



# Université Mohamed Boudiaf - M'sila



FACULTÉ DES SCIENCES

DÉPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

Numéro de série : .....

Numéro d'inscription : .....

## THESE

Présentée pour l'obtention du diplôme de

### DOCTORAT 3ème cycle (LMD)

**Spécialité:** Sciences Agronomiques

**Option:** Production et amélioration des plantes.

#### THÈME

**Caractérisation agronomique et moléculaire des cultivars d'abricotier  
(*Prunus armeniaca* L.), dans les régions du Hodna et de l'Aurés,  
Algérie: diversité, structure de la population et association génétique.**

Présentée Par

**Mr : ATEK Younes**

**Soutenu le : 10/03/2022**

**Devant le jury composé de :**

<b><u>Nom &amp; Prénom</u></b>	<b><u>Grade</u></b>	<b><u>Etablissement</u></b>	<b><u>Qualité</u></b>
KHALDI Mourad	Professeur	UMB-M'sila	Président
BAHLOULI Fayçal	Professeur	UMEBI-BBA	Encadreur
MARTINEZ-GOMEZ Pedro	PhD	CEBAS -CSIC. De Murcia, Espagne	Co- Encadreur
BENNIUO Ramdane	Professeur	UMB. de M'sila	Examineur
MEFTI Mohamed	Professeur	ENSA, El-Harrach Alger	Examineur

**Année Universitaire : 2021/2022**

# Dédicaces

*Je dédie ce modeste travail :*

*A Mes très chers parents, que nulle dédicace ne puisse exprimer mes sincères sentiments, et mon éternelle gratitude pour leur patience illimitée, leur encouragement continu, leur aide, et leurs grands sacrifices. Trouve ici l'expression de ma profonde gratitude. Puisse DIEU le Tout Puissant vous combler de santé, de bonheur et vous procurer une longue vie.*

*A Mes très chers frères et sœurs qui m'ont toujours soutenue et poussé à continuer mes études. Ce présent travail a pu voir le jour grâce à leur soutien. A tous leurs enfants, épouses et époux*

*A Ma très chère épouse pour sa patience et son soutien sans faille, sa grande indulgence, sa compréhension et surtout sa contribution dans le partage de stress de la recherche et de la vie quotidienne.*

*A Mes très chers enfants Safaa, Ilyes et Maroua que DIEU vous bénisse, ce travail vous est dédié.*

*A tous ceux que j'aime.*

*ATEK Younes*

## *REMERCIEMENTS*

Louanges à « **ALLAH** » le tout puissant et le miséricordieux de m'avoir donné la santé, la volonté, le courage et la patience pour mener à terme ce modeste travail.

En guise de reconnaissance j'exprime ma gratitude à Monsieur BAHLOULI Fayçal, Professeur à l'Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi de Bordj Bou Arréridj, pour sa précieuse et fructueuse contribution dans la mise en place et le suivi de mes travaux de recherche tout au long de ma thèse, pour ses conseils et critiques constructives, ses corrections, sa gentillesse et sa patience, je lui suis reconnaissant d'avoir établi le contact et initié la collaboration avec l'équipe espagnole du CEBAS-CSIC Murcie.

Mes vifs remerciements envers mon Co-encadreur Docteur Pedro MARTINEZ GOMEZ, -Directeur du laboratoire d'amélioration des plantes à Murcie Espagne, à qui Je suis particulièrement reconnaissant pour son investissement dans mes travaux de recherche et son accueil. Un grand merci d'avoir aimablement accepté de parrainer cette thèse et d'avoir veillé à sa bonne planification réalisation, et au bon avancement et à la finalisation de mes expériences.

Je voudrais exprimer mon remerciement au Professeur, KHALDI Mourad, enseignant à l'Université Mohamed Boudiaf M'sila pour l'honneur qu'il nous a accordé en acceptant de présider le jury.

Je souhaite particulièrement remercier Monsieur, BENNIOU Ramdane, Professeur à l'Université Mohamed Boudiaf M'sila pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Je tiens à remercier également Monsieur, MEFTI Mohamed, Professeur à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie El Harrach, pour voir accepté de juger ce travail.

Je souhaite tout particulièrement remercier Madame, María NICOLÁS-ALMANSA, Chercheuse au laboratoire d'amélioration des plantes Murcie Espagne, pour sa contribution à mes travaux de recherche, sa disponibilité et pour l'aide inestimable qu'elle a offert sans modération.

Je souhaiterais également remercier Monsieur, SALAZAR Juan Alfonso pour tous ses précieux conseils et à toute l'équipe du laboratoire d'amélioration des plantes à Murcie pour leur simplicité et leur joie de vivre et pour avoir fait de mes séjours à Murcie des moments inoubliables. Merci à Manolo, Jose, Teresa, Angela, Pepe, David, pour leurs conseils, décontraction et leur bonne humeur.

Mes remerciements vont aussi aux Docteurs GUENDOZ Ali, HANNACHI Abderrahmane et à toute l'équipe de l'INRAA de Sétif. Qui m'ont ouvert leur porte et ont mis tout les moyens disponibles à ma disposition, et pour leur aide, leurs conseils et leur savoir -faire dont ils m'ont toujours fait part, je remercie de même Docteur, FELLAHI Zine El Abidine enseignant à l'Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi de Bordj Bou Arréridj pour tous ses conseils pour l'analyse statistique des données.

Je tien à remercier toutes les directions administrative agricole : ministère de l'agriculture, direction des services agricoles de Batna et de M'sila pour toutes les informations statistique, ainsi que les subdivisions des six régions d'étude pour leur orientations vers les différents agriculteurs du domaine.

J'adresse mes grands remerciements aux agriculteurs des différentes régions d'études de la zone du Hodna et des Aurès pour leur accueil, gentillesse, simplicité et leur collaboration toutes au long de mes quatre années d'étude.

Enfin, je terminerai par remercier toutes personne qui de près ou de loin à contribuer à la réalisation de ce travail.

*ATEK Younes*

## TABLE DES MATIERES

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale..... 1

**Première partie : Synthèse Bibliographique**

**Chapitre I : Généralités sur l’Abricotier**

1	Taxonomie et principales espèces.....	4
2	Origine et diversité de l’abricotier.....	5
2.1	Groupe d’Asie centrale.....	5
2.2	Groupe irano-caucasien.....	5
2.3	Groupe des Européens.....	6
2.4	Groupe Dzhungar-Zailig.....	6
3	Importance Agro-Economique de la culture d’abricotier.....	7
3.1	Dans le Monde.....	7
3.1.1	Production de l’Abricot dans le monde.....	7
3.1.2	Commerce international de l’Abricot.....	9
3.2	En Algérie.....	10
3.2.1.	Place de l’abricotier dans l’arboriculture fruitière.....	10
3.2.2.	Evolution de la culture de l’Abricotier en Algérie.....	10
3.3	Dans la région du Hodna.....	12
3.3.1	Place de l’Abricotier dans l’Arboriculture fruitière au niveau de la wilaya de M’sila.....	12
3.3.2.	Evolution de la culture de l’Abricotier au niveau de la wilaya de M’sila.....	14
3.4.	Dans la région des Aurès.....	15
3.4.1.	Place de l’Abricotier dans l’Arboriculture fruitière dans la wilaya de Batna....	15
3.4.2.	Evolution de la culture de l’Abricotier au niveau de la wilaya de Batna.....	16
4.	Propriétés morphologiques de l’Abricotier .....	17
4.1.	Arbre .....	17
4.2.	Feuille.....	17
4.3.	Rameaux .....	18
4.3.1	Rameaux Courts .....	18
4.3.2	Rameaux longs .....	18
4.4.	Fleurs .....	19
4.5.	Fruits.....	19
4.6.	Noyau.....	19

4.7.	Amande .....	19
5.	Propriétés biologiques et physiologiques de l’Abricotier .....	20
5.1.	Dormance ou repos hivernal.....	20
5.2.	Levé du repos hivernal.....	20
5.3.	Croissance végétative et ramification .....	20
5.4.	Floraison.....	22
5.4.1.	Biologie florale .....	22
5.4.1.1.	Induction florale.....	23
5.4.1.2.	Différentiation florale.....	23
5.4.1.3.	Développement floral.....	23
5.4.2.	Epoque de floraison .....	23
5.4.3.	Position des Fleurs et floribondité.....	24
5.5.	Fructification.....	24
5.5.1.	Pollinisation et fécondation.....	24
5.5.2.	Nouaison du fruit .....	25
5.5.3.	Croissance et développement du fruit.....	25
5.5.4.	Maturation des fruits.....	26
5.6.	Différents Stades phénologiques chez l’abricotier .....	26
6.	Exigences de l’Abricotier.....	28
6.1.	Exigences édaphiques .....	28
6.2.	Exigences climatiques .....	28
6.3.	Exigences Hydriques .....	29
6.4.	Exigences nutritionnelles .....	30
7.	Modes de culture de l’abricotier en Algérie.....	31

## **Chapitre II : Ressources et diversité génétique de l’abricotier**

1.	Diversité génétique et son intérêt .....	32
2.	Diversité génétique de l’abricotier en Algérie .....	32
3.	Etude de la diversité génétique de l’abricotier.....	34
3.1.	Caractérisation par utilisation des marqueurs phénotypiques .....	34
3.1.1.	Caractérisation morphologique .....	35
3.1.1.1.	Caractérisation de la vigueur et le port de croissance des arbres .....	35
3.1.1.2.	Caractérisation foliaire .....	35
3.1.1.3.	Caractérisation florale.....	35
3.1.1.4.	Caractérisation des stigmates, stylet et pollen.....	35
3.1.2.	Caractérisation pomologique (qualité des fruits et Noyau) .....	35
3.1.3.	Caractérisation phénologique.....	35

3.2.	Caractérisation par utilisation de marqueurs Biochimique .....	36
3.3.	Caractérisation Par l'utilisation des marqueurs moléculaire .....	37
3.3.1.	Critère de choix d'un marqueur moléculaire .....	38
3.3.2.	Principaux types des marqueurs moléculaires .....	38
3.3.2.1.	Polymorphismes basés sur l'hybridation .....	38
3.3.2.2.	Polymorphismes basés sur la PCR .....	39
<b>Chapitre III : Compatibilité pollinique chez l'Abricotier</b>		
1.	Généralités sur la pollinisation chez l'abricotier.....	43
1.1	Fécondation et compatibilité pollinique .....	44
1.2.	Mécanisme d'Auto-incompatibilité .....	45
1.2.1.	Auto-incompatibilité gamétophytique .....	46
1.2.2.	Auto-incompatibilité sporophytique .....	47
2.	Etude de l'auto-compatibilité chez l'abricotier .....	47
2.1.	Méthode Biologique .....	48
2.1.1.	Test de l'auto-compatibilité des cultivars sur terrain par ensachage .....	48
2.1.2.	Test de l'auto-(in)compatibilité des cultivars par microscopie à fluorescence..	48
2.2.	Méthode moléculaire .....	49
<b>Deuxième partie : Matériels et méthodes et Analyse des données</b>		
<b>Chapitre I : Matériels et méthodes</b>		
1.	Matériel végétal .....	50
2.	Présentation de la zone d'étude.....	50
2.1.	Région d'étude Hodna (M'sila) .....	50
2.1.1	Site d'étude de Boukhmissa .....	50
2.1.2.	Site d'étude de Maadid .....	51
2.1.3.	Site d'étude de Khoubana .....	52
2.2.	Région d'étude des Aurès (Batna) .....	52
2.2.1	Site d'étude de Rahbat .....	52
2.2.2.	Site d'étude de Kochbi.....	53
2.2.3.	Site d'étude de Sefiane.....	54
3.	Etude climatiques.....	58
3.1.	Température.....	58
3.2.	Pluviométrie.....	60
3.3.	Diagramme ombrothermique de GAUSSEN .....	61
3.4.	Vents .....	63
3.5.	Humidité relative .....	63

4.	Caractérisation phénotypique des accessions d'abricotier .....	64
4.1.	Évaluation des caractères phénologiques .....	64
4.1.1.	Date de débourrement .....	64
4.1.2.	Date de floraison.....	65
4.1.3.	Période de développement des fruits .....	65
4.1.4.	Date de maturation.....	65
4.2.	Évaluation des caractères Pomologiques .....	65
4.2.1.	Caractérisation quantitatif sur les fruits et noyaux .....	66
4.2.1.1.	Poids moyen du fruit.....	66
4.2.1.2.	Poids moyen du noyau.....	66
4.2.1.3.	Rapport poids du fruit/poids du noyau.....	66
4.2.1.4.	Hauteur moyenne du fruit.....	66
4.2.1.5.	Largeur latérale moyenne du fruit.....	66
4.2.1.6.	Largeur ventrale moyenne du fruit .....	67
4.2.1.7.	Rapport hauteur/largeur ventrale du Fruit.....	67
4.2.1.8.	Rapport largeur latérale/largeur ventrale du Fruit.....	67
4.2.1.9.	Acidité titrable et pH du fruit.....	67
4.2.2.	Caractérisation qualitative sur les fruits et noyaux .....	68
4.2.2.1.	Couleur de fond de la peau du fruit.....	68
4.2.2.2.	Couleur de la chair du fruit.....	68
4.2.2.3.	Forme en vue ventrale du fruit .....	68
4.2.2.4.	Forme en vue latérale du fruit.....	69
4.2.2.5.	Symétrie en vue ventrale du fruit.....	69
4.2.2.6.	Suture du fruit.....	69
4.2.2.7.	Profondeur de la dépression pédonculaire du fruit.....	70
4.2.2.8.	Présence de mucron sur le fruit .....	70
4.2.2.9.	Forme de l'apex du fruit.....	70
4.2.2.10.	Surface de la peau .....	71
4.2.2.11.	Pilosité du fruit .....	71
4.2.2.12.	Brillance de la peau .....	71
4.2.2.13.	Texture de la chair .....	71
4.2.2.14.	Adhérence du noyau à la chair .....	71
4.2.2.15.	Forme en vue latérale du noyau.....	71
4.2.2.16.	Amertume.....	72
4.2.2.17.	Fermeté de la chair.....	72
4.2.2.18.	Compatibilité pollinique.....	72

