité génétique variable et significatif, excepté l'amorce P812, (Tableau 3.45). En effet, l'étude menée selon la procédure de [157] a confirmé la variabilité génétique de ces 10 amorces utilisées chez toutes les accessions confondues.

La différence dans l'indice de diversité révèle un degré significatif du polymorphisme. Plus sa valeur tend vers 1, plus l'amorce en question est polymorphe et vis versa. Ainsi, l'indice de diversité est nul chez l'amorce P811 qui possède un seul marqueur monomorphe. Par contre, avec l'amorce p814, nous avons trouvé 100p.100 de bandes polymorphes.

L'obtention d'un nombre élevé d'amorces ISSR polymorphes est d'une utilité importante. Elle permet d'augmenter la fiabilité des interprétations des résultats, surtout si les profils générés sont reproductibles. Ainsi, le nombre des amorces polymorphes utilisées pour analyser diverses espèces de plantes diffère d'un auteur à l'autre. Il a été de 7 ([158], de 12 ([159]), de 23 ([160]), de 30 ([161]) ou de 41 ([162]).

Tableau 3.45 : Liste des amorces ISSR utilisées, leur séquence, type de répétition (TR), température d'hybridation (TH), taille des bandes nombre de marqueurs polymorphes (P) et monomorphes (M).

Nom d'amorce	Séquence (5' - 3')	Type de Répétition	TH (°C)	Taille des bandes (rangée en pb)	Polymorphisme (%)	Nombre des bandes	
						P	M
HB-12	[CAC] ₃ GC	Tri	47.66	490-1300	30	6	1
HB-9	[GT] ₆ GG	Di	49.61	350-1200	87.1	9	1
844b	[CT] ₈ GC	Di	51.67	300-1000	85.5	11	5
p812	[CA] ₆ GC	Di	46.91	280 -1050	77	8	6
p811	[AGC] ₄ CT	Tri	52.61	350 – 900	0	0	1
p813	[AG] ₈ CC	Di	59.9	380 - 900	98.90	11	2
p4	[CA] ₈ AC	Di	59.9	300-1300	89.87	8	2
p5	[GA] ₈ CG	Di	57.62	180 -1300	99.87	11	4
p 814	[GT] ₈ CG	Di	57.62	250-1400	100	12	0
p815	[AC] ₈ CG	Di	59.9	550-1100	95.82	15	6
					M*: 85.01	91	28

M*: moyenne par amorce

3.10 Caractérisation des marqueurs ISSR

Au total, 119 fragments d'ADN amplifiés ont été produits chez les dix accessions du pistachier fruitier par les 10 amorces utilisées. Sur ces derniers, 91 (76.47%) de ces fragments se sont avérés polymorphes et 28 (24.56%) monomorphes (Tableau 3.43). Le nombre de marqueurs révélé par les amorces oscille entre 1 et 21, avec une moyenne de bandes polymorphes de **13.25** par amorce avec 15 pour l'amorce P815. Par contre, le nombre moyen des bandes monomorphes par amorce est de **6.5**. Ce nombre moyen témoigne du niveau élevé de polymorphisme au sein des variétés révélées par les amorces sélectionnées.

En général, le nombre de marqueurs ISSR généré, est positivement corrélé avec le nombre d'amorces utilisées. Cependant, ce nombre peut être beaucoup influencé par l'espèce végétale analysée et par la nature du gel de migration utilisé ([159], ([162]).

Par rapport à *Pistacia vera* L., le pourcentage de bandes polymorphes révélées par les amorces ISSR est de (85.01%), il est similaire à celui trouvé chez *Oryza sativa* (80.9%) [159], ce pourcentage a été très élevé chez *Asparagus acutifolius* L. (100%) [160] et *Lupinus* spp. (99%) [161].

Par ailleurs, la comparaison de la productivité des deux groupes d'amorces utilisées sur le pistachier fruitier a montré que les amorces à répétition di-nucléotides sont plus performantes et polymorphes par rapport aux amorces à répétition tri-nucléotides.

Pour les 119 marqueurs obtenus, 111 (93.27%) ont été produits par les amorces du premier type (amorces à répétition di-nucléotides) avec en moyenne 13.87 bandes par amorce ; tandis que les amorces du second type (amorces à répétition tri-nucléotides) n'ont engendré que 8 bandes (6.7%) avec en moyenne 4.

La taille des bandes générées par ces 10 amorces chez l'espèce *Pistacia vera* L. est variable. Elle oscille entre 180 (cas de p5) et 1400 pb (cas de p 814) (Tableau 3.43).

Selon [109], la technique ISSR génère de fragments d'ADN amplifiés dont la taille varie de 200 à 2500 pb. Par ailleurs, elle a été de 150 à 1100pb [160], de 140 à 1500pb [159] ou de 250 à 2800pb [158] .

3.11 Classification des variétés selon ISSR

L'analyse des différents gels et les 119 bandes utiles par le logiciel GelCompar II, a abouti à la construction d'un dendrogramme (Fig. 3.29), qui illustre parfaitement les relations génétiques existant entre les accessions du pistachier fruitier.

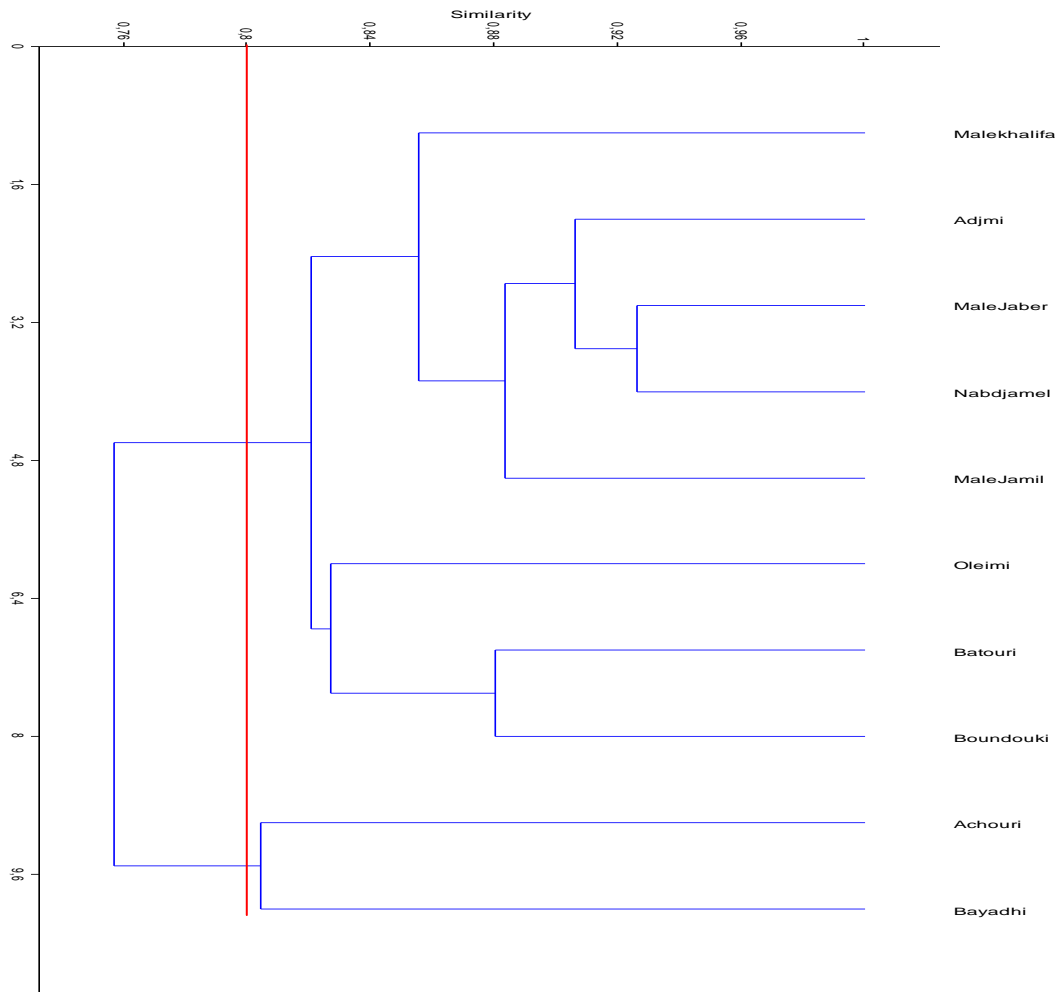


Figure 3.28 : Dendrogramme généré par l'analyse des marqueurs ISSR *via* UPGMA

3.11.1 Calcul des indices de similarité des diagrammes variétaux

Pour quantifier l'analogie ou la dissemblance des diagrammes, nous calculons l'indice de similarité ou de dis similarité inspiré de [163]. L'indice de similarité (IRS) est calculé en rapportant l'IAS (indice de similarité absolue) au nombre total (N) des composants présents dans l'un au moins des diagrammes de accessions comparées. L'IAS présente l'ensemble des bandes qui ne sont pas significativement différentes entre les deux diagrammes.

On considère qu'une bande n'est pas significativement différente d'une autre lorsqu'elles sont de même mobilité et/ou qu'elles ne se distinguent pas par au moins deux classes de concentration.

$$\text{IRS} = (\text{IAS}/\text{N}) \times 100$$

Les indices de similarité ont été calculés pour les différentes classes des 10 accessions du pistachier fruitier regroupées (Tableau 3.46)

L'analyse des diagrammes électrophorétiques est basée sur le calcul des indices de similarité mettant en exergue le degré de parenté ou l'éloignement génétique des accessions. Seulement, il existe une autre représentation des résultats obtenus en établissant l'arbre phylogénique ou dendrogramme [164]. Ce diagramme consiste à présenter des résultats fondés sur des caractères qualitatifs (absence ou présence d'un allèle ou d'une bande) en utilisant des données binaires (0 pour absence, 1 pour présence). Les matrices engendrées pour les différents marqueurs moléculaires, analysées par le logiciel PAST *via* la méthode UPGMA, ont permis d'établir les premières relations génétiques entre les différentes variétés. En effet, le dendrogramme obtenu (Fig. 3.30) révèle parfaitement l'existence d'un niveau significatif du polymorphisme moléculaire.