4.3.	Évaluation des caractères morphologiques de l'arbre .....	72
4.3.1.	Port de l'arbre .....	72
4.3.2.	Vigueur de l'arbre .....	72
4.3.3.	Densité floral.....	72
4.3.4.	Rendement par arbre .....	73
5.	Caractérisation moléculaire des accessions d'abricotier .....	76
5.1.	Collecte des échantillons de Feuilles .....	76
5.2.	Extractions des l'ADN génomique Total .....	76
5.3.	Quantification et dilution de l'ADN génomique Total .....	76
5.4.	Amplification des l'ADN génomique Total par l'utilisation d'Amorces SSRs..	77
5.5.	Visualisation et analyse de la PCR .....	77
6.	Détermination de l'auto (in)-compatibilité chez les différentes accessions d'abricotiers au niveau de la zone du Hodna et des Aurès .....	80
6.1.	Matériel végétal .....	80
6.2.	Evaluation de l'auto (in)-compatibilité sur site .....	80
6.3.	Evaluation de l'auto-(in)compatibilité par l'identification de l'allèle S.....	81
6.3.1.	Extractions de l'ADN .....	81
6.3.2.	Identification des allèles S par analyse de la PCR .....	81
6.3.3.	Visualisation et analyse de la PCR .....	82
<b>Chapitre II : Analyse des données</b>		
1.	Analyse des données phénotypique des accessions d'abricotier .....	83
1.1.	Analyse descriptive uni variée des données phénotypiques des différentes accessions .....	83
1.2.	Analyse descriptive multidimensionnelles des données phénotypiques des différentes accessions .....	83
1.2.1.	Analyse en composante principale (ACP).....	83
1.2.2.	Analyse des correspondances multiples (ACM).....	84
1.2.3.	Classification hiérarchique ascendante (CAH).....	84
2.	Analyse de la diversité moléculaire au sein des accessions étudiées.....	85
2.1.	Analyse de la diversité moléculaire au sein des accessions .....	85
2.2.	Détermination du pouvoir de discrimination.....	85
2.3.	Analyse de la distance génétique entre les accessions et arbre phylogénétique..	85
3.	Analyse des données de détermination de l'auto (in)-compatibilité chez les différentes accessions d'abricotiers.....	85

## Troisième partie : Résultats et discussion

### Chapitre I : Caractérisation phénotypiques des accessions d'abricotier

1.	Analyse descriptive uni-variée des caractères phénotypiques des accessions d'abricotier .....	86
1.1.	Analyse descriptive uni-variée des caractères phénologiques .....	86
1.1.1.	Date de débourrement .....	86
1.1.2.	Date de floraison .....	89
1.1.3.	Date de maturation .....	91
1.1.4.	Période de développement des fruits.....	93
1.2.	Analyse descriptive uni-variée des caractères pomologiques.....	96
1.2.1.	Analyse descriptive uni-variée des caractères pomologiques quantitatifs .....	96
1.2.1.1.	Variation des différents caractères pomologiques quantitatifs selon l'origine de l'accession .....	96
1.2.1.1.1.	Variabilité du poids des fruits .....	96
1.2.1.1.2.	Variabilité du poids des noyaux .....	96
1.2.1.1.3.	Variabilité du rapport poids du fruit/ poids noyau.....	97
1.2.1.1.4.	Variabilité de la hauteur du fruit .....	98
1.2.1.1.5.	Variabilité de largeur latérale du fruit .....	98
1.2.1.1.6.	Variabilité de la largeur ventrale du fruit .....	98
1.2.1.1.7.	Variabilité du rapport hauteur/largeur ventrale du fruit .....	99
1.2.1.1.8.	Variabilité du rapport largeur latérale/largeur ventrale .....	99
1.2.1.1.9.	Variabilité de l'acidité des fruits .....	100
1.2.1.1.10.	Variabilité du pH des fruits .....	101
1.2.1.2.	Variation des différents caractères pomologiques quantitatifs selon la zone d'étude .....	102
1.2.1.2.1.	Variabilité du poids des fruits .....	102
1.2.1.2.2.	Variabilité du poids des noyaux .....	103
1.2.1.2.3.	Variabilité du rapport poids du fruit/ poids noyau.....	103
1.2.1.2.4.	Variabilité de la hauteur du fruit .....	104
1.2.1.2.5.	Variabilité de largeur latérale du fruit .....	104
1.2.1.2.6.	Variabilité de la largeur ventrale du fruit .....	104
1.2.1.2.7.	Variabilité du rapport hauteur/largeur ventrale du fruit .....	105
1.2.1.2.8.	Variabilité du rapport largeur latérale/largeur ventrale .....	105
1.2.1.2.9.	Variabilité de l'acidité des fruits .....	106
1.2.1.2.10.	Variabilité du pH des fruits .....	106
1.2.1.3.	Variation des différents caractères pomologiques selon l'année d'étude.....	108
1.2.1.3.1.	Variabilité du poids des fruits .....	108

1.2.1.3.2.	Variabilité du poids des noyaux .....	108
1.2.1.3.3.	Variabilité du rapport poids du fruit/ poids noyau.....	108
1.2.1.3.4.	Variabilité de la hauteur du fruit .....	109
1.2.1.3.5.	Variabilité de largeur latérale du fruit .....	109
1.2.1.3.6.	Variabilité de la largeur ventrale du fruit .....	109
1.2.1.3.7.	Variabilité du rapport hauteur/largeur ventrale du fruit.....	110
1.2.1.3.8.	Variabilité du rapport largeur latérale/largeur ventrale .....	110
1.2.1.3.9.	Variabilité de l'acidité des fruits .....	111
1.2.1.3.10.	Variabilité du pH des fruits .....	111
1.2.1.4.	Variation des différents caractères pomologiques selon la Région d'étude...	112
1.2.1.4.1.	Variabilité du poids des fruits .....	112
1.2.1.4.2.	Variabilité du poids des noyaux .....	113
1.2.1.4.3.	Variabilité du rapport poids du fruit/ poids noyau.....	114
1.2.1.4.4.	Variabilité de la hauteur du fruit .....	115
1.2.1.4.5.	Variabilité de largeur latérale du fruit .....	115
1.2.1.4.6.	Variabilité de la largeur ventrale du fruit .....	116
1.2.1.4.7.	Variabilité du rapport hauteur/largeur ventrale du fruit .....	117
1.2.1.4.8.	Variabilité du rapport largeur latérale/largeur ventrale .....	118
1.2.1.4.9.	Variabilité de l'acidité des fruits .....	119
1.2.1.4.10.	Variabilité du pH des fruits .....	120
1.2.1.5.	Variation des différents caractères pomologiques selon le cultivar.....	121
1.2.1.5.1.	Variabilité du poids des fruits .....	121
1.2.1.5.2.	Variabilité du poids des noyaux .....	122
1.2.1.5.3.	Variabilité du rapport poids du fruit/ poids noyau.....	123
1.2.1.5.4.	Variabilité de la hauteur du fruit .....	123
1.2.1.5.5.	Variabilité de largeur latérale du fruit .....	124
1.2.1.5.6.	Variabilité de la largeur ventrale du fruit .....	125
1.2.1.5.7.	Variabilité du rapport hauteur/largeur ventrale du fruit .....	126
1.2.1.5.8.	Variabilité du rapport largeur latérale/largeur ventrale .....	127
1.2.1.5.9.	Variabilité de l'acidité des fruits .....	128
1.2.1.5.10.	Variabilité du pH des fruits .....	129
1.2.2.	Analyse descriptive des caractères Pomologiques quantitatifs.....	130
1.2.2.1.	Couleur de fond de la peau du fruit .....	130
1.2.2.2.	Couleur de la chair du fruit .....	130
1.2.2.3.	Forme du fruit en vue ventrale .....	131
1.2.2.4.	Forme du fruit en vue latérale.....	132

1.2.2.5.	Symétrie en vue ventrale du fruit .....	133
1.2.2.6.	Suture du fruit .....	134
1.2.2.7.	Profondeur de la dépression pédonculaire du fruit .....	134
1.2.2.8.	Présence de mucron sur le fruit.....	135
1.2.2.9.	Forme de l'apex du fruit.....	135
1.2.2.10.	Surface de la peau .....	136
1.2.2.11.	Pilosité du fruit.....	137
1.2.2.12.	Brillance de la peau du fruit.....	137
1.2.2.13.	Texture de la chair .....	137
1.2.2.14.	Adhérence du noyau à la chair.....	138
1.2.2.15.	Forme en vue latérale du noyau.....	139
1.2.2.16.	Amertume de l'amande.....	139
1.3.	Analyse descriptive uni-variée des caractères morphologiques de l'arbre .....	140
1.3.1.	Analyse descriptive uni-variée des caractères morphologiques quantitatifs...	140
1.3.1.1.	Variabilité du rendement par arbre .....	140
1.3.2.	Analyse descriptive uni-variée des caractères morphologique qualitatifs .....	141
1.3.2.1.	Le port de l'arbre .....	141
1.3.2.2.	La vigueur de l'arbre.....	142
1.3.2.3.	La densité florale.....	143
2.	Analyse descriptive multidimensionnelle pour la caractérisation des accessions étudiées.....	144
2.1.	Analyse en Composantes Principales (ACP) des différentes Accessions étudiées.....	144
2.1.1.	Test de corrélation entre les variables étudiées.....	144
2.1.2.	Analyse en composante principale ACP des variables quantitatives.....	146
2.1.3.	Projection des accessions sur le plan (F1xF2) établit selon la méthode d'ACP.....	148
2.1.4.	Projection des accessions sur le plan (F1xF3) établit selon la méthode ACP	151
2.2.	Analyse factorielle des correspondances multiples(ACM) des différentes Accessions étudiées.....	153
2.2.1.	Détermination des caractères discriminants.....	153
2.2.2.	Projection des accessions sur le plan (F1xF2) établit selon la méthode ACM.....	154
2.3.	Résultat de la classification hiérarchique ascendante des accessions d'abricotier étudiées.....	157
2.3.1.	Analyse du dendrogramme des accessions étudiées établit sur le profil des caractères quantitatifs.....	157
2.3.2.	Analyse du dendrogramme des accessions étudiées établit sur le profil des caractères qualitatifs.....	161

## **Chapitre II : Caractérisation moléculaire des accessions d'abricotiers**

### **étudiées :**

1.	Polymorphisme des microsatellites .....	166
2.	Hétérozygotie génétique .....	167
3.	Identification des génotypes privés .....	169
4.	Analyse de la distance génétique entre les accessions .....	170
5.	Identification des cas d'homonymie, synonymie et de mutation au sein des accessions étudiées .....	174
6.	Association entre les caractérisations phénotypique et moléculaire .....	176

## **Chapitre III : Détermination de l'auto(in)-compatibilité chez les différentes accessions d'abricotiers étudiées:**

1.	Analyse descriptive de la variabilité des taux de nouaison au sein des accessions d'abricotier étudiées et étude de cette variabilité .....	179
1.1.	Analyse descriptive de la variabilité des taux de nouaison au sein des accessions d'abricotier étudiées.....	179
1.1.1.	Variabilité du taux de nouaison selon l'origine de l'accession et l'année d'étude.....	179
1.1.2.	Variabilité du taux de nouaison selon la zone d'étude et l'année.....	180
1.1.3.	Variabilité du taux de nouaison des fruits selon l'origine des accessions et la région d'étude .....	181
1.1.4.	Variabilité du taux de nouaison des fruits selon les cultivars .....	182
1.2.	Etude de la variabilité du taux nouaison selon l'origine des accessions, régions et année .....	183
2.	Évaluation des allèles S d'auto-compatibilité des accessions étudiées .....	184
	<b>Conclusion générale et perspective.....</b>	<b>189</b>

### **Références bibliographiques**

### **Annexes**

### **Résumé**

## Liste des abréviations

<b>°C:</b>	Degré Celsius
<b>µl :</b>	Microlitre
<b>µM :</b>	Micro molaire
<b>AA :</b>	Amertume Amande
<b>ACM :</b>	Analyse des Correspondances Multiples
<b>ACP :</b>	Analyse en Composante Principale
<b>ADN:</b>	Acide désoxyribonucléique
<b>AFC :</b>	Analyse Factorielles des Correspondances
<b>AFLP:</b>	Amplified Fragment Length Polymorphism
<b>ANC :</b>	Adhérence du Noyau à la chair
<b>ANOVA:</b>	Analyse of variance
<b>ARN :</b>	acide ribonucléique
<b>BBCH :</b>	Biologische Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft
<b>Bo :</b>	Boukhmissa
<b>BP :</b>	Brillance de Peau
<b>CA:</b>	Classe d'allèle
<b>CAH :</b>	Classification Hiérarchique Ascendante
<b>CCF:</b>	Couleur de la chair du fruit *
<b>CEBAS :</b>	Centre d'Edaphologie et de Biologie Appliquée de Segura
<b>CETAB :</b>	Cetyl tri methyl ammonium bromide
<b>CM:</b>	Carré moyen
<b>CM:</b>	Centimorgans
<b>CPF:</b>	Couleur de la peau du fruit
<b>CRA :</b>	Companion to Applied Regression
<b>CU:</b>	Chill units
<b>DDB:</b>	Date de débourrement
<b>ddl:</b>	Degré de liberté
<b>DeF :</b>	Densité Florale
<b>DF:</b>	Date de Floraison
<b>DJ:</b>	Date julienne
<b>DMF:</b>	Date de maturation du fruit
<b>DNTp:</b>	Désoxyribo nucléoside triphosphate
<b>DSA:</b>	Direction des services agricole
<b>EMM</b>	Estimation des Moyenne Marginales
<b>ET:</b>	Écart type
<b>Fa :</b>	Fréquence allélique
<b>Fact :</b>	Facteur
<b>FAF :</b>	Forme de l'Apex du Fruit
<b>FAO:</b>	Food and Agriculture Organization
<b>FC :</b>	Fermeté de la Chair
<b>Fis :</b>	Indice de fixation
<b>FVLF:</b>	Forme en vue latérale du fruit
<b>FVLN :</b>	Forme en Vue Latérale du noya
<b>FVVF:</b>	Forme en vue ventrale du fruit
<b>G:</b>	Génotype
<b>GDH:</b>	Growing Degree. Hours
<b>GDS:</b>	distances génétiques standard
<b>GL:</b>	Groupe de liaison
<b>GPGD:</b>	Phosphogluconate dehydrogenase

<b>GSI:</b>	Gametophytic self-incompatibility
<b>ha :</b>	Hectare
<b>He :</b>	Hétérozygotie attendue
<b>HF/LVF:</b>	Hauteur du fruit/Largeur ventrale du fruit
<b>HF:</b>	Hauteur du fruit
<b>Ho :</b>	Hétérozygotie observée
<b>HR:</b>	Humidité relative
<b>IS :</b>	Issue du greffage
<b>ISSR:</b>	Inter Simple Sequence Repeat
<b>Kb :</b>	Kilo base
<b>kg:</b>	Kilogramme
<b>Kh :</b>	Khoubana
<b>Km:</b>	Kilomètre
<b>Km2:</b>	Kilomètre carré
<b>Lat:</b>	Latitude
<b>LLF/LVF:</b>	Largeur latérale du fruit/largeur ventrale du fruit
<b>LLF:</b>	Largeur latérale du fruit
<b>Long:</b>	Longitude
<b>LVF:</b>	Largeur ventrale du fruit
<b>M :</b>	Mucron
<b>Ma :</b>	Maadid
<b>MADR:</b>	Ministère de l'agriculture et du développement rural
<b>MAF :</b>	Fréquence de l'allèle majeur
<b>MDH:</b>	Malate DeHydrogenase
<b>MEGA :</b>	Molecular Evolutionary Genetics Analysis
<b>meq:</b>	Milliéquivalent
<b>mg:</b>	Milligramme
<b>min :</b>	Minute
<b>ml:</b>	Millilitre
<b>mM:</b>	Milli molaire
<b>mm:</b>	Millimètre
<b>N:</b>	Normalité
<b>NA :</b>	Nombre d'allèles
<b>NAHD:</b>	Nombre d'accessions homonyme distingués
<b>NG:</b>	Nombre de génotypes
<b>ng/µl :</b>	Nanograms/microliters
<b>P:</b>	Probabilité
<b>PA:</b>	Port de l'arbre
<b>Pb :</b>	Paire de base
<b>PCR:</b>	Polymerase Chain Reaction
<b>PD :</b>	Pouvoir de Discrimination
<b>PDF::</b>	Période de développement du fruit
<b>PDPF:</b>	Profondeur de la dépression pédonculaire
<b>PF :</b>	Pilosité du Fruit
<b>PF/PN:</b>	Poids du fruit/Poids du noyau
<b>PF:</b>	Poids du fruit
<b>PGM:</b>	PhosphoGlucoMutase
<b>pH:</b>	potentiel hydrogène
<b>Pi :</b>	Fréquence du ième génotype
<b>PN:</b>	Poids du noyau