D'emblée, nous avons constaté qu'à 66p.100 et 86p.100 de ressemblance, ces accessions se distinguent et se classent en sous groupes. Cependant, à 80p.100 de similarité correspondant à un pourcentage de désaccord de 20p.100, ces 10 accessions n'ont pu être différenciées par ces marqueurs.

Ainsi, en se situant arbitrairement à un niveau de 88p.100 de similitude, nous avons obtenu deux groupes distincts et trois sous groupes contenant chacun deux accessions.

Le premier cluster est composé des accessions Achouri et Bayadhi et n'ont que 80% de similitude entre elles.

Le second cluster constitué des provenances Boundouki, Oleimi et Batouri. Ils sont corrélés entre elles (à peu près) à 82p.100 de ressemblance.

Ce même coefficient, rapproche les accessions Nab djamel, Adjmi, male khalifa, male Jamil, male Jaber et male Khalifa du 3^{ème} cluster, sont corrélés entre elles à 88p.100.

La différenciation des dix accessions du pistachier fruitier sur la base des résultats moléculaires ISSR reflète solidement la fiche descriptive et qualitative que nous avons

précédemment établi pour caractériser et catégoriser les fruits de ces dix accessions qui sont en Algérie (Partie 3.1).

Ce type de réarrangement ou de discordance entre les phylogénies établies par les différents marqueurs moléculaires et phénotypiques est très courant. Il a été constaté par certains auteurs, en particulier chez les crucifères [165], *Sorghum bicolor* L. [162], *Triticum urartu* ([166], *Oryza sativa* [159] et *Lupinus* spp. ([158].

La classification des variétés de pistachier fruitier par le biais des marqueurs ISSR a été significative.

Tableau 3.46 : Matrice de la distance du coefficient Jaccard pour les variétés étudiées du pistachier fruitier en Algérie par le protocole de l' ISSR.

	NabDjamel	Batouri	Bayadhi	Adjmi	Boundouki	Achouri	Oleimi	M. khalifa	M. Jamil	M.Jaber
NabDjamel	1									
Batouri	0,89	1								
Bayadhi	0,70	0,76	1							
Adjmi	0,66	0,74	0,80	1						
Boundouki	0,70	0,83	0,81	0,74	1					
Achouri	0,69	0,76	0,88	0,73	0,81	1				
Oleimi	0,45	0,65	0,66	0,48	0,64	0,71	1			
M. khalifa	0,68	0,8	0,85	0,88	0,78	0,66	0,78	1		
M. Jamil	0,57	0,64	0,66	0,87	0,69	0,78	0,43	0,7	1	
M. Jaber	0,65	0,69	0,85	0,88	0,70	0,76	0,59	0,74	0,88	1



Indice faible



Indice élevé

Les résultats obtenus varient entre 43p.100 et 89p.100. Des valeurs faibles signifient que les accessions présentent de nombreuses dissemblances et ont des origines génétiques éloignées : cas des accessions (Oleimi et NabDjamel), (Oleimi et Adjmi), (Oleimi et male Jamil). Inversement, lorsque les valeurs des indices de similarité sont élevées, les diagrammes apparaissent voisins, cas de (Achouri et Bayadhi), (NabDjamel et Batouri), (male Khalifa et Adjmi), (male Jamil et Adjmi) et (male Jaber et Adjmi). Ces valeurs élevées de l'indice de similarité signifie que les diagrammes sont très voisins. Ce qui confirme, le résultat du dendrogramme obtenu à partir des IRS calculé, (Tab. 3.46) pour les quatre accessions du pistachier fruitier apparenté, l'arbre est polymorphe et il n'y a pas de dominance au niveau du polymorphisme des groupes.

Conclusion générale

Plus le combat est dur ♥ plus la victoire est belle

Conclusion générale et perspectives

Les variétés traditionnelles, les espèces spontanées et les espèces spontanées apparentées aux plantes cultivées dans la méditerranée, continuent d'être la source de nouveaux caractères recherchés pour l'amélioration de la production agricole mondiale. En outre, cette grande diversité est menacée par l'érosion **génétique** [167].

La conservation de la biodiversité est une préoccupation mondiale. C'est dans ce contexte que doit s'intégrer l'Algérie de part sa volonté de conserver et de sauvegarder ses ressources génétiques que par sa volonté de les valoriser. Le programme de repeuplement des zones arides et semi-arides à intérêt économique doit comprendre plusieurs espèces manifestant une résistance élevée à la sécheresse, à la salinité et intéressante sur le plan agronomique [168].

Le pistachier fruitier, une essence typiquement orientale est largement repartie en Iran, en Turquie, en Syrie sous forme de peuplements spontanés ou artificiels. Comparativement aux essences forestières, cette espèce agro-sylvo-pastorale, ayant d'énormes intérêts socio-économiques et écologiques, reste encore très peu étudiée. Notre présent travail traite du polymorphisme phénotypique s'appuyant sur le descripteur du pistachier (*Pistacia vera* L.) (**IPGRI, 1998**) (International Plant Genetic Resources Institute, 1998) et moléculaire du pistachier fruitier d'origine Syrienne, produit dans différentes régions d'Algérie a été concluant. En effet, il a permis d'atteindre les objectifs que nous nous sommes fixés au début, à savoir la définition et la disposition de procédures phénotypiques et moléculaires nécessaires pour établir des bases génétiques utiles pour la gestion et l'exploitation rationnelle de ces ressources génétiques en Algérie.

Au cours de ces travaux de recherche, nous avons pu, en premier lieu, catégoriser les différentes provenances de pistachier en se basant sur l'analyse des traits morpho-agronomiques liés à cet arbre (hauteur, feuilles et fruits de cette même essence), en second lieu nous avons étudié leur diversité moléculaire et établi leur phylogénie.

L'étude phénotypique basée sur les traits des fruits qui est un facteur très recherché par le producteur et le consommateur de différentes provenances de pistachier fruitier n'a pas permis de révéler un polymorphisme inter régions et inter variétés. Elle

nous a permis également d'établir une fiche descriptive préliminaire pour chaque variété.

Les résultats obtenus dans le cadre de l'étude phénotypique basée sur les traits des fruits font ressortir que :

Les fruits des différentes provenances d'Algérie décèlent un niveau très faible du polymorphisme morphologique. En effet, un échantillon d'une vingtaine de fruits représentant chacune des quatre accessions, illustre parfaitement l'inexistence de différence de formes des fruits, elle est principalement ovoïde ou ovoïde allongée selon les normes dictées par le descripteur des fruits d'après [IPGRI, 1998](#) (International Plant Genetic Resources Institute, 1998).

La taille des fruits, définie par la valeur moyenne de sa longueur, de sa largeur et de son épaisseur.

Pour la longueur des fruits qui est un paramètre très considéré dans la classification de différentes variétés de pistachier fruitier dans différentes zones du monde. Les travaux réalisés par [28], ont donné lieu à la classification de différentes variétés à commencer par une taille légèrement longue quand la longueur de fruit est comprise entre 2.5 et 3 cm, elle est moyenne avec une longueur comprise entre 1.5 et 2 cm et elle est légèrement courte avec une longueur comprise entre 1 et 1.4cm.

Cette catégorisation de taille a été faite en référence aux travaux de [154], qui ont rapporté que la taille moyenne des fruits peut aller de 1 à 3 cm.

Pour la catégorisation des fruits, on s'est intéressé à un deuxième caractère la largeur des fruits, qui est une indication d'ordre agronomique importante. Elle est indépendante de la taille du fruit et peut renseigner non seulement sur son état compressé ou élargi, mais aussi sur le volume des amandons. Elle varie de (10.89 ± 1.23 mm à 13.58 ± 2.19 mm).

L'amande qui est le principal composant de la drupe constitue, en général, 73 à 95% de poids total ([4] [Ak, 2002](#)).

L'analyse moléculaire des variétés a été précédée par la mise au point d'un protocole d'extraction de l'ADN génomique et des méthodes d'amplification en PCR par ISSR, RAPD et AFLP. L'usage du protocole de [141], profondément modifié a permis d'obtenir, à partir des feuilles fraîches du pistachier fruitier, des extraits d'ADN

de très bonne quantité variant de 955 à 1725ng/ μ l et de qualité et dont le rapport de ADN/protéine varie de 1.28 à 2.

L'analyse de ces dix sept variétés par les marqueurs ISSR a été éloquent et discriminante, cette dernière, a permis significativement leur différenciation. Les 10 amorces sont utilisées en PCR pour amplifier l'ADN bulk de chaque variété, Au total, 119 fragments d'ADN amplifiés ont été produits, chez les quinze variétés du pistachier fruitier. 91 (76.47%) de ces fragments se sont avérés polymorphes et 28 (24.56%) monomorphes.

Le nombre de marqueurs révélé par les amorces oscille entre 1 et 21, avec une moyenne de bandes polymorphes de 13.25 par amorce avec 15 pour l'amorce P815. Par contre, le nombre moyen des bandes monomorphes par amorce est de 6.5. Ce nombre moyen témoigne du niveau élevé de polymorphisme au sein des variétés révélés par les amorces sélectionnées.

En général, le nombre de marqueurs ISSR généré, est positivement corrélé avec le nombre d'amorces utilisées.

En effet, par rapport à *Pistacia vera* L., le pourcentage de bandes polymorphes révélées par les amorces ISSR est de (85.01p.100) ; il est similaire à celui trouvé chez *Oryza sativa* (80.9p.100) [159]. Ce pourcentage a été très élevé chez *Asparagus acutifolius* L. (100p100) [160] et *Lupinus spp.* (99p.100) [161].

Par ailleurs, la comparaison de la productivité de deux groupes d'amorces utilisées sur le pistachier fruitier a montré que les amorces à répétition di-nucléotides sont plus performantes et polymorphes par rapport aux amorces à répétition tri-nucléotides.