<b>PNDAR:</b>	Plan National de Développement Agricole et Rural
<b>PPT:</b>	Précipitation
<b>PPV:</b>	Plum Pox Virus
<b>QTL:</b>	Quantitative traits loci (loci des caractères quantitatifs).
<b>Qx:</b>	Quintaux
<b>Ra :</b>	Rahbat
<b>RAPD:</b>	Random Amplified Polymorphic DNA
<b>RDT:</b>	Rendement
<b>RFLP:</b>	Restriction Fragment Length Polymorphism
<b>S :</b>	Spontanée
<b>S F-box :</b>	S- haplotype specific F-box
<b>SAM:</b>	Sélection assisté par les marqueurs
<b>SAU:</b>	Surface agricole utile
<b>SC:</b>	Self-Compatible
<b>SCR:</b>	S-locus cysteine-rich protein
<b>Se :</b>	Sefiane
<b>SF:</b>	Suture du fruit
<b>SI:</b>	self-Incompatible
<b>SNP :</b>	Single nucleotide polymorphism
<b>SP :</b>	surface de la peau
<b>SRK:</b>	S-locus receptor kinase
<b>S-RNase :</b>	S-RiboNucléase
<b>SSI:</b>	Sporophytic Self-Incompatibility
<b>SSR :</b>	Simple Sequence Repeats
<b>SST:</b>	Sucres Solubles Totaux
<b>STR:</b>	Short Tandem Repeats
<b>SVV:</b>	Symétrie en vue ventrale
<b>TA:</b>	Taux d'acidité
<b>TAE :</b>	Tris acetate EDTA
<b>TBE:</b>	Tris borate EDTA
<b>TC :</b>	Texture de la Chair
<b>TMM:</b>	Température mensuelle moyenne
<b>TN:</b>	Température minimale
<b>TN:</b>	Taux de nouaison
<b>TX:</b>	Température maximale
<b>UC:</b>	Unité de croissance
<b>USAID:</b>	United States Agency for International Development
<b>UV:</b>	Ultra violet
<b>V:</b>	Volt
<b>VA:</b>	Vigueur de l'arbre
<b>Vol:</b>	Volume
<b>WWF:</b>	World Wide Fund for Nature

## Liste des figures

### Première Partie

<b>Figure 1:</b>	Pourcentage de la production mondiale en Abricots frais par région.....	7
<b>Figure 2:</b>	Aires de répartition de la culture d'abricotier et la quantité de production moyenne d'abricots frais dans le monde (1994-2019) .....	9
<b>Figure 3:</b>	Superficie récoltée par espèces fruitières en Algérie .....	10
<b>Figure 4:</b>	Évolution de la culture de l'abricotier en Algérie durant la période 2000-2019	11
<b>Figure 5:</b>	Volumes de production par espèces fruitières à M'sila en 2020.....	13
<b>Figure 6:</b>	Evolution de la culture de l'Abricotier au niveau de la wilaya de M'sila durant la période 2010 à 2020 .....	14
<b>Figure 7:</b>	Evolution de la culture de l'Abricotier au niveau de la région des Aurès durant la période .....	17
<b>Figure 8:</b>	Abricotiers : arbre (A), feuille (B) .....	18
<b>Figure 9:</b>	Les différents types de rameaux d'Abricotiers .....	18
<b>Figure 10:</b>	Abricotiers : fleurs (A), fruits (B), Noyau (C), Amande(D).....	19
<b>Figure 11:</b>	Organisation des pousses annuelles chez l'abricotier.....	22
<b>Figure 12:</b>	Les différents stades phénologiques de l'abricotier établi selon les stades repère de Baggiolini (1952) .....	27
<b>Figure 13:</b>	Types de Pollinisation chez les espèces fruitières .....	44
<b>Figure 14:</b>	Formation du tube pollinique et la double fécondation.....	45
<b>Figure 15:</b>	Mécanisme de l'auto-incompatibilité génétique .....	47
<b>Figure 16:</b>	Structure schématique du locus S de l'abricot et sites d'hybridation des amorces .....	49

### Deuxième partie

<b>Figure 17:</b>	Site d'étude Boukhmissa, M'sila.....	51
<b>Figure 18:</b>	Site d'étude Maadid, M'sila.....	51
<b>Figure 19:</b>	Site d'étude Khoubana, M'sila.....	52
<b>Figure 20:</b>	Site d'étude Rahbat, Batna.....	53
<b>Figure 21:</b>	Site d'étude Kochbi (Ouled Si Slimane), Batna.....	53
<b>Figure 22:</b>	Site d'étude Sefiane (N'gaous), Batna.....	54
<b>Figure 23:</b>	Répartition des différentes accessions étudiées (Issues du greffage, Spontanées) au niveau des différents sites expérimentaux dans les Régions du Hodna et des Aurès. ....	56
<b>Figure 24:</b>	Diagramme Ombrothermique de la wilaya de M'sila (2017-2020).....	62
<b>Figure 25:</b>	Diagramme Ombrothermique de la wilaya de Batna (2017-2020).....	62
<b>Figure 26:</b>	Hauteur et largeur de la vue latérale du fruit d'abricotier.....	66
<b>Figure 27:</b>	Largeur de la vue ventrale du fruit d'abricotier .....	67
<b>Figure 28:</b>	Forme du fruit des différentes accessions d'abricotiers (vue ventrale).....	68
<b>Figure 29:</b>	Forme des fruits des différentes accessions d'abricotiers (vue latérale).....	69
<b>Figure 30:</b>	Symétrie en vue ventrale du fruit chez les différentes accessions d'abricotier.....	69
<b>Figure 31:</b>	Suture en vue ventrale du fruit chez les différentes accessions d'abricotier.....	70

<b>Figure 32:</b> Vue de dessus montrant la présence ou l'absence du mucron chez les différentes accessions d'abricotier.....	70
<b>Figure 33:</b> Différents formes de l'apex en coupe transversale latérale chez l'abricot.....	71
<b>Figure 34:</b> Différents formes du noyau en vue latérale chez les différentes accessions d'abricotiers étudiées.....	72
<b>Figure 35:</b> Différents ports de l'arbre chez l'abricotier.....	73
<b>Figure 36:</b> Evaluation de l'auto(in)-compatibilité par ensachage des rameaux.....	80

### **Troisième partie**

<b>Figure 37:</b> Distribution de fréquence des accessions étudiées pour la date de débourrement des années combinées(2017-2018-2019-2020).....	87
<b>Figure 38:</b> Proportion des accessions étudiées selon la précocité en date de débourrement.	88
<b>Figure 39:</b> Proportions des accessions spontanées selon leurs précocités en date de débourrement.....	88
<b>Figure 40:</b> Proportions des accessions issues de greffage selon leurs précocités en date de débourrement.....	88
<b>Figure 41:</b> Distribution de fréquence des accessions étudiées pour la date de floraison des années combinées (2017-2018-2019-2020).....	89
<b>Figure 42:</b> Pourcentage des accessions étudiées selon leur précocité en date de floraison...	90
<b>Figure 43:</b> Proportions des accessions spontanées selon leurs précocités en date de floraison.....	90
<b>Figure 44:</b> Proportions des accessions issues du greffage selon leurs précocités en date de floraison..	91
<b>Figure 45:</b> Distribution de fréquence des accessions étudiées pour la date de maturation des années combinées (2017-2018-2019-2020).....	92
<b>Figure 46:</b> Pourcentage des accessions étudiées selon leurs précocités en date de maturation .....	92
<b>Figure 47:</b> Proportions des accessions spontanées selon leurs précocités en date de maturation.....	93
<b>Figure 48:</b> Proportions des accessions issues du greffage selon leurs précocités en date de maturation. ....	93
<b>Figure 49:</b> Distribution des fréquences des accessions étudiées pour la période de développement du fruit des années combinées (2017-2018-2019-2020).....	94
<b>Figure 50:</b> Pourcentage des accessions étudiées selon leur précocité en période de développement des fruits.....	95
<b>Figure 51:</b> Proportions des accessions spontanées selon leurs précocités en période de développement des fruits.....	95
<b>Figure 52:</b> Proportions des accessions issues de greffage selon leurs précocités en en période de développement des fruits.....	96
<b>Figure 53:</b> Poids moyen des fruits et des noyaux selon l'origine de l'accession.....	97
<b>Figure 54:</b> Rapport poids du fruit/ poids noyau moyen selon l'origine de l'accession.....	97
<b>Figure 55:</b> Hauteur, largeur latérale et largeur ventrale moyenne du fruit selon l'origine de l'accession.....	99

<b>Figure 56:</b>	Rapport hauteur/largeur ventrale et rapport largeur latérale/largeur ventrale moyen du fruit selon l'origine de l'accession.....	100
<b>Figure 57:</b>	Taux d'acidité moyenne des fruits selon l'origine de l'accession.....	101
<b>Figure 58:</b>	pH moyen des fruits selon l'origine de l'accession.....	101
<b>Figure 59:</b>	Poids moyen des fruits et des noyaux selon la zone d'étude.....	103
<b>Figure 60:</b>	Rapport poids du fruit/poids du noyau selon la zone d'étude.....	104
<b>Figure 61:</b>	Hauteur, largeur latérale et largeur ventrale moyenne du fruit selon la zone d'étude .....	105
<b>Figure 62:</b>	Rapport hauteur/largeur ventrale et rapport largeur latérale/largeur ventrale moyen du fruit selon la zone d'étude.....	106
<b>Figure 63:</b>	Taux d'acidité moyenne des fruits selon la zone d'étude.....	106
<b>Figure 64:</b>	Poids moyen des fruits et des noyaux selon l'année d'étude.....	108
<b>Figure 65:</b>	Rapport poids du fruit/poids du noyau moyen selon l'année d'étude.....	109
<b>Figure 66:</b>	Hauteur, largeur latérale et largeur ventrale moyenne du fruit selon l'année d'étude .....	110
<b>Figure 67:</b>	Rapport hauteur/largeur ventrale et rapport largeur latérale/largeur ventrale moyen du fruit selon l'année d'étude. ....	110
<b>Figure 68 :</b>	pH moyen du fruit selon l'année d'étude.....	111
<b>Figure 69 :</b>	Diagramme en boîte à moustache de la variabilité du poids des fruits selon la région d'étude.. ....	113
<b>Figure 70 :</b>	Diagramme en boîte à moustache de la variabilité du poids des noyaux selon la région d'étude. ....	113
<b>Figure 71 :</b>	Diagramme en boîte à moustache de la variabilité du rapport poids du fruit/poids noyau selon la région d'étude. ....	114
<b>Figure 72 :</b>	Diagramme en boîte à moustache de la variabilité de la Hauteur du fruit selon la région d'étude. ....	115
<b>Figure 73 :</b>	Diagramme en boîte à moustache de la variabilité de la largeur latérale du fruit selon la région d'étude.....	116
<b>Figure 74 :</b>	Diagramme en boîte à moustache de la variabilité de la largeur ventrale du fruit selon la région d'étude. ....	117
<b>Figure 75 :</b>	Diagramme en boîte à moustache de la variabilité du rapport hauteur/largeur ventrale du fruit selon la région d'étude. ....	117
<b>Figure 76 :</b>	Diagramme en boîte à moustache de la variabilité du rapport largeur latérale/largeur ventrale du fruit selon la région d'étude. ....	118
<b>Figure 77 :</b>	Diagramme en boîte à moustache de la variabilité de l'acidité des fruits selon la région d'étude. ....	119
<b>Figure 78 :</b>	Diagramme en boîte à moustache de la variabilité du pH des fruits selon la région d'étude. ....	120
<b>Figure 79 :</b>	Diagramme en boîte à moustache de la variabilité du poids des fruits selon le cultivar. ....	121

<b>Figure 80:</b>	Diagramme en boite à moustache de la variabilité du poids des noyaux selon le cultivar. ....	122
<b>Figure 81:</b>	Diagramme en boite à moustache de la variabilité du rapport poids du fruit/poids noyau selon le cultivar. ....	123
<b>Figure 82:</b>	Diagramme en boite à moustache de la variabilité de la Hauteur du fruit selon le cultivar. ....	124
<b>Figure 83:</b>	Diagramme en boite à moustache de la variabilité de la largeur latérale du fruit selon cultivar. ....	125
<b>Figure 84:</b>	Diagramme en boite à moustache de la variabilité de la largeur ventrale du fruit selon cultivar. ....	126
<b>Figure 85:</b>	Diagramme en boite à moustache de la variabilité du rapport hauteur/largeur ventrale du fruit selon cultivar. ....	127
<b>Figure 86:</b>	Diagramme en boite à moustache de la variabilité du rapport largeur latérale/largeur ventrale du fruit selon cultivar. ....	127
<b>Figure 87:</b>	Diagramme en boite à moustache de la variabilité de l'acidité des fruits selon cultivar. ....	128
<b>Figure 88:</b>	Diagramme en boite à moustache de la variabilité du pH des fruits selon cultivar. ....	129
<b>Figure 89:</b>	Distribution des accessions Spontanées et Issue de greffage selon la couleur de fond de la peau du fruit. ....	130
<b>Figure 90:</b>	Distribution des accessions Spontanées et Issue de greffage selon la couleur de la chair du fruit. ....	131
<b>Figure 91:</b>	Distribution des accessions Spontanées et Issue de greffage selon la forme du fruit en vue ventrale. ....	132
<b>Figure 92:</b>	Distribution des accessions Spontanées et Issues de greffage selon la forme du fruit en vue latérale.....	132
<b>Figure 93:</b>	Distribution des accessions Spontanées et Issues de greffage selon la symétrie en vue ventrale du fruit. ....	133
<b>Figure 94:</b>	Distribution des accessions Spontanées et Issues de greffage selon la suture du fruit. ....	134
<b>Figure 95:</b>	Distribution des accessions Spontanées et Issues de greffage selon la Profondeur de la dépression pédonculaire du fruit.....	135
<b>Figure 96:</b>	Distribution des accessions Spontanées et Issues de greffage selon la présence ou l'absence du mucron sur le fruit. ....	135
<b>Figure 97:</b>	Distribution des accessions Spontanées et Issues de greffage selon la forme de l'apex du fruit ....	136
<b>Figure 98:</b>	Distribution des accessions Spontanées et Issues de greffage selon la Surface de la peau du fruit. ....	136
<b>Figure 99:</b>	Distribution des accessions Spontanées et Issues de greffage selon la brillance de la peau du fruit.....	137
<b>Figure 100:</b>	Distribution des accessions Spontanées et Issues de greffage selon la texture de la chair. ....	138
<b>Figure 101:</b>	Distribution des accessions Spontanées et Issues de greffage selon l'adhérence du noyau à la chair du fruit. ....	138

<b>Figure 102:</b> Distribution des accessions Spontanées et Issues de greffage selon forme en vue latérale du noyau. ....	139
<b>Figure 103:</b> Distribution des accessions Spontanées et Issues de greffage selon amertume de l'amande. ....	140
<b>Figure 104:</b> Variabilité du rendement moyen par arbre selon l'origine de l'accession.....	141
<b>Figure 105:</b> Distribution des accessions Spontanées et Issues de greffage selon Le port de l'arbre. ....	142
<b>Figure 106:</b> : Distribution des accessions Spontanées et Issues de greffage selon la vigueur de l'arbre. ....	142
<b>Figure 107:</b> Distribution des accessions Spontanées et Issues de greffage selon la densité Florale. ....	143
<b>Figure 108:</b> Tracé montrant les corrélations des 16 variables quantitatives sur le plan F1 et F2.....	146
<b>Figure 109:</b> Projection des accessions sur le plan factoriel F1 et F2 (méthode ACP).....	150
<b>Figure 110:</b> Projection des accessions sur le plan factoriel F1 et F3 (méthode ACP).	152
<b>Figure 111:</b> Projection des accessions sur le plan (F1xF2) établi selon la méthode ACM....	156
<b>Figure 112:</b> Dendrogramme du regroupement des quatre-vingt-quatre accessions (huit cultivars) basé sur les deux premiers axes factoriels de l'ACP (variables quantitatives sans effets variables stades phénologiques).....	160
<b>Figure 113:</b> Dendrogramme du regroupement des quatre-vingt-quatre accessions basé sur les trois axes factoriels de l'ACM (variables qualitatives).....	165
<b>Figure 114:</b> Dendrogramme NJ basé sur l'indice de Jaccard, illustrant les relations entre les accessions d'abricotier étudiées avec les marqueurs SSR. Les numéros en dessous des branches représentent les valeurs de bootstrap (en rouge les accessions spontanées et en noir les accessions issues du greffage).....	173
<b>Figure 115:</b> Diagramme en boîte à moustache de la variabilité des taux de nouaisons selon l'origine des accessions et l'année d'étude. ....	179
<b>Figure 116:</b> Diagramme en boîte à moustache de la variabilité des taux de nouaisons selon la zone d'étude et l'année d'étude. ....	180
<b>Figure 117:</b> Diagramme en boîte à moustache de la variabilité du taux de nouaison des fruits selon l'origine de l'accession et la région d'étude. ....	181
<b>Figure 118:</b> Diagramme en boîte à moustache de la variabilité du taux de nouaison des fruits selon cultivar. ....	182
<b>Figure 119:</b> Diagramme en boîte à moustache des taux de nouaison des fruits en fonction de l'interaction Région x Année. ....	184
<b>Figure 120:</b> Amplification par PCR chez 84 génotypes algériens et 8 cultivars d'abricots témoins à l'aide d'amorces spécifiques SFBC/SFB8, APRFBC8-F et APRFBC8-R, pour l'identification et la différenciation des allèles Sc et S8.....	185

## Liste des tableaux

### Première Partie

<b>Tableau 1:</b>	Comparaison entre les Schémas de classification d'abricotier suggérés par Rehder (1940) et Lingdi et Bartholomew (2003).....	4
<b>Tableau 2:</b>	Groupes éco-géographiques et sous-groupes régionaux d'abricotier ordinaires tels que définis par Kostina (1969). ....	6
<b>Tableau 3:</b>	Liste des plus grands pays producteurs d'abricot au niveau mondial.....	8
<b>Tableau 4:</b>	Principales communes Productrice d'abricots dans la région du Hodna en 2020.....	12
<b>Tableau 5:</b>	Productions et superficies des différentes Espèces fruitière au niveau de la Région du Hodna en 2020 (DSA M'sila, 2020)	13
<b>Tableau 6:</b>	Principales communes Productrice d'abricots dans la région des Aurès en 2020.....	15
<b>Tableau 7:</b>	Production et superficie totale des différentes Espèces fruitière au niveau de la Région des Aurès en 2020.....	16

### Deuxième partie

<b>Tableau 8:</b>	Liste des cultivars d'abricotiers étudiés au niveau des régions du Hodna et de l'Aurès.....	55
<b>Tableau 9:</b>	Liste des 84 accessions d'abricotiers étudiés au niveau de la zone du Hodna et des Aurès.....	57
<b>Tableau 10:</b>	Température mensuelle moyenne (°C), température maximale et minimale enregistrées durant les quarts années d'étude (2017-2020) au niveau des wilayas de M'sila et Batna. ....	59
<b>Tableau 11:</b>	Pluviométrie mensuelle (mm) au cours des quatre années d'étude (2017-2020) au niveau des wilayas de M'sila et Batna.....	60
<b>Tableau 12:</b>	Vitesse du vent mensuelle (m/s) au cours des quatre années d'étude (2017-2020) au niveau des wilayas de M'sila et Batna. ....	63
<b>Tableau 13:</b>	Humidité relative (%) au cours des quatre années d'étude (2017-2020) au niveau des wilayas de M'sila et Batna. ....	64
<b>Tableau 14:</b>	Liste des 37 caractères phénotypique utilisés pour l'analyse de la variabilité des 84 accessions d'abricots algérien. ....	74
<b>Tableau 15:</b>	Origine des 10 marqueurs microsatellites testés, leur groupe de liaison (GL), la position génétique en centimorgans (CM), la position physique au niveau du génome de référence des <i>Prunus</i> (Peach v1.0), le trait morphologique lié au QTL et les références.....	78
<b>Tableau 16:</b>	Amorces utilisées pour l'identification des allèles S chez les différentes accessions d'abricotiers. ....	81

### Troisième patrie

<b>Tableau 17:</b>	Résumé de l'analyse descriptive des caractères phénologiques étudiés selon l'origine de l'accession. ....	86
<b>Tableau 18</b>	Résumé de l'analyse descriptive des caractères pomologiques quantitatifs étudiés selon l'origine de l'accession.....	102
<b>Tableau 19</b>	Résumé de l'analyse descriptive des caractères pomologiques quantitatifs étudiés selon la zone d'étude.....	107
<b>Tableau 20</b>	Résumé de l'analyse descriptive des caractères pomologiques quantitatifs étudiés selon l'année d'étude. ....	112
<b>Tableau 21</b>	Analyse descriptive du caractère rendement moyen par arbre selon l'origine de l'accession.....	141
<b>Tableau 22</b>	Matrice de Corrélation pour les 16 variables (04 phénologiques, 11 pomologiques et 01 morphologique de l'arbre) utilisées pour la caractérisation des 84 accessions d'abricotier dans les zones du Hodna et des Aurès.....	145
<b>Tableau 23</b>	Résultats de l'analyse de l'ACP sur les cinq axes principaux.....	147
<b>Tableau 24</b>	Paramètres statistiques de chaque facteur principal généré par l'ACM .....	153
<b>Tableau 25</b>	Corrélation des variables qualitatives avec les principaux axes générés par l'ACM.....	154
<b>Tableau 26</b>	Les paramètres de la diversité moléculaire des 10 marqueurs microsatellite utilisées dans l'analyse de la diversité génétique chez les 84 accessions d'abricotier..	167
<b>Tableau 27</b>	Hétérozygotie observée(Ho) pour les différents génotypes d'abricotier analysés....	168
<b>Tableau 28</b>	Liste des différents génotypes privés généré par les dix locus utilisés.....	169
<b>Tableau 29</b>	Liste des différentes accessions étudiées présentant des cas d'homonymie, synonymie et de mutation.....	178
<b>Tableau 30</b>	Analyse de la variance (ANOVA) du taux de nouaison.....	183
<b>Tableau 31</b>	Liste des accessions testées pour l'identification de l'allèle S.....	186

**INTRODUCTION**

---

**GENERALE**

## **Introduction générale**

L'abricot est l'un des fruits à noyau le plus cultivé dans le monde (Hurtado et al, 2002), il appartient à la famille de Rosacées, du genre *Prunus* L., sous-genre *Prunophora* Focke (Yilmaz *et al.*, 2012), originaire de Chine et d'Asie centrale, du Tien Shan au Cachemire (Ruiz *et al.*, 2011). Ces régions sont également deux centres principaux de domestication des cultivars d'abricot avec le Proche-Orient (de l'Iran à la Turquie), qui sont également décrits comme étant les centres d'origines et de diversifications secondaires (Faust *et al.*, 1998). Au cours des 20 dernières années, la production mondiale a augmenté de 85%, principalement en raison des grandes plantations effectuées en Asie (Turquie, Iran, Pakistan et Ouzbékistan) et en Afrique (Algérie, Maroc et Égypte) (Bendif *et al.*, 2017).

L'Algérie est considérée parmi les principaux pays producteurs d'abricotier dans le monde. Elle occupe le 5<sup>ème</sup> rang à l'échelle mondiale, le premier pays producteur dans la zone arabe et le leader à l'échelle du continent Africain avec une production qui avoisine les 209 204 T au cours de l'année 2019 (FAO STAT, 2019). L'abricotier possède une place privilégiée dans la vie des agriculteurs, vue la superficie qu'il occupe et son importance dans le marché national, c'est l'espèce fruitière la plus cultivée devant le pommier, le poirier et le pêcher (Bahlouli *et al.*, 2008).

La collecte et la caractérisation du matériel génétique constituent les étapes préliminaires essentielles au lancement d'un programme de sélection pour la diversité (Caliskan, 2012). Traditionnellement, la collecte et la caractérisation du germoplasme a été effectuées en décrivant des caractéristiques phénologiques, pomologiques et morphologiques telles que la vigueur et le port de croissance des arbres (Badenes *et al.*, 1998; Asma et Ozturk, 2005) la qualité des fruits (Crossa-Raynaud & Audergon, 1991; Parolari *et al.*, 1992 ; Badenes *et al.*, 1998) ; la feuille (Karmani et Bouzari, 2013), le noyau (Faust *et al.*, 1998 ; Malik *et al.*, 2010), la fleur (Rodrigo et al., 2005 ; Demirtas *et al.*, 2010), les stigmates et les Stylus (Viti *et al.*, 2000) et le pollen (Dezhong et al., 1995 ; Arzani et al. 2005). Elle constitue la première approche dans la description et la classification des germoplasmes (Weerakoon et Somaratne, 2011).

Cette caractérisation est complétée par l'utilisation des marqueurs génétiques qui pourraient constituer un choix approprié pour étudier et préserver la diversité de tout matériel génétique (Bhat *et al.*, 2010). La technologie des marqueurs moléculaires est devenue un outil essentiel pour la caractérisation moléculaire des espèces végétales. À partir de la fin des années quatre-vingt, l'utilisation de marqueurs basés sur la PCR a augmenté les opportunités pour la caractérisation moléculaire et la cartographie des populations dans un large éventail d'espèces de plantes, y compris les cultures fruitières (Campoy *et al.*, 2010).

En 1846, Hardy a énuméré la présence de 23 variétés d'abricotier cultivées à la Pépinière Centrale du Gouvernement à Alger, d'autre part l'ITAF (1993) a divisé l'espèce en deux groupes dont 7 variétés appartenant au groupe d'Afrique du nord (algériennes et tunisiennes) et 7 variétés européennes (INRAA, 2006). En réalité ceci ne reflète pas le nombre réel des cultivars dispersés à travers tous le pays, vue que le nombre de variétés autorisées à la production et la commercialisation est de 38 variétés (MADR, 2011 ; MADR, 2013 ; MADR, 2017 ; MADR, 2018), Malheureusement cette diversité variétale est négligée et exposée à des menaces d'érosion génétique, où le nombre de cultivars cités par Hardy en 1846 est supérieur à celle actualisée par le MADR (2011), cette érosion est due en grande partie au remplacement d'anciennes variétés par des variétés améliorées (El Gazzah et Chalabi, 1995).

De ce fait, pour conserver et valoriser la diversité génétique de ces cultivars, il est nécessaire de connaître, d'identifier et d'évaluer les ressources existantes. C'est dans ce contexte que notre étude s'inscrit. En fait, plusieurs travaux ont été menés sur la diversité morphologique (Benaziza et Lebid., 2007; Bahlouli *et al.*, 2011; Benaziza, 2011; Benamor et meghrabi, 2013 ; Barka, 2015 ; Bahlouli *et al.*, 2016 ; Benmehaia R., 2016 ; Benaziza et makhloula, 2017 ; Bendif et al., 2017 ;Elbagore H.,2017) et moléculaire (Bahlouli et al., 2016) de quelques cultivars d'abricotier, mais cela reste insuffisant comparant à la diversité existante en Algérie.

Dès lors, notre premier objectif est de contribuer à l'étude de quatre vingt quatre accessions d'abricotiers issue du greffage et spontanées au niveau des régions du Hodna et de l'Aurès, considérés comme étant les deux zones les plus productives et représentatives du pays (MADR, 2019). Cette étude est basée sur la caractérisation des traits phénologiques, pomologiques et morphologiques des différentes accessions en utilisant les marqueurs morphologiques et pomologiques décrits dans le descripteur international de l'UPOV (2007), et suivant les repères des stades phénologiques établis par Baggionili (1952), et selon l'échelle BBCH (Meier *et al.*, 2001). Elle permet d'une part de détecter les types de relations existantes entre les différentes variables étudiées, d'évaluer la variabilité présente entre les accessions et d'extraire les caractères les plus discriminants et les plus importants qui peuvent être utiles pour la classification et la caractérisation des cultivars d'abricotier d'autre part. Cela permettrait ainsi d'identifier les cultivars les plus intéressants et les plus prometteurs.

Cependant, la caractérisation agro-morphologique en elle-même est insuffisante pour résoudre les problèmes d'identification variétale, du fait de la confusion au niveau des nominations donnés aux cultivars qui varient d'une région à une autre, cette confusion a mené à la présence de beaucoup de cas d'homonymie et de synonymie.

Pour remédier à ce problème un deuxième objectif a été tracé afin de renforcer le travail d'identification variétale, cela n'est possible que par l'utilisation des marqueurs moléculaires SSRs liés à des caractères d'intérêts agronomiques, qui permettra non seulement l'identification variétale, mais aussi la révélation du profil génétique de chaque cultivar, l'évaluation de la diversité génétique au sein de ces accessions et l'établissement du lien de parenté entre les différents cultivars étudiés ce qui contribue à une étude comparative de la diversité moléculaire (en utilisant 10 marqueurs moléculaires SSRs) et de la diversité morphologique (37 traits) entre les accessions spontanées et ceux issues du greffage. La connaissance de la variabilité génétique, constitue donc la première étape pour la conservation et l'amélioration des caractéristiques variétales sans elle, aucune amélioration ne peut être amorcée.