Pour les 119 marqueurs obtenus, 111 (93.27%) ont été produits par les amorces du premier type (amorces à répétition di-nucléotides) avec en moyenne 13.87 bandes par amorce ; tandis que les amorces du second type (amorces à répétition tri-nucléotides) n'ont engendré que 8 bandes (6.7%) avec en moyenne 4.

La taille des bandes générées par ces 10 amorces chez l'espèce *Pistacia vera* L. est variable. Elle oscille entre 180 (cas de p5) et 1400 pb (cas de p 814).

Cependant, l'ouverture de nouvelles perspectives, dans le but de rentabiliser davantage nos investigations, reste judicieuse:

1. L'élargissement de la collection du pistachier fruitier en faisant notre banque de gènes de cette essence originaire de la Syrie en y essayant d'avoir notre propre patrimoine génétique en pistachier fruitier (Amélioration et la gestion de cette ressource génétique)

2. Enrichir les données de différentes collections ou variétés avec d'autres informations utiles telles que la nature de plantation (cultivée ou spontanée), âge, production, exposition,.....

3. Evaluer la diversité génétique intra-région et entre les types sauvages et cultivés en Algérie.

4. Confronter les résultats d'analyse de ressource génétique algérienne du pistachier à ceux de certains pays méditerranéens et ceux des pays de l'Orient afin de construire un arbre phylogénétique global.

5. Repérer, sur le terrain, les pieds mâles et femelles et les exploiter dans un programme axé sur la détermination de potentiels marqueurs moléculaires liés au sexe via d'autres analyses moléculaires telles que RAPD et AFLP, pour mieux cerner cette variabilité génétique.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- [1] (Abu Yaman, I.K., (2009) “biology and control studies of pistachio beetle *hylesinus vestitus* mults.in iraq.zeitschrift fur angeandte, entomologie”, vol.64(1-4), 426-436.
- [2] Basha Ibrahim, A., Padulosi, S., Chabane, K., Hadj-Hassan, A., Dulloo, E., Pagnotta, M. A., Porceddu, E., (2007) “ Genetic diversity of Syrian pistachio varieties evaluated by AFLP markers ”. Genetic Resources and Crop Evolution springer netherlands, vol 54(8), 1807-1816.
- [3] FAO (2006), “Report on the state of the world’s plant genetic resources for food and agriculture”. FAO, Rome, 75 .
- [4] Ak, B.E., (2002) “Pistachio production and its problems” In: Proceedings of The World. First Symposium on Horticulture, 16-20 October 2002, Ohrid (Macedonia), 432-437.
- [5] Albani, M.C., Battey, N.H. and Wilkinson, M.J.. (2004) “The development of ISSR-derived SCAR markers around the Seasonal Flowering Locus (SFL) in *Fragaria vesca*. Theor. Appl. Genet., 109, 571–579.
- [6] Monastra, F., Rovira, JM, Vargas, F.J., Romero, M.A., Batlle, I., Rouskas, D., Mendes Gaspar, A., (2003) « Caractérisation isoenzymatique de diverses espèces du genre *Pistacia* et leurs hybrides. Etude de leur comportement comme porte- greffe du pistachier *Pistacia vera* L ». I3^{ème} Grempa Meeting on almonds and pistachios. Mirandela. Opt. méditerranéennes. Etudes recherches (Ser. A), 63, Zaragoza, 1 - 5 June (2003), 133 - 142.
- [7] Ozeker, E., Isfendiyaroglu, M., Misirli, A., (2006) “ Comparison of different *Pistacia* sp. in Terms of Pollination, Biology in the Yunt Mountains of Manisa Province in Turkey”. Pakistan J. Biol. Sci., Vol. 9 (3), 371 - 376.
- [8] Kokwaro, J.O. and Gillett, J.B., “Notes on the Anacardiaceae of Eastern Africa”. Kew Bull. 34(1980), 745–760.
- [9] Kardoush, M., Dairy M.A., Shdeifat, S. and Albashabsheh, N., (2009) “Effect of Some Local Pollinators on Fruit Characteristics of Three Pistachio Cultivars in Aleppo” Area. Res. J. Agric. & Biol. Sci, 5 (3), 255 - 260.
- [10] Golan-Goldhirsh, A, Barazani, O, Wang, ZS, Khadka, DK, Saunders, JA, Kostiukovsky, V., Rowland, L.J., (2004) “Genetic relationships among Mediterranean *Pistacia* species evaluated by RAPD and AFLP markers”. Pl Syst Evol 246, 9–18.
- [11] Belhadj, S., Derridj, A., Auda, Y., Gers, C., et Gauquelin, T., (2008) « Analyse de la variabilité morphologique chez huit populations spontanées de *Pistacia atlantica* en Algérie ». Rev.Botany 86, 520-532.
- [12] Calgar, S., et Kaska, N., (2007) “A study on the Supplemental Pollination of Pistachios in the Mediterranean region”. 1st International Symposium on Pistachio Nuts, September, 20-24, 1944, Adana, Turkey. Acta Hort. 419, 55-60.
- [13] Quezel, P. et Santa, S., (1963) « Nouvelle flore de l’Algérie et des régions désertiques méditerranéennes ». Tome 1. Edit CNRS. Paris.

- [14] Maggs, D.H., (1973) « Genetic Resources of Pistachio FAO Genetic Resources» Newsletter, N°. 29, : 7-15.
- [15] AlYafi, J., (1978) “New characters differentiating *Pistacia atlantica* subspecies”. *Candollea* 33. 201-208
- [16] Esmaeil, A., and Khezri, M., (2006) “Abscission of Inflorescence Buds as Affected by Genetic Characteristics in Some Iranian Commercial Pistachio Cultivars”. *International Journal of agriculture & biology.*, 360-362.
- [17] Zohary, M., (1952) “A Monographic Study of Genus *Pistacia*”. *Palestine P J. Bot.*, Series 5 (4), 187-228.
- [18] Aylor, D.F., (2003) “Rate of dehydration of Corn Pollen in the Air”. *J. of Experimental Botany*, 54, 2307-2312.
- [19] Padulosi, S., Caruso, T., Barone, E., (1995) “Taxonomy, Distribution, Conservation and Uses of *Pistacia* Genetic Resources”. Project on Underutilized Mediterranean Species, report of a workshop 29–30 June, 12–19, Palermo, Italy, IPGRI.
- [20] Joley, L.E., (1960) “Experiences with propagation of the genus *Pistacia*”. *Proceedings of the Plant Propagators' Society*, 10, 287-292.
- [21] Emberger, L., (1960) « Les végétaux vasculaires ».Ed. Masson et Cie, Paris, T. II, fasc. I, 647-650.
- [22] Deysson, G., (1970) « Organisation et classification des plantes vasculaires. Cours de botanique générale. Systématique ». Ed. Société d'édition d'enseignement supérieur (SEDES), Paris pp:537p.
- [23] Spichiger, R.F., Savolainen, V. V., Figeat, M., (2000) “Botanique systématique des plantes à fleurs une approche phylogénétique nouvelle des angiospermes des régions tempérées et tropicales”. *Press. Polytechn. Univ. Romandes, Lausanne*, «Collection biologie», 372.
- [24] Crane, J., Iwakiri, B.T., (1981) “Morphology and reproduction of pistachio”. *Hort.Rev.*3, 376- 393.
- [25] Raho, B., Hachemi, G., (2007) « étude des phytostéroïdes et des acides gras de *Pistacia atlantica* ». *Afrique science*, (3), 405-412.
- [26] Fashi-Harandi, O. et Ghaffari, M., (1999) « Chromosome studies on pistachios (*Pistacia vera* L.) from Iran ». 11^{ème} colloque du Grempa sur le pistachier et l'amandier, Cahiers options méditerranéennes.1-4 septembre 1999, (CIHEAM.) Zaragoza, Vol.56, 36-39.
- [27] Oukabli, A., (2005) « Le pistachier un arbre fruitier et forestier. Transfert de technologie en agriculture » , (125), 1-4.
- [28] ACSAD, (1998) “Pistachio trees in Arid zone.research”, Syria- Damascus.,120-150.
- [29] Davarynejad, G.H. and Nasiry, M., (2008) “ A method for plantation and establishment of pistachio trees under rainfed conditions” . [http://Resources Ciheam.Org/Ora/Pdf](http://Resources.Ciheam.Org/Ora/Pdf).