L'auto-incompatibilité gamétophytique est régie par le locus S, qui existe chez les espèces de *Prunus*, y compris l'abricotier, afin de protéger l'autopollinisation des fleurs. La connaissance des génotypes S des cultivars d'abricotier est essentielle à la création de vergers productifs, en définissant les combinaisons de cultivars compatibles (Herrera *et al.*, 2018). Ainsi un troisième objectif a été tracé afin d'identifier les allèles S chez les accessions d'abricotiers algériens : spontanées et issues du greffage à l'aide de marqueurs SSR et en parallèle d'évaluer l'auto-compatibilité de ces accessions par ensachage des rameaux en plein champs sous les conditions du terrain jusqu'à la nouaison.

Le présent document comprend ce qui suit :

- Une première partie est consacrée à une synthèse bibliographique sur l'espèce *Prunus arméniaca* L., elle comprend trois chapitres dont le premier décrit des généralités sur l'abricotier (taxonomie, origine, importance économique, morphologie, biologie, exigences ...etc), le deuxième aborde l'étude de sa diversité génétique à travers la caractérisation par l'utilisation des différents types de marqueurs phénotypiques, biochimiques et moléculaires et le troisième chapitre présente quelques notions de base sur la compatibilité pollinique chez l'Abricotier (généralité, mécanisme, étude de l'auto-compatibilité... etc).
- La deuxième partie présente le matériel végétal utilisé, les données, les méthodes d'analyses statistiques et moléculaires, ainsi qu'une liste de descripteurs phénotypiques.
- Une troisième partie concernant les résultats obtenus, et leurs discussions.

Et enfin, une conclusion générale qui résume les différents résultats et perspectives de ce travail.

**1<sup>e</sup> partie :**

---

**Synthèse Bibliographique**

# **Chapitre I : Généralités sur l'Abricotier**

---

## Chapitre I : Généralités sur l'Abricotier

### 1. Taxonomie et principales espèces :

L'abricot est un fruit délicieux ayant une saveur caractéristique et agréable. Il est consommé frais ou en cours de traitement (en conserve), séché ou congelé. Il appartient à la Classe des Magnoliopsida, sous classe des Rosidae ou Dialypétales, Ordre des Rosales, la famille des Rosaceae, à la sous-famille des Prunoideae ou Amygdaloideae, au genre *Prunus* L., au sous-genre *Prunophora* (Neck) Focke et à la section *Armeniaca* (Lam.) Koch (Layne *et al.*, 1995).

Les premières descriptions botaniques des différentes espèces d'abricotiers étaient principalement basées sur la forme des feuilles et la pubescence, et ces caractères n'étaient pas toujours cohérents entre les spécimens. La classification de Rehder (1940) distingue les prunes des abricots sur la base de la pubescence ovarienne, absente ou glabre chez les prunes et présente ou pubescente chez les abricots. *P. brigantina* Vill, un abricot glabre, était une exception notable au schéma de Rehder (1940). La taxonomie des abricots par les chercheurs chinois était également basée principalement sur les caractéristiques foliaires, Le genre *Armeniaca* est divisé en 10 espèces (Lingdi et Bartholomew 2003), avec mention d'une 11<sup>ème</sup> espèce non présente en Chine (*P. brigantiaca*). Cinq des dix espèces inscrites (tableau 1) n'ont été décrites ni par Bailey (1916) ni par Rehder (1940) (Ledbetter, 2008).

**Tableau 1:** Comparaison entre les Schémas de classification d'abricotier suggérés par Rehder (1940) et Lingdi et Bartholomew (2003) (Ledbetter, 2008).

	Schéma rehder(1940)	Schéma Lingdi et Bartholomew 2003
<b>Famille</b>	Rosaceaceae	
<b>Sous famille</b>	Prunoideae	
<b>Genre</b>	Prunus	Armeniaca
<b>Espèce</b>	<i>P. armeniaca</i> L	<i>A. vulgaris</i> L.
	<i>P. mume</i> Sieb. & Zucc.	<i>A. mume</i> Sieb. & Zucc.
	<i>P. mandshurica</i> Maxim.	<i>A. mandshurica</i> Maxim
	<i>P. sibirica</i> L.	<i>A. sibirica</i> L.
	<i>P. mandshurica</i> Maxim.	<i>A. Limeixing</i> Zhang & Wang
	<i>P. brigantina</i> Vill.	<i>A. brigantina</i> Vill.
		<i>A. holosericea</i> Batal.
		<i>A. hongpingensis</i> Li
		<i>A. zhengheensis</i> Zhang & Lu
		<i>A. hypotrichodes</i> Cardot
	<i>A. dasycarpa</i> Ehrh.	

Source : Ledbetter (2008).

Toutes les espèces d'abricots sont des diploïdes réguliers avec huit paires de chromosomes ( $2n = 16$ ), aucune difficulté n'est signalée quant au croisement entre espèces (Peter, 2007).

## 2. Origine et diversité de l'abricotier:

L'Abricotier est probablement originaire de Chine, où il était cultivé 2000 ans avant notre ère. Il a ensuite été vraisemblablement introduit en Iran par des marchands de soie et a finalement atteint la Grèce au premier ou au deuxième siècle avant notre ère. Les Grecs croyaient à tort que l'abricot était originaire d'Arménie et l'appelaient donc "la prune arménienne", terme qui se reflète dans la botanique de l'abricot (Hayes et Laudan, 2009).

De 1928 à 1938, Kostina et d'autres ont collecté des abricots de toutes les régions géographiques (Kostina, 1969). Des collections vivantes de sept espèces et de 600 formes et cultivars ont été établies, sur la base des caractères morphologiques, pomologiques et biologiques de ces abricots, Kostina a conclu que la plupart des abricots cultivés du monde appartiennent à une espèce, *P. armeniaca*. (Layne *et al.*, 1995).

Après des études approfondies sur ces collections, Kostina (1969) a distingué quatre grands groupes éco-géographiques et 13 sous-groupes régionaux au sein de ces groupes (Tableau 2) (Layne *et al.*, 1995; Yilmaz et Gurcan, 2012) :

### 2.1. Groupe d'Asie centrale:

C'est le plus ancien et le plus riche en diversité de formes. Il comprend les abricots locaux d'Asie centrale, du Sinkiang (Chine), d'Afghanistan, du Pakistan et du nord de l'Inde. Les arbres sont vigoureux et ont une bonne longévité et résistent aux températures fluctuantes en fin d'hiver. La plupart sont auto-incompatibles. Les fruits ont une teneur élevée en sucre, sont de taille petite à moyenne. Les cultures mûrissent de mai à septembre, leur plantation est limitée dans les régions très humides.

### 2.2. Groupe irano-caucasien :

Comprend les sélections locales d'Arménie, de la Géorgie, de l'Azerbaïdjan, du Daghestan, de l'Iran, de la Syrie, de la Turquie, de l'Afrique du Nord et de certaines parties de l'Afrique et de l'Italie. Les arbres sont peu vigoureux de longévité plus réduite. Ils sont moins résistants à l'hiver et commencent leur croissance plus tôt au printemps. La plupart des cultivars sont auto-incompatibles. Le fruit est plus gros.

### 2.3. Groupe des Européens:

Ce groupe est issu des abricots d'Arménie, d'Iran, de Turquie et des pays du moyen Orient. Les abricots de ce groupe sont auto-compatibles, les fruits sont plus précoces et peu riche en sucre et les arbres sont exigeants en froid.

### 2.4. Groupe Dzhungar-Zailig:

Composé principalement de petits fruits comprend des sélections de régions de Dzsharskent, Taldy-Kurgan, Kazakhstan et Xinjiang (Mehlenbacher et al., 1991; Layne et al., 1995). Les cultivars de ce groupe peuvent résister à des températures de  $-30^{\circ}\text{C}$ .

Plus tard, deux grands groupes proposés par Bailey & Hough (1975), le groupe de la Chine du Nord qui comprend les formes de *Prunus mandshurica* et de *Prunus sibirica* et le groupe de la Chine de l'est qui comprend les formes de *Prunus ansu*. En outre, certains chercheurs ont mentionné deux autres groupes, le Tibet et le nord-est de la Chine. Le groupe éco-géographique du Tibet comprend des formes de *Prunus armeniaca* var. *holosericea*, groupe éco-géographique du nord-est de la Chine, comprend les variétés et types de *Prunus armeniaca*, *Prunus sibirica* et *Prunus mandshurica* (Yilmaz et Gurcan, 2012).

**Tableau 2 :** les Groupes éco-géographiques et sous-groupes régionaux d'abricotier ordinaires tels que définis par Kostina (1969) (in Layne et al ; 1995).

Groupes éco-géographiques	sous-groupes régionaux
Asie centrale	Fergana Horezm Kopet-dagh Samarkand Shachrisabz upper Zeravshan
Irano-caucasien	Daghestan Irano-Transcaucasian
Européen	Europe de l'Ouest Europe de l'Est Europe du Nord (type Zerdel ou Ukrainien)
Dzhungar-Zailig	Dzhungar Zailig

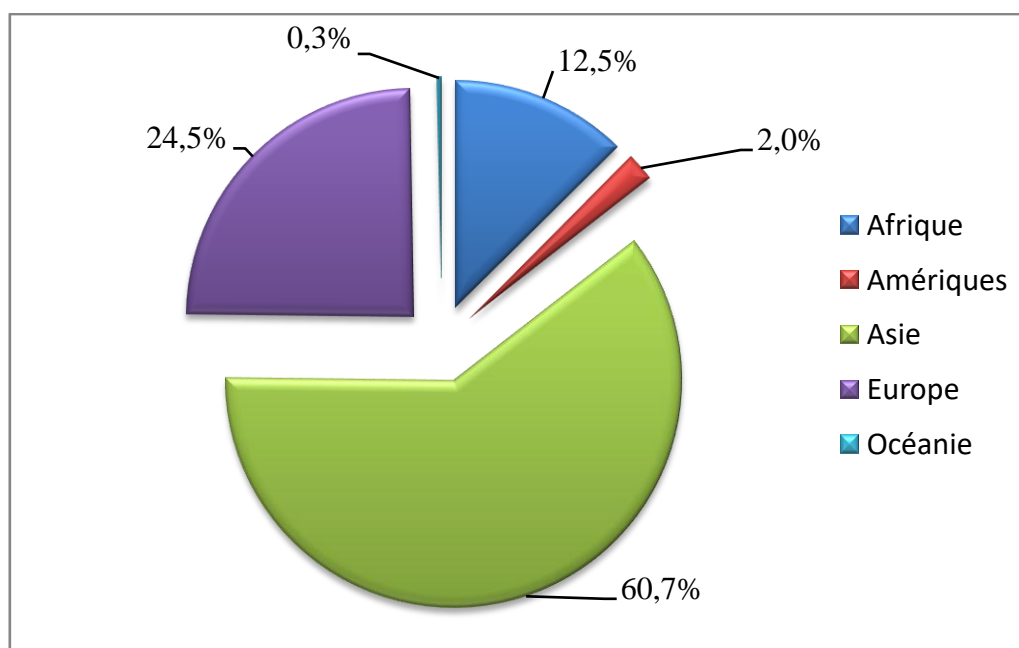
Source : Layne et al(1995).

### 3. Importance Agro-économique de la culture d'abricotier:

#### 3.1. Dans le monde:

##### 3.1.1. Production de l'Abricot dans le monde:

L'abricotier (*Prunus armeniaca* L.) est la deuxième espèce la plus importante de fruits à noyau, et la septième production mondiale parmi les fruits tempérés, bien que loin derrière le pêcher, l'abricotier est très géographiquement situé par ses besoins écologiques particuliers (Jain et Häggman, 2007). La production mondiale d'abricots est de l'ordre de 4,084 millions de tonnes en 2019 (FAOSTAT, 2019), soit une progression de plus de 54 % lors de vingt dernières années. Plus de la moitié de la production mondiale est concentrée dans les pays du bassin méditerranéen soit 2,087 millions de tonnes (FAOSTAT, 2019). Cependant, la production de l'abricotier ne représente que 0,59 % de la production fruitière mondiale, la majeure partie de cette production est issu d'Asie avec 60.7%, le reste de cette production est réparti sur l'Europe (24.5 %), l'Afrique (12,5%) et l'Océanie (0.3%) (Figure 1).



**Figure 1** : Pourcentage de la production mondiale en Abricots frais par région (FAOSTAT, 2019).

En Asie, la Turquie reste le premier producteur d'Abricots avec 20,70% de la récolte mondiale soit 846 606,00 tonnes, l'Ouzbékistan avec 536 544,00 tonnes suivis de l'Iran avec 329 638,00 tonnes (Tableau 3).

En Europe, l'Italie, l'Espagne, la France et la Grèce son les principaux producteurs. En effet, l'Italie Avec 272 990 tonnes est le quatrième mondiale ; la France (134 800 tonnes) ; l'Espagne (145 830 tonnes) et la Grèce (118 340 tonnes) (Tableau 3).

En Afrique la majeure partie de la production d'abricots est assurée par les régions du Nord avec 510 119 tonnes soit 94.5 %, l'Algérie est le cinquième producteur mondial avec plus de 209 204 tonnes soit 41% de la production du continent africain, derrière la production du Maroc avec 109 795 tonnes, l'Égypte avec 98 295 tonnes, et la Tunisie produit de sa part près de 36 000 tonnes (Tableau 3).