- [30] Kafkas, S., Kaska, N., Wassimi, A.N., Padulosi, S., (2006) "Molecular characterisation of Afghan pistachio accessions by amplified fragment length polymorphisms (AFLPs)". *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 81 (5), 864–868.
- [31] Acar et Sinan, 2007 "Abscission of Pistachio Flowers and Fruits as affected by Different Pollinators". *Pakistan J. of Biological Sci.* 10 (17), 2920 - 2924.
- [32] Afzari, A. M., Tabatabaei, S., Mohammadi, B. E., Tajabadipur, S. A., (2008) "Comparison of genetic diversity in species and cultivars of pistachio (*Pistacia vera* L.) based on amplified fragment length polymorphism marker". *Iranian Journal of biotechnology*, 5, 147-152
- [33] Atli et al., 2007) Atli , H., Arpaci, S, Uyger, N., (2007) "Selection of Pistachio Pollinators in Turkey". *International Society For Hort.Sci.ISHS Acta Hort*, 726.
- [34] Atli, H., Arpaci, Ayanoglu, H., (2005) "Comparison of seedling characteristics of some *Pistacia* species". *Pistachio Research Institute, P.O. Box 32, 27001 Gaziantep, Turkey*.
- [35] Chahed ,T., Bellila,A.Dhifi,W, and Hamrouni,I., (2008) "Pistachio seed oil composition: geographic situation and variety effects. *Ghasas Y. Aeites*, 59(1) Enero - Marzo,51-56.2008,ISSN 0017-3495. *Pistachio .Hort.Sci.V.8(5)* , 388-390.
- [36] Ayfar,M., Kuru, C., (1990) "Studies on artificial pollination of Pistachio flowers".In:*Nut Production and Industry in Europe ,Near East and North Africa,Reur Technical Series*, 13, 343-346.
- [37] Carl- Leopold, A., Paul, E., (2001) "Plant Growth and Development", 2ed. *The Dynamic of Growth*, part3. 77- 104. Department of Horticulture, Purdue University, Lafayette, Indiana.
- [38] Rahemi M., pakkashi Z., (2009) "determination of chilling and heat requirements of pistachio cultivars".*Agri.Sci.in china.Vol.8 n° 7*, 803-807.
- [39] Whitehouse, W.E ., (1957) "The pistachio nut-a new crop for the western United States". *Econ. Bot.* 11, 281-321.
- [40] Batlle, I., F. J. Vargas and M. A. Romero. (1996) "Natural occurrence, conservation and uses of *Pistacia* species in Spain". 42-45.
- [41] Russell, A., (1794) " The Natural History of Aleppo". London, United Kingdom.
- [42] Hadj Hassan, A., (2003) "Establishment of a fruit-tree field genebank". In *CGIAR Programme facilitation Unit for Central Asia and the Caucasus Conservation through sustainable use of fruit genetic resources in Central Asia*". Training course 21-25 August 2000, Tashkent, Uzbekistan. IPGRI, Rome, Italy.
- [43] Maxted, N., Van Slageren M.W., Rihan J. R., (1995) "Ecogeographic surveys" In: L. Guarino, V. Ramanatha Rao and R.Reid. *Collecting Plant Genetic Diversity*. CABI. 255-285.

- [44] Aribi, M., Kedaid, O.E., Bourougaa, L., Asla, T., Roose, E., (2004) « Bilan de l'enquete sur la défense et restauration des sols (DRS) en Algérie ». Sécheresse, Vol. 15(1), 87-95.
- [45] Amirouche, R., Misset, M.T., (2009) « Flore spontanée d'Algérie : différenciation écogéographique des espèces et polyploïdie » Biotechnologies végétales et gestion durable des résistances chez les végétaux, Synthèse. Cahiers Agricultures. Volume 18, Numéro 6, 74-80.
- [46] Stewart, P., (1969) « Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique ». Bull. Soc. Hist. Natu. agro., 24 - 25.
- [47] Seltzer, P., (1964) « Climat de l'Algérie. Ed.inst.meteo.phy, globe de l'Algérie », Alger. 219. Southern, E. M., “detection of specific sequences among DNA fragment separated by gel electrophoresis” J. Mol. Biol., 98,(1975), 503-517.
- [48] Dreux, P., (1972) « Recherches de terrain en autoécologie des orthoptères ». Acrida. Vol.(1), 305 - 330.
- [49] Emberger L., (1955) « Une classification bio écologie des climats ».rev.tra.géo, bot.zool. fac. Sci.Montpellier , 1-43.
- [50] Vardar, Y., Seçurenand ,Ö. And Ahmed, M. (1972) “Preliminary results on the chemical composition of the Turkish pistachio”. Qual. Plant Mater Veg. XXI (4), 318-327.
- [51] Castillo, R.O., (1995) “Plant genetic resources in the Andes: impact, conservation, and Management”. Crop Science 35, 355-360. Germplasm Collected in Mediterranean Countries”. In: L. Ferguson and D. Kester. Proceeding of The Second International Symposium on Pistachios And Almonds. (1998).Acta Horticulturae Number 470.
- [52] FAO, (2008). “FAOSTAT database”, [http : // faostat. Fao . org / site / 567 / Desktop Default.aspx](http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx), Pp: 564-567.
- [53] Basirat, M., Mehrnejad, M.R., (2009) “ The study of population density of natural enemies on common pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae* in Iran”. International symposium on pistachios & almonds, 98.
- [54] Acar,I., Ak , B.E., Huzdere, H., (2006) “an Investigation on Artificial Pollination Facilities in Pistachios by using an Atomizer” . Pist . Research Institute Turkey Dep. O. Hort.Fac.O.Agric.Univ. of Harran . Turkey, 145-148.
- [55] Barone, E., and Caruso, T., (1996) “Genetic diversity within *P. vera* in Italy”. In: Padulosi S., Caruso T., and Barone E., Taxonomy, Distribution, conservation and uses of *Pistacia* genetic resources. Report of a workshop, 29-30 June 1995, Palermo, Italy. International Plant Genetic Resources Institute, Rome Italy, 20-28.
- [56] Caruso, T., C. Lannini, F. Monastra, G. , Zakyntinos, D. , Rouskas, E., Barone, F. P., Marra, F., Sottile I., Batlle F., Vargas M., Romero S., Padulosi CI., Greco M. R., Sabina G., Martelli, E., Ak, M., Laghezali, B., (1997)“Genetic and Phenotypic Diversity in Pistachio (*P. vera* L.). 355-360

- [57] Vargas, F. J., M., Romero, J., Plana, M., Rovira and Batlle, I., (1994) "Characterization and behavior of cultivars in catalonia (Spain)". International Symposium on Pistachio Nut. ISHS-FAO, Adana (Turkey), Acta Horticulturae.
- [58] Damerджи, A., Cheikh-Miloud, D., (2005) « Inventaire et aperçu bioécologique de la malacofaune retrouvée dans la zone de Beni-Saf (Wilaya de Ain-Temouchent) Algérie ». TV international congress of european malacological societies, Naples.
- [59] Hadj Hassen A. and Kardouch M., (1995) "Status of pistachio nut cultivation in Syria". First international symp. pistachio nut, Acta horticulturae, 20 - 24 September, 221 - 227.
- [60] Sheibani, A., (1996) "Distribution, Use and Conservation of Pistachio in Iran. Report of a workshop: taxonomy, Distribution, conservation and uses of Pistacia genetic resources". 29-30 June Palermo, Italy. International Plant Genetic Resources Institute, Rome Italy, 51-56.
- [61] Kafkas, S., Perl-Treves, R., (2001) "Morphological and molecular phylogeny of Pistacia species in Turkey". Theor Appl Genet 102, 908–915
- [62] Ahmad, R., Fergusen, L. and Southwick, S.M., (2005) "Molecular marker analysis of pistachio rootstocks by simple sequence repeats and sequence-related Amplified polymorphisms". Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 80, 382-386.
- [63] De Vienne, D., (1998) « Les marqueurs moléculaires en génétique et biotechnologies végétales ». INRA éditions, ISBN -7380-0776, 2-7.
- [64] Young, ND, Shoemaker, RC., (2006) "Genome studies and molecular genetics Part 1 Model legumes Exploring the structure, function and evolution of legume genomes". Current Opinion in Plant Biology 9 95-98.
- [65] Santoni, S., Faivre- Rampant, P., Prado, E., Prat, D., (2000) « Marqueurs moléculaires pour l'analyse des ressources génétiques et l'amélioration des plantes ». Cah. Agri. 9(4), 3311-3327.
- [66] Staub, J. E., Serqun, F. C., Gupta, M., (1996) "Genetic marker, map construction, and their application in plant breeding". HorticulturalScience, 31, 729-740.
- [67] Hartl, L., Mori, S., Schweizer, G., (1998) "Identification of a diagnostic molecular marker for the powdery mildew resistance gene Pm4b based on fluorescently labeled AFLPs", 111–113.
- [68] Masum, A., Nobuyoshi, W., Yoshihiko, F., (2007) "Exploration de la diversité génétique entre le Xinjiang et le Triticum polonicum par marqueurs AFLP". Journal of applied Genetics 48(1), 25-33.
- [69] Hadrys, H., Balick, M., Schierwater, B., (1992) "Application of random amplified polymorphic DNA (RAPD) in molecular ecology". Mol. Ecol. 1, 55-60.
- [70] Suhre, K. et Sanejouand, Y., ElNemo, H., (2004) "A normal mode web server for protein movement analysis and the generation of templates for molecular replacement". Nucleic Acids Res, 32 (Web Server issue), 610–614.

- [71] Bertheau, Y., Darrasse, A., Jouan, B., Kotousky, A., Priou, S., (1993) « Amplification enzymatique in vitro d'ADN et ses applications ». In: Le progrès génétique passe t'il par le repérage et l'inventaire des gènes? Ed. AUPELF-UREF. John Libbey Eurotext. Paris, 3-22.
- [72] Stuessy, T. E., (1990) "The systematic evolution of comparative data". Columbia. Univ. Press, New York, USA.
- [73] Kafkas, S., Kafkas E., Perl-Treves R., (2002) "Morphological diversity and a germplasm survey of three wild Pistacia species in Turkey". Genetic Resources and Crop Evolution 49, 261–270.
- [74] Buraglia, V., (2006) "Alternative forms of occupation and continuous educational training in agriculture, The pistachio's tree cultivation". Education and culture Leonardo da Vinci, Madrid, 41.
- [75] Behboodi, B., (2003) "Ecological distribution study of wild pistachios for selection of rootstock". Options Mediterranean's, Series A. Numero 63, 61–67.
- [76] Birkam, S., Kimber, G., (1974) "banding technique for cereal chromosomes". Cereal Research Communications, vol. 22, 87-94.
- [77] Shang, Y. M., Jackson, R. C., Nguyen, H. T., (1988) "A new banding technique for chromosomes of wheat (Triticum) and its relatives". Cereal Research Communications. 16 (3-4), 169-174.
- [78] Ahmad, M., McNeil, D. L., Fautrier, A. G., Armstrong, K. F., Paterson, A. M., (1996) "Genetic relationships in len species and parentage determination of their interspecific hybrid using RAPD marker". Theor. Appl. Genet. 92, 1091-1098.
- [79] Jayat, C., Ratinaud, M. H., (1993) "Cell cycle analysis by flow cytometry: principales and applications". Review Biol. Cell. 78, 15-25.
- [80] Brown, J.S., (1991) "Principal component and cluster analyses of cotton cultivar variability across the U.S. Cotton Belt". Crop Sci. 31, 915–922.
- [81] Ayaz, E., Namlı, S., (2009) "The Karyotype Analysis on Pistachio (Pistacia vera L.) from Turkey Natural Product" Research 23(9), 866–870.
- [82] Hunter, R.L., Markert, C.L., (1957) "Histochemical demonstration of enzymes separated by zone electrophoresis in starch gels". Science, 125, 1294-1295.
- [83] Harris, H., (1966) "Enzyme polymorphisms in man. Proceedings of the Royal Society of London, B. 164, 298-310.
- [84] Lewontin, R.C., Hubby, J.L (1966) "A molecular approach to the study of genic heterozygosity in natural populations. II. Amount of variation and degree of heterozygosity in natural populations of *Drosophila pseudoobscura*". Genetics, 54, 595-609.
- [85] Pasteur, N., Stordeur, E.,(1976) « L'α-glycérophosphate deshydrogenase du moustique *Culex pipens* : génétique formelle, linkage et étude des populations ». Genetica, 46:319-326.