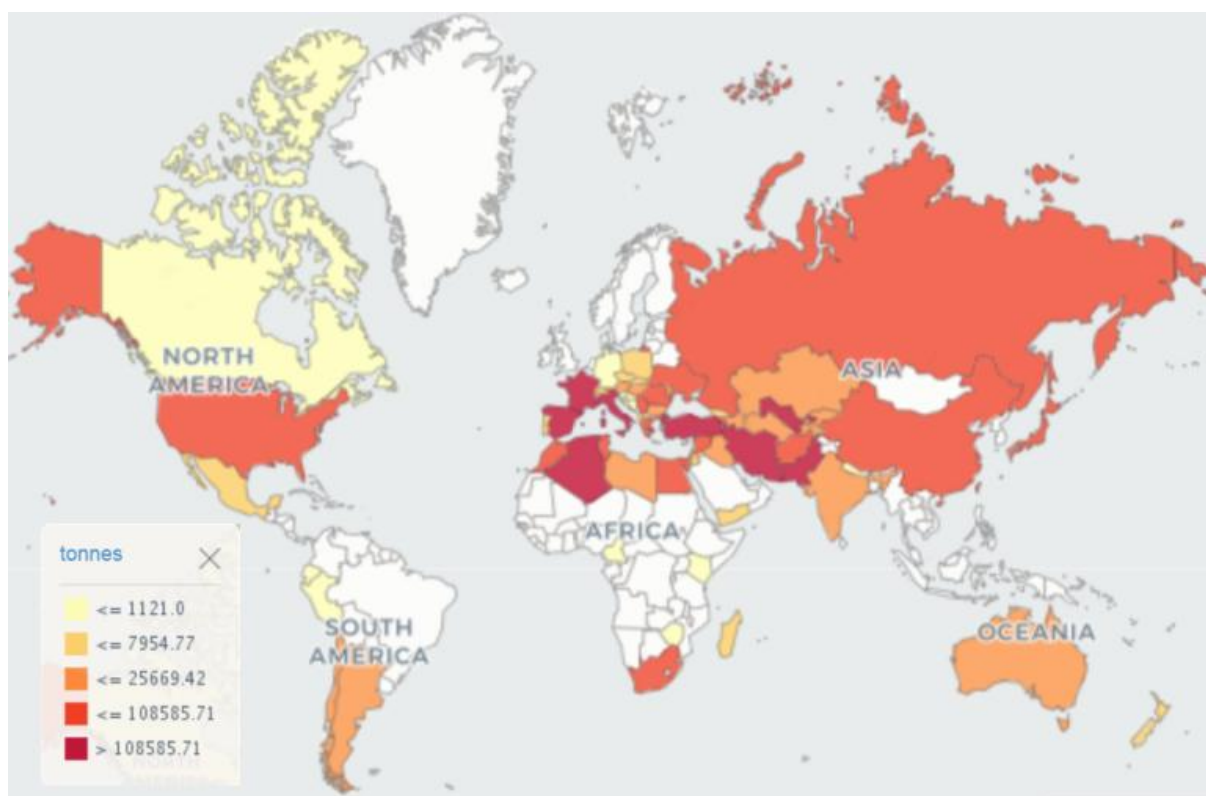
En Amérique, les États Unis sont considérés comme le premier producteur du continent américain, avec une production d'environ 46 540 tonnes, ils sont désormais le 18<sup>e</sup> producteur mondiale, suivi de l'Argentine (27 153 tonnes) (Tableau 3).

En Océanie, l'Australie a produit environ 8 377 tonnes, tandis que la Nouvelle-Zélande n'a produit que près de 2 812 tonnes (FAOSTAT, 2019).

**Tableau 3** : Liste des plus grands pays producteurs d'abricot au niveau mondial.

Pays	Production (tonne)	Production (%)	Pays	Production (tonne)	Production (%)
Monde	4 083 861	100%	Serbie	40 930	1%
Turquie	846 606	20,7%	Syrie	39 419	1%
Ouzbékistan	536 544	13,1%	Tunisie	36 000	0,9%
Iran	329 638	8,1%	Turkménistan	34 769	0,9%
Italie	272 990	6,7%	Iraq	34 728	0,9%
Algérie	209 204	5,1%	Tadjikistan	32 520	0,8%
Espagne	145 830	3,6%	Liban	31 050	0,8%
France	134 800	3,3%	Roumanie	29 420	0,7%
Afghanistan	129 363	3,2%	Azerbaïdjan	29 252	0,7%
Grèce	118 340	2,9%	Libye	28 827	0,7%
Maroc	109 795	2,7%	Argentine	27 153	0,7%
Pakistan	104 743	2,6%	Jordanie	26 459	0,6%
Égypte	98 295	2,4%	Kirghizistan	26 051	0,6%
Japon	88 100	2,2%	Hongrie	25 490	0,6%
Ukraine	83 660	2%	Afrique du Sud	25 258	0,6%
Russie	69 600	1,7%	Kazakhstan	22 089	0,5%
Arménie	68 113	1,7%	Bulgarie	20 240	0,5%
Chine	60 728	1,5%	Autres Pays	121 317	2,3%
USA	46 540	1,1%			

Source: FAOSTAT (2019).



**Figure 2 :** Aires de répartition de la culture d'abricotier et la quantité de production moyenne d'abricots frais dans le monde (1994-2019) (FAOSTAT, 2019).

### 3.1.2. Commerce international de l'Abricot :

La faible capacité de conservation de l'abricot a des conséquences économiques importantes, du fait de sa limitation aux régions adjacentes et pour une durée relativement courte. Ainsi, la majeure partie des échanges sur le marché de l'abricot est localisé surtout dans les pays méditerranéens, (Grimplet, 2004). Les échanges mondiaux d'abricots frais portent sur environ 492 017 tonnes (12,05 %), le reste est destiné à la transformation (FAOSTAT, 2019).

Les produits transformés à base d'abricots, sont les fruits au sirop, les jus, les nectars, les confitures, les pâtes, les compotes, les yaourts et les fruits séchés. En Italie et en France, la part la plus importante est destinée à la consommation en frais sur le marché intérieur. L'Espagne est le premier exportateur mondial des abricots frais avec 93 379 tonnes, pour un montant de 131,55 millions de dollars alors que l'industrie de la conserve absorbe 40% de la récolte. D'autres pays s'orientent vers des productions très spécialisées. En effet, la Turquie est le premier producteur et exportateur d'abricots séchés, où près de 100 270,00 tonnes ont été exportées vers d'autres pays pour un montant de 256 millions de Dollars, tandis que l'Algérie a exporté 80 tonnes d'abricots séchés (FAOSTAT, 2019), cette quantité reste très faible si on prend en considération le volume des superficies et la quantité produite chaque

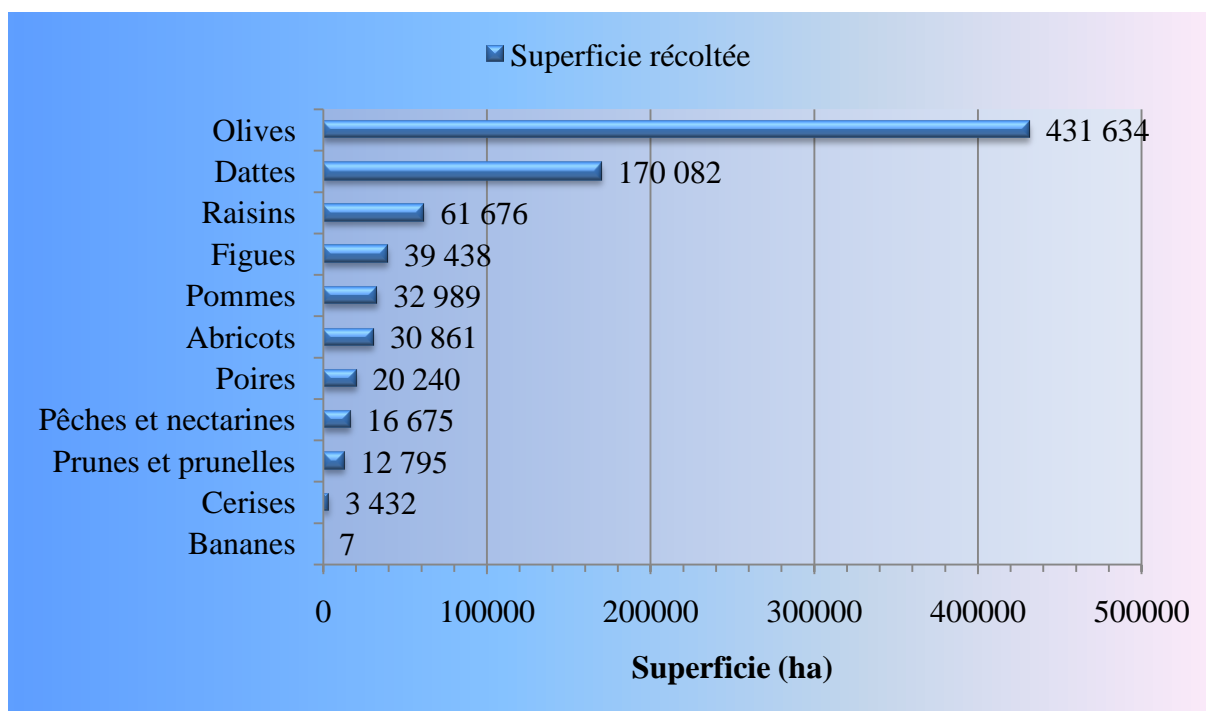
année de cette culture. La Grèce produit surtout des fruits au sirop et le Maroc fabrique des produits semi finis entrant dans la confection de desserts et d'entremets.

### 3.2. En Algérie:

#### 3.2.1. Place de l'abricotier dans l'arboriculture fruitière:

L'arboriculture fruitière s'étend sur tout le pourtour méditerranéen, comme elle fait partie intégrante de la vie économique et sociale de l'Algérie.

L'abricotier, qui est l'une des cultures les plus pratiquées et les mieux adaptées aux différentes régions d'Algérie, possède une place privilégiée dans la vie des agriculteurs, vue la superficie qu'elle occupe et son importance dans le marché national (Bahlouli *et al.*, 2008; Bouras et Boutaiba, 2019)., il occupe la sixième place juste après les pommier et devant le poirier, pêcher, nectarine et prunier (Figure 3), ce qui traduit l'importance de l'espèce et son large éventail de débouchés des récoltes (fruits frais, secs ou en conserve, confiture, jus de fruits, utilisation des amandes en pharmacie et en pâtisserie,... etc).



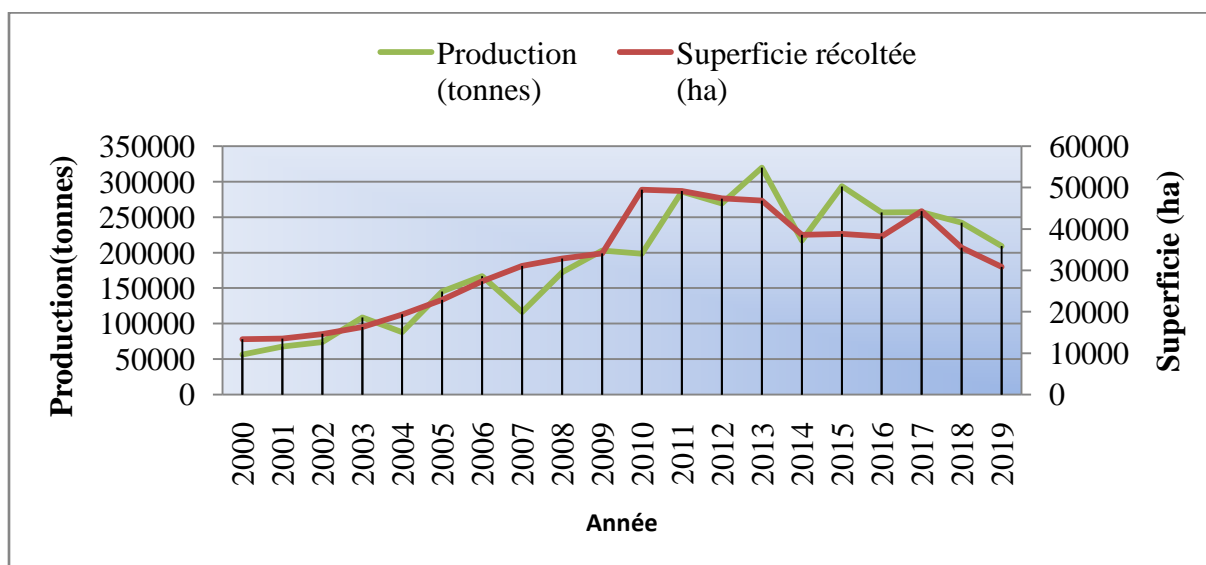
**Figure 3 :** Superficie récoltée par espèces fruitières en Algérie (FAOSTAT, 2019)

#### 3.2.2. Evolution de la culture de l'Abricotier en Algérie:

La culture d'abricotier en Algérie a connue une progression durant la période allant de 2000 à 2013 où elle a atteint son maximum en matière de superficie avec 49 495 ha en 2010 alors que durant l'année 2000 elle a été de 13 390 ha soit une évolution de 72,90% qui correspond à une augmentation annuelle moyenne de 7,30% pour cette période (2000-2010), cette augmentation est accompagnée par une augmentation de la production qui a atteint son maximum en 2013 avec 319 784 tonnes alors qu'elle été 2000 de 56 354 tonnes soit une

augmentation de 82.40% qui correspond à une progression annuelle moyenne de 6,3 % pour cette intervalle (2000-2010), cette augmentation peut être expliquée par l'adoption d'un plan National de Développement Agricole et Rural (PNDAR) par l'Algérie qui a été mis en place en 2000, visant l'accroissement de la production (toutes filières confondues), l'extension de la surface agricole utile (SAU), à travers la mise en valeur des terres dans le cadre d'un système de concessions, la réduction des importations de semences, l'adaptation des systèmes de production et l'utilisation de nouvelles techniques d'irrigation, tous cela à contribué à une augmentation des productions et des superficies récoltées de l'abricot en Algérie (Figure 4).

A partir de l'année 2014 jusqu'à 2019, les productions et les superficies récoltées de l'abricot sont fluctuante d'une année à une autre, où elle a atteint 30 861 ha alors qu'elle été en 2010 de 49 495 ha soit une réduction de 37,60% ce qui n'est pas négligeable, même chose est observé pour la production qui a atteint sa valeur la plus basse en 2019 avec un production de 209 204 tonnes alors qu'elle été en 2013 de 319 784 tonnes soit une réduction de 34,60% (Figure 4). Ces baisses de superficies et production récoltés peuvent être attribuées à divers points dont : Les changements climatiques tel que les vague de chaleur et sécheresse, une pluviométrie en baisse d'une année à une autre exposant ainsi le pays à la désertification et au stress hydrique, le vieillissement des vergers, le faible niveau d'entretiens des vergers, l'absence de traitements phytosanitaires, ce qui peut favoriser l'installation de certains parasites pouvant aggraver la situation d'un verger déjà en état de faiblesse (Bessaoud *et al.*, 2019 ; Mahdi et Tarfaya, 2019 ; Djballah et Hebal, 2017 ; Benhammidouche et Benguenna, 2014 ; Bahlouli *et al.*, 2009;).



**Figure 4:** Évolution de la culture de l'abricotier en Algérie durant la période 2000-2019 (FAOSTAT, 2019).

### 3.3. Dans la région du Hodna :

L'abricotier a une place très importante dans la vie quotidienne de la population locale. La région du Hodna est l'une des zones les plus productrices d'abricot en Algérie, Elle occupe la première place à l'échelle nationale avec une superficie moyenne de 5 836 ha en 2019 (MADR, 2019), c'est une culture stratégique héritée d'une génération à une autre (Bahlouli *et al.*, 2008). Chaque année le surplus de la production est transféré hors de la wilaya vers les villes limitrophes ou bien passé au séchage, Les régions de M'cif, Khoubana, Maarif, Nouara, Boukhmissa, Boussaada, Ouled madhi, Maadid, sidi Ameer, Magra, constituent les principales régions productrices d'abricot dans la wilaya de M'sila (Tableau 4).