- [86] Avise, J.C., (1996) "Conservation genetics: case histories from nature". Chapman & Hall, New York, NY, USA.
- [87] Hillis DM, Mable BK, Larson A, Davis SK, Zimmer EA (1996) "Nucleic acids IV: Sequencing and cloning". P: 321-381 in Molecular Systematics (Hillis DM, Moritz C, Mable BK). 2nd Edition, Sinauer Associates Inc. Sunderland, MA, USA.
- [88] Ledoigh, C., Coudret, A., (1992) « Stress hydrique: étude des mécanismes moléculaires et modification de l'expression du génome ». Bull. Soc. Bot. Fr., 139. Lettres Bot. 2, 175-190.
- [89] Cooper, R., Lavie D., Gutterman Y., Evenari M., (1994) "The distribution of rare phenolic type compounds in wild and cultivated wheats". J. Arid Environ. 27, 331-336.
- [90] Weber, W. E., Wricke, G., (1994) "Genetic markers in plants breeding. Advances in plant breeding", Paul Pare Y Scientific Publishers, Berlin, 105.
- [91] Branlard, G., Autran, J. C., Monneveux P., (1989) "High molecular weight glutenin subunit in durum wheat (*T. durum*)". Theor. Appl. Gen. 78, 353-358.
- [92] Metakovsky, E. V., Baboev K., (1992) "Polymorphism of gliadin and unusual gliadin alleles in *Triticum boeoticum*". Genome, 351007-1012.
- [93] Westmann, A. L., Kresovich, S., (1997) "Use of molecular marker techniques for description of plant genetic resources". Biotechnology in agriculture series n°19 Cab international, Wallingford. New York:, 9-48.
- [94] Rovira, M., Battle, I., Romero, M., and Vargas F. J., (1995) "Isoenzymic identification of *Pistacia* species. Pistachio cultivar improvement at IRTA- Mas Bové". First International Symposium on Pistachio Nut., ISHS-FAO, Adana (Turkey). Acta Horticulturae.
- [95] Rovira et al., (1998) . Rovira, M., Battle, I., Romero M., Vargas, F. J., (1998) "Characterization of Pistachio Cultivars Using Isozymes". CIHEAM Cahiers Options Méditerranéennes Vol: 33, 113-120.
- [96] Tautz, D. and Rentz M., (1984) "Simple sequences are ubiquitous repetitive components of eucariotic genome". Nature, 322, 652-656.
- [97] Tautz, D., (1989) "Hypervariability of simple sequence as a general source for polymorphic DNA markers. Nuc. Acids Res. 17, 6463-6471. (
- [98] Bruford, M. W., Wayne R. K., (1993) "Microsatellites and their application to population genetic studies". Current Opinion in Genetics and Development, 3, 939-943.
- [99] Cardle, L., Ramsay, L., Milbourne, D., Macaulay, M., Marshall, D., Waugh, R., (2000) "Computational and experimental characterization of physically clustered simple sequence repeats in plants". Genetics. 156, 847-854.
- [100] Jarne, P., Lagoda, P. J. L., (1996) "Microsatellites, from molecules to population and back". Trends Ecol. Evol. 11, 424-429.
- [101] Takezaki, N., and Nei, M., (2008) "Genetic distances and reconstruction of phylogenetic trees from microsatellites DNA". Genetics. Virk, D.S., Steele, K.A.,

Witcombe, J.R., "Mass and line selection can produce equally uniform rice varieties". *Field Crops Research* 100, pp.:341–347, (1996), 389-399.

[102] Hokanson, S. C., Szewc-McFadden, A. K., Lamboy, W. F., McFerson, J. R., (1998) "Microsatellite (SSR) markers reveal genetic identities, genetic diversity and relationships in a *Malus x domestica* Borkh. Core subset collection". *Theor. Appl. Genet.* 97, 671-683.

[103] Wiesner, I., Wiesnerová, D., (2003) "Effect of resolving medium and staining procedure on inter-simple-sequence-repeat (ISSR) patterns in cultivated flax germplasm". *Genet. Res. Crop Evol.* 50, 849-853.

[104] Röder, M. S., Plaschke, J. König, S. U., Börner, A., Sorrells, M. E., Tranksley, S. D., Ganal, M. W., (1995) "Abundance, variability and chromosomal location of microsatellites in wheat". *Mol. Gen. Genet.* 246, 327-333.

[105] Peakall, R., Gilmore, S., Keys, W., Morgante, M., Rafalski A., (1998) "Cross-species amplification of soybean (*Glycine max*) simple sequence repeats (SSRs) within the genus and other legume genera: Implication for the transferability of SSRs in plants". *Mol. Biol. Evol.* 15, 1275-1287.

[106] Ramsay, Y. L., Macaulay, M., Degli, Ivanissevich, S., Maclean, K., Cardle, L., Fuller, J., Edwards, K. J., Tuverson, S., Morgante, M., Massari A., Maestri E., Marmioli N., Sjakste T., Ganal, M., Powell, W., Waugh, R., (2000) "A simple sequence repeat-based linkage map of Barley". *Genetics.* 156, 1997-2005.

[107] Mhameed, S., Sharon, D., Kaufman, D., Lahav, E., Hillel, J., Degani, C., Lavi, U. (1997) "Genetic relationships within avocado (*Persea Americana* Mill) cultivars and between *Persea* species". *Theor. Appl. Genet.* 94, 394-401.

[108] Zietkiewicz, E., Rafalski, A., Labuda, D., (1994) "Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)- anchored Polymerase Chain Reaction Amplification". *Genomics.* 20, , 176-183.

[109] Blair, MW, Panaud, O, McCouch, S.R., (1999) "Inter-simple sequence repeat (ISSR) amplification for analysis of microsatellite motif frequency and fingerprinting in rice (*Oryza sativa* L.)". *Theor. Appl. Genet.* 98, 780-792.

[110] Kantety, R.V., X.P. Zeng, J.L. Bennetzen, B., Zehr, E., (1995) "Assessment of genetic diversity in dent and popcorn (*Zea mays* L.) inbred lines using inter-simple sequence repeat (ISSR) amplification". *Mol. Breed.* 1, 365-373.

[111] Noroozi, S., Baghizadeh, A., Javaran M. J., (2009) "The genetic diversity of Iranian pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars revealed by ISSR markers". *Biological Diversity and Conservation. BioDiCon* 2/2, 50-56.

[112] Kostia, S., Varvio, S. L., Vakkari, P., Pulkkinen, P., (1995) "Microsatellite sequences in *Pinus sylvestris*". *Genome,* 38, 1244–1248.

[113] Tsumura, Y., Ohba, K., Strauss, S. H., (1996) "Diversity and inheritance of inter-simple sequence repeat polymorphisms in Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) and sugi (*Cryptomeria japonica*)". *Theoretical Applied Genetics,* 92, 40-45.

[114] Fang, D. Q. and Roose, M. L., (1997) "Identification of closely relative Citrus cultivars with inters simple sequence repeat markers". *Theoretical Applied Genetics*, 95, 408-417.

[115] Bahulikar, R.A., Stanculescu, D., Preston, C.A., Baldwin, I.T., (2004) "ISSR and AFLP analysis of the temporal and spatial population structure of the post-fire annual *Nicotiana attenuata*, in SW Utah". *BMC Ecol.* 6; 4(1):12, 1472-6785.

[116] Okuno, K., Ebana, K., Noov, B., Yoshida, H., (1998) "Genetic diversity of Central Asian and north Caucasian *Aegilops* species as revealed by RAPD markers". *Genet. Res. Crop Evol.* 45, 389-394.

[117] Song, K. M., Osborn, T. C., Williams P. H., (1997) "Brassica taxonomy based on nuclear restriction fragment length polymorphisms (RFLPs)3. Genome relationships in Brassica and *B. rapa* (syn *Campestris*)". *Theor. Appl. Genet.* 79, 497-506.

[118] Baghizadeh, A., Noroozi, S., Javaran, M. J., (2010) "Study on genetic diversity of some Iranian Pistachio (*Pistacia vera* L.) cultivars using random amplified polymorphic DNA (RAPD), inter sequence repeat (ISSR) and simple sequence repeat (SSR) markers: A comparative study". *African Journal of Biotechnology* Vol. 9(45), 7632-7640.

[119] Bradshaw, J. E., Hackett, C. A., Meyer, R. C., Milbourne, D., McNichol, J. W., Philips, M. S., Waugh, R., (1998) "Identification of AFLP and SSR markers associated with quantitative resistance to *Globedera pallida* (Stone) in tetraploid potato (*Solanum tuberosum*) with a view to marker-assisted selection". *Theor. Appl. Genet.* 97 202-210.

[120] Waycott, W., Wricke C., (1994) "Diverntiation of nearly idntifical germplasm accessions by a combination of molecular and morphological analysis". *Genome*, 37, pp:575-583.