**Tableau 4** : Principales communes Productrice d'abricots dans la région du Hodna

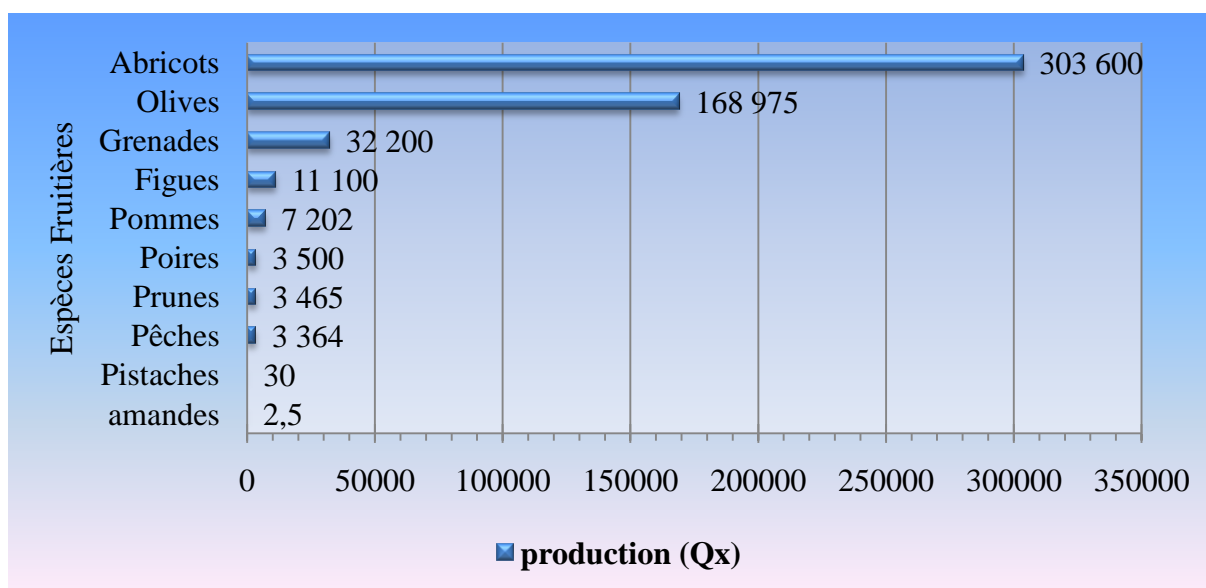
Rang	Commune	Superficie		PRODUCTION (qx)
		Planté (ha)	En Rapport (ha)	
1	M'Cif	1 100	691	57 740
2	Khoubana	840	660	56 100
3	Maarif	665	415	35 275
4	M'Sila	540	360	30 600
5	Bou Saada	252	225	19 125
6	Houamed	340	185	16 650
7	Ouled Madhi	108	108	7 560
8	Maadid	100	100	7 000
9	Sidi Ameer	130	100	7 000
10	Magra	85,0	85,0	5 950

Source : DSA M'sila (2020).

#### 3.3.1. Place de l'Abricotier dans l'arboriculture fruitière au niveau de la wilaya de M'sila :

La superficie réservée à l'arboriculture fruitière en 2020 est estimée à 16 208,50 ha, alors que la production fruitière est évaluée durant la même année à 533 438,50 qx. Pour la production, l'abricotier occupe la première place au niveau de la wilaya de M'sila. Bien loin devant les autres cultures fruitières (Olivier, Grenadier, Pommier, Prunier ...etc), à lui seule il représente en 2020 près de 56.90% de la production fruitière suivi de l'olivier (31.70%), le reste de la production (11,40%) est réparti sur les autres cultures fruitières. Côté superficie l'olivier occupe plus de 59,70% de la superficie totale réservée l'arboriculture avec 9 674 ha, suivi de l'Abricotier (5 075 ha), à eux seules ils occupent 91% de la superficie totale réservée

à l'arboriculture fruitière en 2020 (Figure 5, Tableau 5), ce qui reflète l'importance de la culture d'abricotier et de l'olivier au niveau de la wilaya de M'sila.



**Figure 5 :** Volumes de production par espèce fruitière à M'sila en 2020 (DSA M'sila, 2020)

**Tableau 5 :** Productions et superficies des différentes Espèces fruitière au niveau de la Région du Hodna en 2020.

Culture fruitière	Superficie plantée (Ha)	Production (qx)
Olives	9 674	168 975
Abricots	5 075	303 600
Grenades	497	32 200
Figs	366	11 100
Pommes	247,5	7 202
Poires	90	3 500
Prunes	90	3 465
Pêches	80	3 364
Amandes	47	2,5
Vignes	36	0
Pistaches	6	30
<b>Total</b>	<b>16 208,5</b>	<b>5338,5</b>

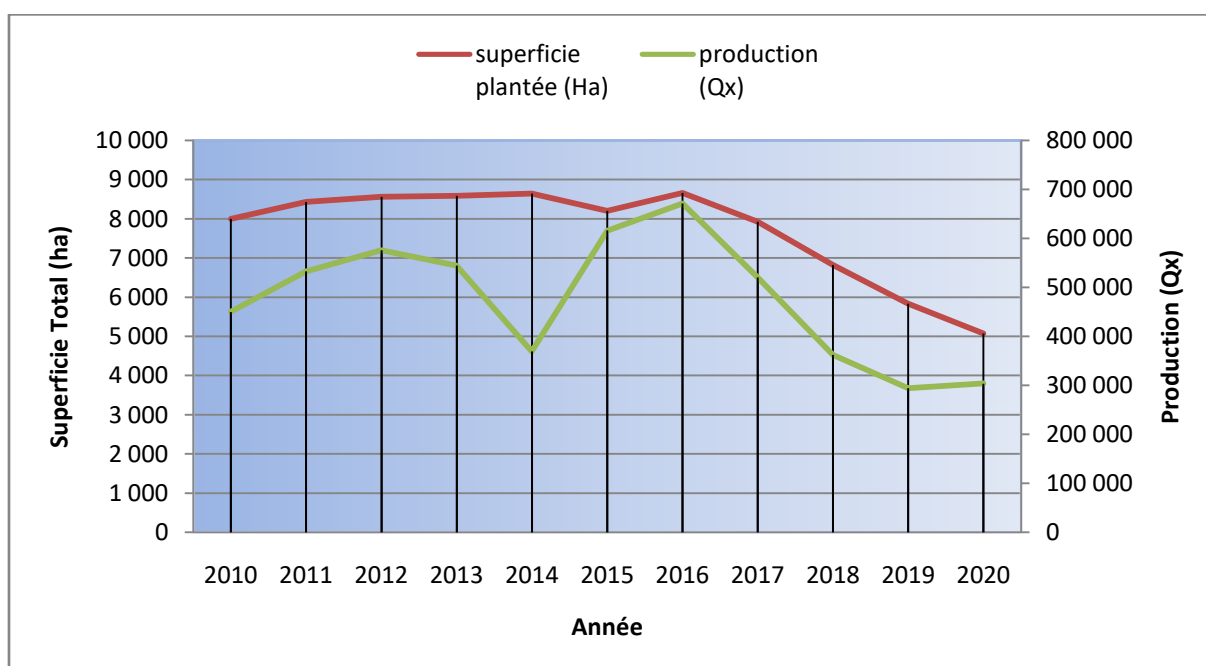
Source : DSA M'sila (2020).

### 3.3.2. Evolution de la culture de l'Abricotier au niveau de la wilaya de M'sila :

La culture d'abricotier dans la région du Hodna a connue une augmentation progressive de sa superficie durant la période allant de 2010 à 2016 où elle a atteint son maximum en 2016 avec une superficie total de 8 660 ha, cette augmentation s'est accompagnée par une augmentation de la production avec 671 400 qx durant la même année. Cela peut être expliquée par l'adoption d'un plan National de Développement Agricole et Rural (PNDAR) par l'Algérie qui à été mis en place en 2000 visant l'accroissement de la production la production dans les différentes secteurs agricoles, l'extension de la surface agricole utile (SAU), à travers la mise en valeur des terres dans le cadre d'un système de concessions, la réduction des importations de semences, l'adaptation des systèmes de production et l'utilisation de nouvelles techniques d'irrigation, tous cela à contribué à une augmentation des productions et superficies récoltée de l'abricot dans la région du Hodna.

A partir de l'année 2017 jusqu'à 2020, les productions et les superficies réservés à l'abricot ont connus diminution d'une année à une autre, ou elle a atteint 5075 ha alors qu'elle été en 2016 de 8 660 ha soit une réduction de 41,40% ce qui n'est pas négligeable, la même chose est observé pour la production qui à atteint sa valeur la plus basse en 2020 avec un production de 303 600 qx alors qu'elle été en 2013 de 671 400 qx soit une réduction de 54,80 % (Figure 6).

Ces baisses de superficies et production peuvent être assimilées aux mêmes causes citées auparavant sur la baisse des productions et superficie en Algérie :



**Figure 6 :** Evolution de la culture de l'Abricotier au niveau de la wilaya de M'sila durant la période 2010 - 2020 (DSA M'sila, 2020).

### 3.4. Dans la région des Aurès:

Les Aurès est l'une des régions prépondérantes en matière de production d'abricot en Algérie elle occupe la deuxième place au niveau national, juste derrière la wilaya de M'sila avec une superficie total 4 375 ha en 2019 (MADR, 2019). Des milliers de familles vivent de l'abricot et des activités ayant trait à l'exploitation traditionnelle ou autre pour les dérivés de fruits tels que les jus, confitures, fruit sec ...etc. La récolte d'abricot a atteint en 2020: 187 784 qx.

L'abricotier est cultivé en force dans divers points de la wilaya de Batna, Sefiane, Ras Layoune, Ouled Si Slimane, Taxlent, Maafa, Beni Foudhala, Boumaguer N'gaous et Menaâ qui sont considérées parmi les régions les plus productrices d'Abricots (Tableau 6).

**Tableau 6 :** Principales communes productrices d'abricots dans la région des Aurès en 2020.

Classement	Commune	Superficie		Production (qx)
		Plantée (ha)	En rapport (ha)	
1	Ouled Si Slimane	659,00	636,00	38 160,00
2	Taxlent	455,50	452,00	27 120,00
3	Sefiane	450,00	435,00	10 875,00
4	N'gaous	418,00	418,00	10 450,00
5	Maafa	232,50	229,00	18 320,00
6	Boumaguer	215,00	215,00	5 375,00
7	Beni Foudhala	205,90	199,00	15 920,00
8	Lemcen	179,50	172,00	10 320,00
9	Ras El Aioun	174,50	174,50	5 235,00
10	Menaâ	110,00	102,00	8 160,00

Source : DSA Batna (2020).

#### 3.4.1. Place de l'Abricotier dans l'Arboriculture fruitière dans la wilaya de Batna :

L'arboriculture dans la région des Aurès, s'étale sur plus de 23 219 ha avec une production estimée en 2020 à 2 619 579 qx. 21 189 ha soit 91% de la superficie arboricole total concernant 3 types d'espèces fruitières à savoir l'olivier, l'abricotier et le pommier qui semblent être très prisés dans la région des Aurès en raison de leur rentabilité et de leur résistance au climat. L'olivier vient en premier lieu avec des vergers s'étalant sur plus de 11 969 ha , suivi du pommier avec ses 4 844 ha et enfin l'abricotier sur 4 375 ha, le reste de cette superficie qui ne représente que 9% est réparti sur les cultures du poiriers, pistachier, grenadier, noyer, amandier, figuier, vigne et en superficie moindre sur la nectarine et néflier (Tableau 7).

**Tableau 7** : Productions et superficies totales des différentes Espèces fruitières au niveau de la région des Aurès en 2020.

<b>Espèce Fruitière</b>	<b>Superficie plantée (ha)</b>	<b>Superficie en rapport (ha)</b>	<b>Production (qx)</b>
Olives	11 969,78	9 139,51	461 093,95
Pommes	4 844,39	4 122,19	1 784 938,50
Abricots	4 375,07	4 238,15	187 784,00
Poires	483,23	457,44	74 869,00
Pistaches et Noix	389,11	283,11	22 592,60
Pêches	247,86	225,75	18 931,50
Grenades	247,42	231,88	22 180,00
Prunes	219,92	206,50	12 931,80
Amandes	155,45	144,95	4 732,00
Figuier	107,31	105,31	19 411,00
Vigne	92,96	83,50	7 730,00
cerises	68,26	54,25	1 695,00
nectarines	6,90	0,00	0,00
nêfles	6,00	6,00	390,00
coings	5,00	3,00	300,00
<b>Total</b>	<b>23 219</b>	<b>19 302</b>	<b>2 619 579</b>

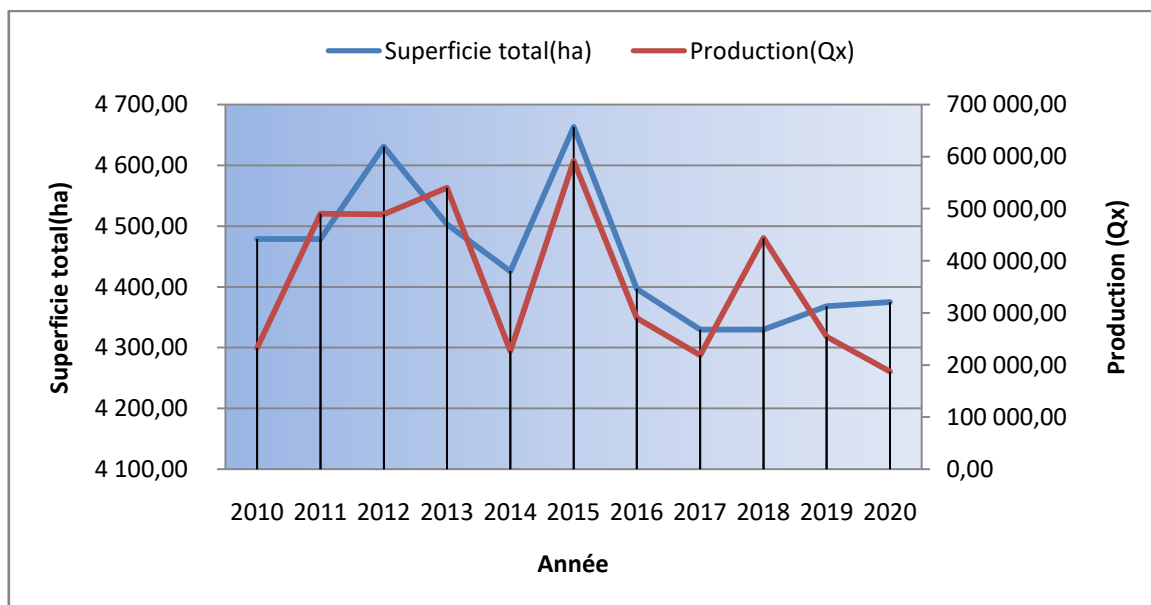
Source : DSA Batna (2020).