[121] Salhi, M., (2004) "Preservation of nature and development: The case of the national park of Belezma (Algérie)". *Protection de la nature et développement: cas du parc national du belezma (monts de Batna- algerie) .mediter. J.Econo.agri.envi., vol.3(4), 38-43.*

[122] Duchaufour, Ph., (2004) « Introduction a la science du sol, Végétation, environnement. Ed. Dunod Paris, 348 p.

[123] Beloula, A., (2008) « Inventaire floristique et faunistique au pare de Belezma (Batna) ». *Mémoire Ingénieur agro, Univ. Batna, 42.*

[124] Duchaufour, Ph., (1977) « Pédologie I, Pédogenèse ». Ed. Masson Paris, 477

[125] Schoenenberger, A., (1970) « Etude du couvert forestier de l 'Aurès oriental ». Ed. Food Alimentation Organization (FAO), *Projet Algérie, (15), , 42.*

[126] Messaoudene, M., Loukkas, A., Janin, G., Tafer, M., Dilem, A. et Goncalez, J., (2004) « Propriétés physiques du bois d'éclaircie des cèdres (*Cedrus atlantica*), contenant du bois de compression, provenant de l'Atlas du Djurdjura (Algérie) ». *Anna. for. sci., 61, 589 - 595.*

- [127] Tefiani, M., Baudelot, S. et Bouremouche, R., (1991) « Datations palynologique du Trias du Djurdjura (Algérie). Implications géodynamiques ». *Science de la Terre*, 313 (4), 455 - 456.
- [128] Benmouffok, A., (1994) « Approche éco-pédologique dans les formations à *Cedrus Atlantica* - cas du Massif du Djurdjura, Algérie. *Ann. Rech.for. Maroc.* (27) , 205 -207
- [129] Abdesselam, M., Mania, J., Mudry, J., Gelard, J-P., Chauve, P., Lami, H. et Aigoun, C., (2000) « Arguments hydrogéochimiques en faveur de Trias évaporitique non affleurant dans le massif du Djurdjura (dorsale Kabyle, élément des Maghrebides) ». *Rev.Sci.Eau*, 155- 166.
- [130] Kotanski, Z., Gierlinski, G., Ptaszynski, T., (1969) "Reptile Tracks (Rotodactylus) from Middle Triassic of the Djurdjura Mountains in Algeria". *Geological quarterly*, 48(1) 2004, pp: 89 - 96. Kuhnelt, W., « *Ecologie générale* ». Ed. Masson et Cie, Paris, 359 .
- [131] Mutin, M., (1977) « La Mitidja, décolonisation et espace géographique ». Ed. Office publ, univ., Alger, 607.
- [132] Badis, A., Sabaou, N., Djibaou, R., Sarag, M., (2008) « La diversité des actinomycètes de quelques sols sous orangerie de la Mitidja et la dégradation des acides humiques ». *Rev. Régions arides*, Vol. 3 (21), 1167 - 1176.
- [133] Aubert, G., (1947) « Les sols à croutes calcaires ». *C.R.Conf. ped. Mediter. Alger-Montpellier, Ass. franc., Et. Sol, Paris* , 486 - 494.
- [134] Benabadji, N., Bouazza, M., Metge, G. , Loisel, R., (1996) « Description et aspects des sols en région semi-aride et aride au sud de Sebdo (Oranie-Algerie) ». *Bull. Inst, sci, Rabat.* (20), 77 - 86.
- [135] Mazour, M., Roose, E., (2002) « Influence de la couverture végétale sur le ruissellement et l'érosion des sols sur parcelles d'érosion dans des bassins versants du Nord-Ouest de l'Algérie ». *Bull. Res. Erosion*, (21) , 320-330.
- [136] Schlötterer, C., (2002) "Towards a molecular characterization of adaptation in local populations". *Curr. Op. Gen.Dev.* 12, 683-687.
- [137] Gharzouli, k., et Djellouli, Y., (2005) « Diversité floristique de la Kabylie des Babors (Algérie) ». *Sécheresse*, Vol. 16 (3), 217 - 223.
- [138] Mesli, K., Bouazza, M., Godron, M., (2008) " Ecological characterization of the vegetable groupings of the Mounths of Tlemcen and their facies of degradation (West-Algeria)". *Environ.1 research j.*, 2 (5), 271 - 277.
- [139] Dellaporta, S. L., Wood, J., Hicks, J. B., (1983) "A plant DNA mini preparation: Version II. *Plant Molecular Biology Reporter*", 4, 19-21.
- [140] Doyle, JJ., Doyle, JL., (1987) "A rapid isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue". *Phytochem Bull* 19, 11–15.
- [141] Ouenzar, B., Hartmann, C., Rode, A., Benslimane, A., (1998) "Date palm DANN mini-preparation without liquid nitrogen". *Plant Molecular Biology Reporter*, 16, 263-269.

- [142] FAO/IAEA “Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, Mutant germplasm characterization using molecular markers”. Training course n°19. (2002). International Atomic Energy Agency. Vienna.
- [143] Sasanuma, T. K. , Chabane, T. R., Endo, J., Valkoun., (2002) « Genetic diversity of wild wheat and its relatives in the Near East detected by AFLP». *Euphytica*. 127, 81-93.
- [144] Hammer, O., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., (2001) “ Past:Paleontological statistics software package for education and data analysis palaeont election” 4: 9.
- [145] Hadj Hassen A. and Kardouch M., (1995) “Status of pistachio nut cultivation in Syria”. First international symp. pistachio nut, *Acta horticulturae*, 20 - 24 September, 221 - 227.
- [146] Maire, R., (1926) « Carte phytogéographique de l’Algérie et de la Tunisie ». Gouvernement général Algérie, Service cartographie Alger, 78 .
- [147] Mehlenbacher, S.A., (2003) “Progress and prospects in nut breeding”. *Acta Horticulture*, 622, 57–79.
- [148] De Vienne, D., (1990) « L’analyse du déterminisme génétique des caractères quantitatifs chez les végétaux » *médecines/sciences*: 10(6), V- XI.
- [149] Bouzeboudja, F., (2001) « Contribution à l’étude de la germination de *Pistacia atlantica* Desf. de deux provenances (El Bayadh et Sfifef) et actualisation de la carte de la zone occidentale d’Algérie ». Th. Ing. Etat en biologie., 3- 6.
- [150] Chebouti, Y., (2002) « La note technique sur la culture du pistachier fruitier .revue « la forêt Algérienne », (4), 32-36.
- [151] Afshari, H., Talaie, A., Panahi, B., (2006) “Study Some of Qualitative and Morphological Characteristics of 4 Pollen Pistachios Phenotype and the Effect of Different Temperatures on their Germination Percentage (*Pistacia vera* L.) ”. *Agri.Sci.and Techn. J.V.1386 n°1(21)*, 34-39.
- [152] Abu- Qaoud, H., (2007) “Effect of Scarification, Gibberellic acid and Stratification on Seed Germination of three *Pistacia* species”. *An- Najah Univ.J. Res. (N.Sc.)Vol.21,25-29*.
- [153] Abu- Zahra, T.R., Al- Abbadi, A.A., (2007) “Effects of Artificial Pollination on Pistachio Fruit Cropping”. *J. of Plant Sciences*, 2(2), 228-232.ISSN 1816-4951.
- [154] Batlle, F.,Vargas, M., Romero, S., Padulosi, CI. , Greco, M.R., Sabina, G., Martelli, B.E., Laghezali AK.M., (1998) “Genetic and Phenotypic Diversity in Pistachio (*P. vera*) Germplasm Collected in Mediterranean Countries”. In *Proceeding of the Second International Symposium on Pistachios and Almonds .Acta Hort.N:470*, 168-178.
- [155] Culley ,T. M., Wolfe, A. D., (2000) “Population genetic structure of the cleistogamous plant species *Viola pubescens* Aiton (Violaceae), as indicated by allozyme and ISSR molecular markers”. *Heredity*, 86, 545-556.
- [156] Oh, T. J., Gorman, M., Cullis, C. A., (2000) “RFLP and RAPD mapping in flax (*Linum usitalissimum*)”. *Theor. Appl. Genet.* 101, 590-593.

[157] Botsein, D., White, R. L., Scolnick, M., Davis, R. W., (1980) "Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphism". *Am. J. Hum. Genet.* 32, 314-331.

[158] Pradeep, A. R., Chatterjee, S. H., Nair, C. V., (2005) "Genetic differentiation induced by selection in an inbred population of the silkworm *Bombyx mori*" revealed by RAPD and ISSR markers systems. *J. Appl. Genet.* 46, 219-298.

[159] Nagaraju, J., Kathirvel, M., Kumar, R. R., Siddiq, E. A., Hasnain, S. E., (2002) "Genetic analysis of traditional and evolved Basmati and non-Basmati rice varieties by using fluorescence-based ISSR-PCR and SSR markers". *PNAS.* 99, 5836-5841.

[160] Sica, M., Graziella, G., Montieri, S., Gaudio, L., Aceto, S., (2005) "ISSR markers show differentiation among Italian populations of *Asparagus acutifolius* L". *Genetics*, 6, 1-7.

[161] Talhinhas, P., Naves-Martins, J., Leitão, J., (1996) "AFLP, ISSR and RAPD marker reveal high levels of genetic diversity among *Lupinus* spp". *Plant Breeding.* 122, (2003), 507-510.

[162] Yang, W., De Olivera, A. C., Godwin, I., Schertz, K., Bennetzen J. L., (1996) "Comparison of ADN marker technologies in characterization plant genome diversity: variability in Chinese sorghums". *Crop Sci.* 36, 1669-1676.

[163] Wiesner, I., Wiesnerová, D., (2003) "Effect of resolving medium and staining procedure on inter-simple-sequence-repeat (ISSR) patterns in cultivated flax germplasm". *Genet. Res. Crop Evol.* 50, 849-853.

[164] Carlborg, O., Andersson, L., Kingdom, B., (2000) "The use of a genetic algorithm for simultaneous mapping of multiple interacting quantitative traits loci". *Genetics* 155, 2003-2010.

[165] Thormann, C. E., Ferreira, M. E., Camargo, L. E. A., Tivang, J. G., Osborn T. C., (1994) "Comparison of RFLP and RAPD markers to estimating genetic relationships within and among cruciferous species". *Theor. Appl. Genet.* 88, 973-980.

[166] Castragna, R., Gnocchi, S., Perenzi, M., Heun, H., (1997) "Genetic variability of the wild diploid wheat *Triticum urartu* revealed by RFLP and RAPD markers". *Theor. Appl. Genet.* 94, 424-430.

[167] FAO., (1995) *Digital Soil Map of the World and Derived Properties version 3.*

[168] Larid, M., (2008) « La zone côtière humide de Reghaia dans le Littoral Est algérois (Algerie) : Contribution méthodologique a son plan de gestion ». *Cybergeog.* *European J. geography*, 22.

Office national de la meteorologie.

O.N.M., 1995 - Relevés météorologiques de l'année 1995. Office national météorologie (O.N.M.), Dar El-Beida, lp.

O.N.M., 1996 - Relevés météorologiques de l'année 1996. Office national météorologie (O.N.M.), Dar El-Beida, lp.

O.N.M., 1997 - Relevés météorologiques de l'année 1997. Office national météorologie (O.N.M.), Dar El-Beida, lp.

O.N.M., 1998 - Relevés météorologiques de l'année 1998. Office national météorologie (O.N.M.), Dar El-Beida, lp.

O.N.M., 1999 - Relevés météorologiques de l'année 1999. Office national météorologie (O.N.M.), Dar El-Beida, lp.

O.N.M., 2000 - Relevés météorologiques de l'année 2000. Office national météorologie (O.N.M.), Dar El-Beida, lp.

O.N.M., 2001 - Relevés météorologiques de l'année 2001. Office national météorologie (O.N.M.), Dar El-Beida, lp.

O.N.M., 2002 - Relevés météorologiques de l'année 2002. Office national météorologie (O.N.M.), Dar El-Beida, lp.

O.N.M., 2003 - Relevés météorologiques de l'année 2003. Office national météorologie (O.N.M.), Dar El-Beida, lp.

O.N.M., 2004 - Relevés météorologiques de l'année 2004. Office national météorologie (O.N.M.), Dar El-Beida, lp.

O.N.M., 2005 - Relevés météorologiques de l'année 2005. Office national météorologie (O.N.M.), Dar El-Beida, lp.

O.N.M., 2005 - Relevés météorologiques de l'année 2006. Office national météorologie (O.N.M.), Dar El-Beida, lp.

Annexes

Optimisation de la PCR

2.5 µl :
 Tampon de réaction PCR:
 (50 mM KCl, 10 mM Tris-HCl,
 1.5 mM MgCl₂, pH9.0)

maintenir stable le pH du milieu réactionnel

H₂O 16µl

MgCl₂
 (indispensable à l'ADN polymérase)
0.5 µl

2.5 µl de dNTP

2 µl d'ADN à amplifier

1 µl ADN polymérase

0.5 µl

10 amorces monocaténares ISSR

Ces 5 ingrédients sont mélangés dans un tube PCR de 0,2 ml en utilisant un thermocycleur Biometra, GmbH, soumis à n cycles de T°, dans un volume final de 25 µl.

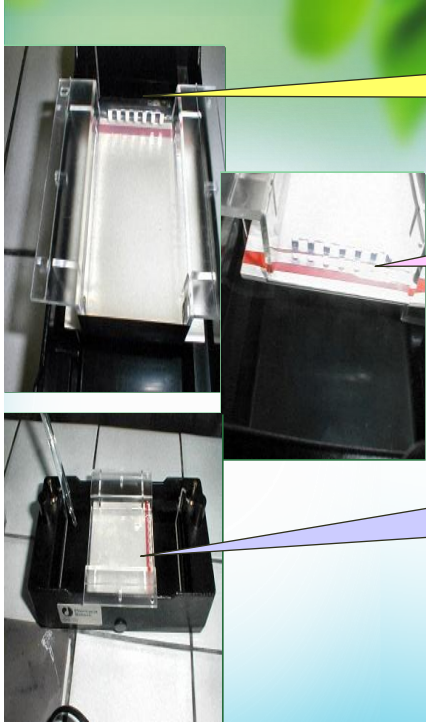
a- Préparation du gel

Dissolution à chaud d'1g d'agarose + 100ml de tampon TBE à pH 8.2

On laisse refroidir jusqu'à une T° voisine de 60°C

Préparation du moule:
 Après avoir obturé les 2 extrémités du moule, on place le moule sur une surface horizontale et on dépose le peigne nécessaire à la réalisation des puits dans le gel.

On verse lentement le gel dans la cuve sans dépasser le niveau supérieur des dents du peigne.



On laisse refroidir 30 mn environ avant d'enlever délicatement le peigne.

Les puits sont placés du côté de la cathode et sont prêts pour recevoir les dépôts d'ADN

Les puits st remplis de marqueur d'ADN et d'échantilons ,La cuve est remplie de tampon TBE jusqu'au niveau supérieur du gel.

www.themegallery.com LOGO



On laisse refroidir 30 mn environ avant d'enlever délicatement le peigne.

Les puits sont placés du côté de la cathode et sont prêts pour recevoir les dépôts d'ADN

Les puits st remplis de marqueur d'ADN et d'échantilons ,La cuve est remplie de tampon TBE jusqu'au niveau supérieur du gel.

www.themegallery.com LOGO

Révélation des fragments d'ADN



Un gel d'agarose avant éclairage ss UV

Une fois la migration terminée, le gel après sa coloration dans un bain de bromure d'éthidium ($2\mu\text{l/ml}$ pendant 20 mn puis rincée à l' H_2O distillée) a été visualisé sous UV (par autoradiographie)







Le gel est exposé aux UV

26/05/2012





Annexes

Annexe n°1 : Fiches signalétiques de quelques variétés de pistachier (*Pistacia vera* L.) existantes en Algérie





Variété : ACHOURI

Phases de développement	Arbre	Feuille et Feuille terminale	Fruits	
			Fruits immatures	Fruits matures
Gonflement des bourgeons : 20-28 Mars				
Débourrement des bourgeons : 1-4 Avr				
Elongation des bourgeons : 28Mars-5 Avr				
Apparition des feuilles : 1-4 Avr				
Fin de phase végétative : 10-15 Mai				
Gonflement des bourgeons floraux : 5-8 Mars				
Début d'apparition des boutons floraux : 14-7Mars				
Début d'apparition des fleurs : 23-26Mars				
Allongement des inflorescences : 17-20Mars				
Fin floraison : 3-7Avr				





Variété : Nab Djamel

Phases de développement	Arbre	Feuille et Feuille terminale	Fruits	
			Fruits immatures	Fruits matures
Gonflement des bourgeons : 19-29 Mars				
Débourrement des bourgeons : 2-6 Avr				
Elongation des bourgeons : 30 Mars-6 Avr				
Apparition des feuilles : 5-10 Avr				
Fin de phase végétative : 17-23 Mai				
Gonflement des bourgeons floraux : 5-8 Mars				
Début d'apparition des boutons floraux : 14-17 Mars				
Début d'apparition des fleurs : 23-26 Mars				
Allongement des inflorescences : 17-20 Mars				
Fin floraison : 3-7 Avr				





Variétés : **Adjmi**

Phases de développement	Arbre	Feuille et Feuille terminale	Fruits	
			Fruits immatures	Fruits matures
Gonflement des bourgeons : 18-28Mars				
Débourrement des bourgeons : 3-7Avr				
Elongation des bourgeons : 28Mars-5Avr				
Apparition des feuilles : 5-9Avr				
Fin de phase végétative : 19-23Mai				
Gonflement des bourgeons floraux : 6-10Mars				
Début d'apparition des boutons floraux : 13-19Mars				
Début d'apparition des fleurs : 22-27Mars				
Allongement des inflorescences : 21-25Mars				
Fin floraison : 5-9Avr				





Variété : **Batouri**

Phases de développement	Arbre	Feuille et Feuille terminale	Fruits	
			Fruits immatures	Fruits matures
Gonflement des bourgeons : 20-28 Mars				
Débourrement des bourgeons : 1-4 Avr				
Elongation des bourgeons : 28/3-5/4				
Apparition des Feuilles : 1-4 Avr				
Fin de phase végétative : 10-15 Mai				
Gonflement des bourgeons floraux 5-7 Mars				
Début d'apparition des boutons floraux: 14-17 Mars				
Début d'apparition des fleurs : 24-27 Mars				
Allongement des inflorescences : 18-21 Mars				
Fin floraison : 4-10Avr				





Variété : **Bayadhi**

Phases de développement	Arbre	Feuille et Feuille terminale	Fruits	
			Fruits immatures	Fruits matures
Gonflement des bourgeons : 23-30Mars				
Débournement des bourgeons : 3-7 Avr				
Elongation des bourgeons : 1 – 7avr				
Apparition des feuilles : 10 Avr				
Fin de phase végétative : 12-16 Mai				
Gonflement des bourgeons floraux : 4-10Mars				
Début d'apparition des boutons floraux : 13-18Mars				
Début d'apparition des fleurs : 21-24mars				
Allongement des inflorescences : 16-19 Mars				
Fin floraison : 3-9Avr				



Variété : Oleimi

Phases de développement	Arbre	Feuille et Feuille terminale	Fruits	
			Fruits immatures	Fruits matures
Gonflement des bourgeons : 22-29 Mars				
Débourrement des bourgeons : 2-5 Avr				
Elongation des bourgeons : 30Mars-6Avr				
Apparition des feuilles : 2-5 Avr				
Fin de phase végétative : 11-16 Mai				
Gonflement des bourgeons floraux : 7-9 Mars				
Début d'apparition des boutons floraux : 16-17 Mars				
Début d'apparition des fleurs : 26-31Mars				
Allongement des inflorescences : 19-22Mars				
Fin floraison : 6-12Avr				



Variété : Boundouki

Phases de développement	Arbre	Feuille et Feuille terminale	Fruits	
			Fruits immatures	Fruits matures
Gonflement des bourgeons : 22-29 Mars				
Débourrement des bourgeons : 2-5 Avr				
Elongation des bourgeons : 30Mars-6Avr				
Apparition des feuilles : 2-5 Avr				
Fin de phase végétative : 11-16 Mai				
Gonflement des bourgeons floraux : 11-16 Mai				
Début d'apparition des boutons floraux : 16-17 Mars				
Début d'apparition des fleurs : 26-31Mars				
Allongement des inflorescences : 19-22Mars				
Fin floraison : 6-12Avr				



Pollinisateur : **Male Jaber**




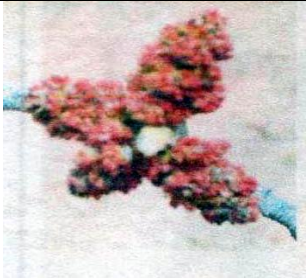





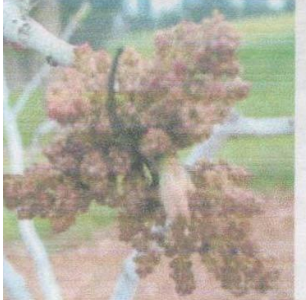





Phases de développement	Arbre	Feuille et Feuille terminale
Gonflement des bourgeons: 8-10Avr		
Débourrement des bourgeons: 10-15Avr		
Elongation des bourgeons: 17-20Avr		
Apparition des feuilles: 15Avr		
Fin de phase végétative: 20Mai		
Gonflement des bourgeons floraux: 12-18Mars		
Début d'apparition des boutons floraux : 30Mars-2Avr		
Début d'apparition des fleurs: 2-6Avr		
Allongement des inflorescences: 15Avr		
Fin floraison: 21-23Avr		

Pollinisateur : **Male Jamil**

Phases de développement	Arbre	Feuille et Feuille terminale
Gonflement des bourgeons: 5-8 Avr		
Débourrement des bourgeons: 8-12Avr		
Elongation des bourgeons: 15-19Avr		
Apparition des feuilles: 12Avr		
Fin de phase végétative: 17Mai		
Gonflement des bourgeons floraux: 8-15 Mars		
Début d'apparition des boutons floraux : 27-30 Mars		
Début d'apparition des fleurs: 30 Mars -3Avr		
Allongement des inflorescences: 12-17Avr		
Fin floraison: 19-21Avr		
















Pollinisateur : **Male Khalifa**

Phases de développement	Arbre	Feuille et Feuille terminale
Gonflement des bourgeons: 7-9Avr		
Débourrement des bourgeons: 21-23Mars		
Elongation des bourgeons: 9-13Avr		
Apparition des feuilles: 13Avr		
Fin de phase végétative: 18Mai		
Gonflement des bourgeons floraux: 10-18Mars		
Début d'apparition des boutons floraux : 26-30Mars		
Début d'apparition des fleurs: 9-13Avr		
Allongement des inflorescences: 30Mars-7avr		
Fin floraison: 22-24Avr		

Périodes	Les différents stades de la floraison male du pistachier fruitier		
	Male Jaber	Male Jamil	Male Khalifa
1-25 Mars : gonflement des bourgeons floraux			
25-31 Mars : fin de formation du bouton floral male			
4-9 Avril : début de floraison			
19-23Avril : allongement des inflorescences males			
23-25 Avril : fin floraison et début de chute de fleurs males			

Développement physiologique de quelques variétés male de pistachier fruitier pour l'année 2008/2009

Phases	Male Khalifa	Male Jaber	Male Jamil
Débourrement végétatif			
Gonflement des bourgeons	7-9Avr	8-10avr	5-8 Avr
Débourrement des bourgeons	21-23Mars	10-15avr	8-12Avr
Elongation des bourgeons	9-13Avr	17-20avr	
Apparition des feuilles	13Avr	15avr	12Avr
Fin de phase végétative	18Mai	20Mai	17Mai
Floraison			
Gonflement des bourgeons floraux	10-18Mars	12-18Mars	8-15Mars
Début d'apparition des boutons floraux	26-30Mars	30/Mars-2avr	27-30Mars
Début d'apparition des fleurs	9-13Avr	2-6Avr	30Mars - 3Avr
Allongement des inflorescences	30Mars-7avr	15Avr	12-17Avr
Fin floraison	22-24AVr	21-23Avr	19-21Avr

Périodes	Les différents stades de la floraison femelle de quelques variétés de pistachier fruitier		
	Achouri	Oleimi	Batouri
Mi Mars : Début de formation des boutons floraux			
Fin Mars : fin de formation des boutons floraux			
Debut Avril : début de floraison			
Mi Avril : allongement des inflorescences			
Fin Avril : fructification			

Développement physiologique de quelques variétés femelles de pistachier fruitier pour l'année 2008/2009.

Variétés Phases	Achouri	Nab Djamel	Adjmi	Batouri	Bayadhi	Oleimi	Boundouki
Débourrement végétatif							
Gonflement des bourgeons	20-28 Mars	19-29Mars	18-28Mars	20-28 Mars	23-30Mars	22-29 Mars	21-28Mars
Débourrement des bourgeons	1-4 Avr	2-6 Avr	3-7Avr	1-4 Avr	3-7 Avr	2-5 Avr	2-6 Avr
Elongation des bourgeons	28/3-5/4	30/3-6/4	28/3-5/4	28/3-5/4	1/4 – 7/4	30/3-6/4	28/3-5/4
Apparition des feuilles	1-4 Avr	5-10Avr	5-9Avr	1-4 Avr	10 Avr	2-5 Avr	8 Avr
Fin de phase végétative	10-15 Mai	17-23 Mai	19-23Mai	10-15 Mai	12-16 Mai	11-16 Mai	10-16 Mai
Floraison							
Gonflement des bourgeons floraux	5-8 Mars	7-9 Mars	6-10Mars	5-7 Mars	4-10Mars	7-9 Mars	5-8Mars
Début d'apparition des boutons floraux	14-17Mars	15-19 Mars	13-19Mars	14-17 Mars	13-18Mars	16-17 Mars	11-18Mars
Début d'apparition des fleurs	23-26Mars	24-28Mars	22-27Mars	24-27 Mars	21-24mars	26-31Mars	22-26Mars
Allongement des inflorescences	17-20Mars	20-23Mars	21-25Mars	18-21 Mars	16-19Mars	19-22Mars	17-21mars
Fin floraison	3-7Avr	4-9Avr	5-9Avr	4-10Avr	3-9Avr	6-12Avr	5-13Avr

Protocole de Ouenzar et al., (1998) modifié et adapté au pistachier



Récupération du broyat tube Eppendorf contenant :
600µl de SDS (20%) et
400µl d'Acétate de Sodium (3M, pH₈)

Incubation 65°C pdt 30mn

1 g de feuilles de chaque accession + Sable fin + 5ml tampon d'extraction d'extraction ou de lyse (préchauffé dans un bain-marie à 60 °C) :

(50mM Tris-HCl pH₈, 5mM EDTA pH₈, 300mM Mannitol, 0.05 % BSA, 1 % Peg₆₀₀₀ et 0.5% β-mercaptoéthanol)

Elimination de toutes traces de phénol

Après le refroidissement, la préparation va subir des déprotéinisations par 2 lavages :

Le 1^{er} avec un mélange de volumes (v/v) de chloroforme/alcool-isoamylique (24/1), suivi d'une centrifugation à 10000 trs pdt 10 mn à 4°C.

Le 2^{ème} lavage avec le mélange (v/v/v) (phénol/chloroforme/iso-amylique (25/24/1). Une 2^{ème} centrifugation (10000 trs pdt 10 mn à 4°C)

Récupération du surnageant + 1 volume d'isopropanol froid

Le culot d'ADN est lavé avec l'éthanol froid (70 %) puis séché sous vide

Le culot d'ADN desséché+ tampon TE (10mM Tris-HCl; 1mM EDTA pH_{7,4}) + la protéinase K (20µg/ml)

Incubation à 37°C pdt 30mn

Lavage avec phénol/ chloroforme/iso-amylique suivi d' une centrifugation

Incubation à -20°C pdt 1H

Centrifugation à 10000 tours pdt 20 mn à 4°C

www.themegallery.com

Différentes étapes d'extraction d'ADN

L'ADN sédimenté s'obtient par l'ajout d'un volume (1/10) de NaCl (5M) + éthanol absolu

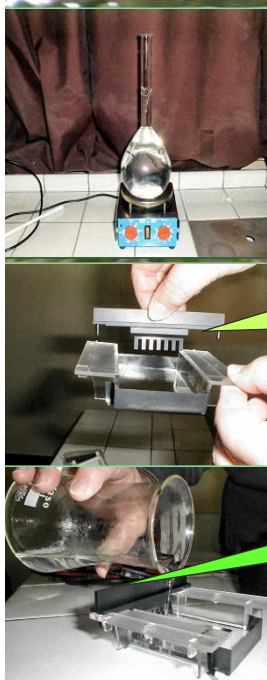
Incubation à -20°C pdt toute une nuit

Centrifugation à 10000 trs pdt 20mn à 4°C

le culot d'ADN est desséché

Solubilisé dans 200µl de TE et enfin traité avec 2 µl d'ARNase (10µg /ml) et incubé à 37°C pendant 30 mn, on le met dans le congélateur à +4°C, jusqu'à l'utilisation.

a- Préparation du gel



Dissolution à chaud d'1g d'agarose + 100ml de tampon TBE à pH 8.2

On laisse refroidir jusqu'à une T° voisine de 60°C

Préparation du moule:
Après avoir obturé les 2 extrémités du moule, on place le moule sur une surface horizontale et on dépose le peigne nécessaire à la réalisation des puits dans le gel.

On verse lentement le gel dans la cuve sans dépasser le niveau supérieur des dents du peigne.

Janvier 2013