### 3.4.2. Evolution de la culture de l'Abricotier au niveau de la Wilaya de Batna :

La culture d'abricotier dans la région des Aurès durant la période allant de 2010 à 2015 s'est caractérisée par une fluctuation dans les superficies et productions qui changent d'une année à une autre où on constate une augmentation progressive de sa superficie de 2010 à 2012 puis une réduction des superficies entre 2012 et 2014, en 2015 la production et superficie de l'abricotier ont atteint leurs maximum avec une superficie estimée à 4 663 ha et une production de 591 803 qx ,

A partir de l'année 2016 jusqu'à 2018, les productions et les superficies réservés à l'abricot ont connus une régression progressive, alors qu'elle était en 2015 de 4 663 ha, de 2019 à 2020 on constate une évolution infime dans les superficies qui reste négligeable et une réduction dans la production qui a atteint son plus bas niveau depuis 10 ans avec une production évaluée à 187 784 qx en 2020 (Figure 7), cette baisse est due surtout aux faibles

pluviométries qui baissent d'une année à une autre et l'orientation vers la culture d'olivier moins exigeante et plus rentable provoquant ainsi l'arrachage des vergers d'abricotier, s'ajoute à tous cela d'autres points dont on a citées auparavant qui ont causées la baisse des productions et superficies en Algérie.



**Figure 7 :** Evolution de la culture de l'Abricotier au niveau de la région des Aurès durant la période (2010-2020) (DSA Batna, 2020).

## 4. Propriétés morphologiques de l'Abricotier :

### 4.1. Arbre :

L'abricotier est un arbre de grande vigueur, à l'état sauvage, il peut atteindre 10 m de hauteur (Sati, 2004), En culture, la taille est maintenue inférieure à 3,5 m (Grimplet, 2004), Ses dimensions varient selon les variétés et les conditions de cultures (Audubert et Lichou, 1989), la durée de vie de l'abricotier varie entre 40 et 50 ans (Zamski et Schaffer, 1996)

### 4.2. Feuille :

Les feuilles sont caduques, alternées avec la présence de glandes et nectaires sur le pétiole et de stipules à leurs bases (Bretaudeau, 1979). Elles se distinguent par leurs formes cordiformes ou arrondies, lisses et glabres à la partie inférieure (Got, 1958). Elle est composée d'un limbe à nervation pennée dont l'extrémité est acuminée et légèrement asymétrique. Le bord est finement dentelé. Le pétiole est rouge, légèrement incurvé, et porte des glandes nectarifères, à sa base, se trouvent deux stipules laciniées (Figure 8), (Coste, 1993)



**Figure 8** : Abricotiers : arbre (A), feuille (B) (Photo originale).

#### 4.3. Rameaux :

Le rameau prend naissance dans un bourgeon, à partir des ébauches végétatives déjà formées sous ses écailles. Selon le nombre de phases du cycle de croissance végétative on peut distinguer (Lespinasse *et al.*, 2005) :

##### 4.3.1. Rameaux Courts :

Ils ne connaissent dans la majorité des cas qu'une seule phase de croissance, les bourgeons présents sur les rameaux courts sont majoritairement à fleur et donnent des fruits homogènes en calibre et en qualité, leurs longueurs varient entre 2 à 20 cm, on distingue parmi eux les bouquets de mai et les chiffonnes (Lespinasse *et al.*, 2005), (Figure 9).

##### 4.3.2. Rameaux longs :

Formés de plusieurs phases de croissance annuelles, ont peu de bourgeons floraux à leurs bases. Ils se développent soit en extrémité d'un rameau vigoureux de l'année précédente (bois d'un an), ce sont des prolongements, soit sur des structures plus âgées de l'arbre (charpentières), ce sont des repercements (Lespinasse *et al.*, 2005), (Figure 9).



**Figure 9** : Les différents types de rameaux d'Abricotiers : Bouquet de mai (A), Rameau chiffonne (B), Prolongement (C), Repercement (D) (Photo originale).

#### 4.4. Fleurs :

Les fleurs sont hermaphrodites et régulières (actinomorphes). Elles sont solitaires ou groupées, pentamère (5 sépales, 5 pétales, 25 étamines et un carpelle) (Tonelli et Gallouin, 2013) (Figure 10).

#### 4.5. Fruits :

Le fruit de l'abricot est une drupe à peu près sessile de forme et couleur variant d'un cultivar à un autre, caractérisée par une peau finement veloutée (épicarpe), et marqué latéralement d'un sillon plus ou moins profond, sa chair est charnu (mésocarpe) est généralement molle pour la plupart des cultivars, juteuse ou fondante et parfois farineuse, d'une saveur sucrée aromatique (Lichou et Audubert ; 1989) (Figure 10).

#### 4.6. Noyau

C'est la partie lignifiée du fruit (endocarpe), chez la grande majorité des variétés, le noyau de l'abricot est libre ou faiblement adhérent, à maturité, il est nettement séparé de la chair par un espace plus ou moins important (Lichou et Audubert ; 1989). De forme variable d'un cultivar à un autre (Figure 10).

#### 4.7. Amande :

L'amande est la graine du fruit, habituellement, elle est amère cependant quelques variétés ont une amande douce sous une enveloppe brune, avec deux cotylédons luisants, d'un blanc ambré et gras. Les amandes amères renferment un peu d'acide cyanhydrique (Lichou et Audubert ; 1989) (Figure 10).



**Figure 10 :** Abricotiers : fleurs (A), fruits (B), Noyau (C), Amande (D) (Photo originale).

## 5. Propriétés biologiques et physiologiques de l'Abricotier :

### 5.1. Dormance ou repos hivernal :

La dormance est l'état d'un bourgeon qui n'évolue pas même si les conditions extérieures sont favorables (Vidaud, 1980). Comme toutes les rosacées fruitières, les bourgeons de l'abricotier sont en état de repos apparent après leur formation en été, que l'on qualifie de dormance, ils exigent une certaine accumulation de froid pour lever cette dormance, puis de la chaleur pour se développer (Lichou et Jay, 2012).

### 5.2. Levé du repos hivernal:

La levée de dormance nécessite une période de basses températures qui est très variable selon les variétés (Vidaud, 1980). En effet d'après Ruiz *et al.*, (2007) les températures basses pour la levée de dormance varient énormément selon les variétés de 800 à 1200 unités de froid (CU).

La levée de dormance est caractérisée par une augmentation rapide du poids des bourgeons et du gonflement de l'ébauche forale. Elle signifie une satisfaction des besoins en froid, propre à chaque variété selon son patrimoine génétique, sous l'effet des températures, élevées, celle-ci est levée et les bourgeons peuvent alors se développer rapidement et déburrer (Legave, 1978), Les besoins en chaleurs varient également en fonction des variétés. Ainsi, les températures élevées pour la croissance jusqu'à la floraison sont de l'ordre de : 4078 à 5879° heures de croissance (Ruiz *et al.*, 2007).

### 5.3. Croissance végétative et ramification :

Par rapport aux autres Prunus, l'abricotier présente une particularité assez remarquable dans le mode de croissance de la pousse annuelle. En effet la croissance annuelle du rameau d'abricotier se fait par cycles successifs, séparés par des arrêts de croissance en cours d'année. La fin de chaque cycle s'accompagne de la mort du méristème apical, laissant une cicatrice longtemps visible. Généralement chez l'abricotier ce méristème terminale ne fonctionne que quelques semaines, puis meurt et tombe, il marque ainsi la fin du cycle et d'une UC (unité de croissance) (Vidaud, 1980 ; Lichou et Jay, 2012).

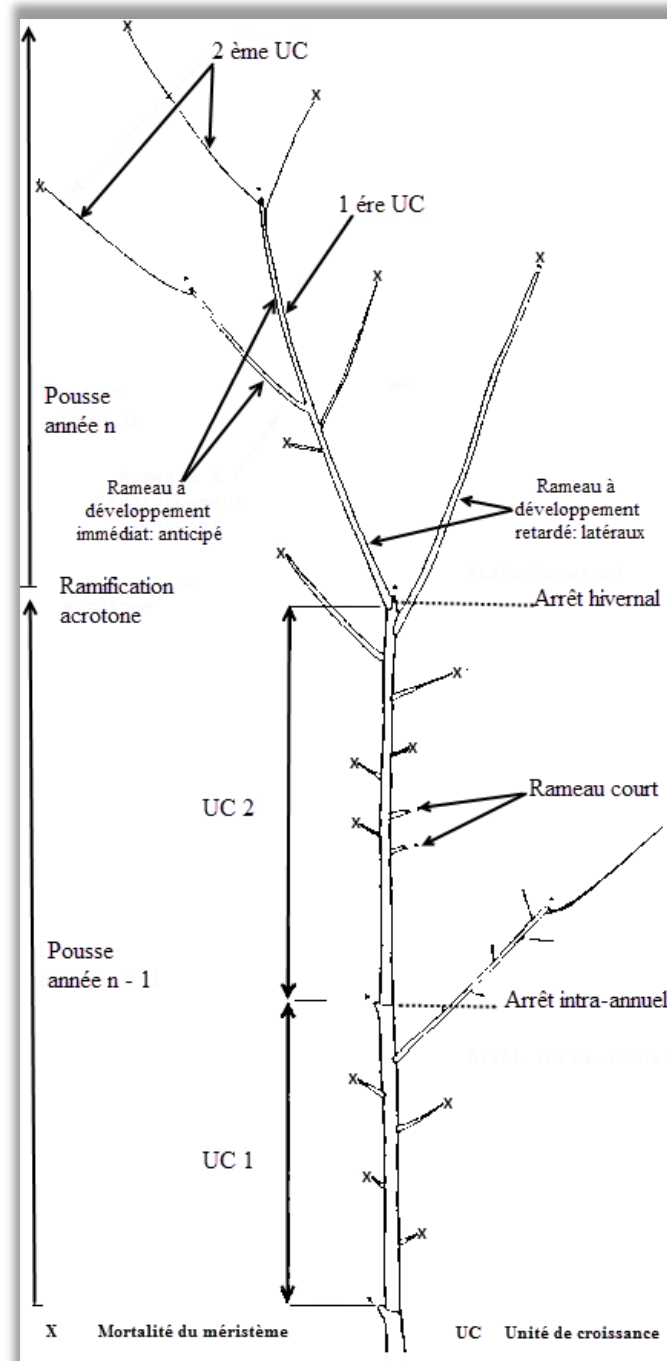
La mort du méristème apical n'est pas synchrone pour tous les rameaux, il peut être due à un accident climatique (froid, stress hydrique), à une concurrence importante entre croissance des fruits et celle végétative ou à une carence (Lichou et Jay, 2012).

Les premiers arrêts ont lieu 20 jours seulement après la pleine floraison, alors que certains rameaux ne cessent leurs croissances que 150 jours plus tard. Après la chute du méristème apical, la durée de repos en cours de saison est variable, plus la saison avance plus la durée de repos est courte (Lichou et Jay, 2012).

Après trois semaines ou plus de la formation de la première unité de croissance en cours de saison Les bourgeons situés immédiatement au-dessous des bourgeons apicaux prennent le relais et forme une seconde unité de croissance, qui forme un léger angle avec la première partie du rameau, témoignant ainsi de son origine latérale. Ce type de croissance et dite sympodiale (Audubert et Lichou, 1989 ; Coste, 1993 ; Lichou, 1998) (Figure 11).

Selon la climatologie, les variétés et la charge de l'arbre, les abricotiers peuvent produire de 1 à 4 unités de croissance par an. Ils achèvent leurs croissances selon la même modalité de croissance de la première pousse. On observe un gradient décroissant de la longueur des unités de croissances formées (Vidaud, 1980; Coste, 1993; Lespinasse *et al.*, 2005 ; Lichou et Jay, 2012).

Le bourgeon ou œil à bois débute sa croissance peu après la floraison. L'allongement est rapide au printemps puis s'arrête, compte tenu de sa position sur le rameau ou sur la branche et de la quantité de sève qu'il reçoit, son développement, peut donner naissance à des productions fruitières (gourmand, rameaux mixtes, rameaux à bois ou les bouquets de mai) (Bretaudeau, 1979 ; Lichou et Audubert, 1989 ; Bretaudeau et Fauré, 1992).



**Figure 11** : Organisation des pousses annuelles chez l'abricotier (Costes, 1993; Lichou et Jay, 2012).

## 5.4. Floraison:

### 5.4.1. Biologie florale :

Le passage de la croissance végétative au développement reproductif est un événement crucial de la morphogenèse chez les plantes à fleurs, qui implique un changement remarquable dans le programme de développement du méristème apical des pousses (Tooke *et al.*, 2005). La formation des fleurs chez les espèces fruitières passe par trois phases fondamentales :

**5.4.1.1. Induction florale :**

Elle se réalise au niveau de l'apex d'un bourgeon indifférencié, d'un état biochimique favorable à son évolution ultérieure en bourgeon à fleur, elle commence en juin et se poursuit jusqu'en fin de l'été (Lichou et Jay, 2012). Elle dépend très vraisemblablement des réserves glucidiques disponibles, concurrence, photosynthèse, ensoleillement et des facteurs hormonaux, en liaison avec le ralentissement de la vitesse de croissance végétative. Ce processus est soumis à une réduction de l'action des gibbérellines produites par les jeunes feuilles et une concentration suffisante de cytokinines d'origine racinaire transportées dans la sève du xylème pour empêcher l'entrée en dormance des bourgeons (Legave, 1978).

**5.4.1.2. Différentiation florale :**

Elle a lieu au cours de l'été et se poursuit jusqu'au printemps suivant. Ce processus comprend les changements histologiques et morphologiques dans l'apex, aboutissent au développement des primordiaux floraux, ensuite aux parties distinctes de la fleur. Il s'agit donc de transformations morphologiques accompagnent le plus souvent des changements fonctionnelles, et résultant en fait de modifications de la composition chimique. Le méristème des bourgeons se transforme et prend une forme arrondie avec formation progressive des ébauches de la fleur jusqu'en fin octobre (Lichou et Jay, 2012).

**5.4.1.3. Développement floral :**

Durant cette phase la différenciation va connaître un certain ralentissement au cours de l'hiver, phase que l'on considère comme sa véritable phase de dormance, au cours de laquelle les cellules reproductrices se différencient. Cette période de croissance lente des bourgeons (endodormance) correspond au temps nécessaire à la levée de dormance par le froid ; elle débute en octobre et sa durée dépend du climat, mais aussi des exigences de la variété. Cette phase est caractérisée par la croissance des ébauches florales et la maturation des cellules reproductrices qui aboutissent à l'éclatement du bouton à fleur. Il s'ensuit que sur le même arbre, les bourgeons et les fleurs s'épanouissent progressivement suivant leur position dans la couronne et selon la position des fleurs dans l'inflorescence (Lichou et Jay, 2012).

**5.4.2. Epoque de floraison :**

La floraison de l'abricotier est l'une des plus précoces chez les arbres fruitiers, La date de floraison dépend essentiellement des conditions climatiques, de la situation géographique et de la variété. Ceci expose l'arbre aux risques de gelées printanières qui sont souvent à l'origine des irrégularités de la production (Lichou et Audubert, 1989).

La floraison de l'abricotier est échelonnée, elle commence sur les rameaux courts et à la base des rameaux longs, puis s'échelonne vers le sommet plus ou moins rapidement selon les conditions climatiques (Lichou et Jay, 2012).

Il faut noter que les variétés d'abricot ont des époques de floraison assez étalées, allant de fin février à mi mars, ces périodes fluctuent d'une année sur l'autre en fonction des conditions climatiques de l'automne et de l'hiver, et selon leurs exigences thermiques, certaines variétés peuvent avoir des floraisons concordantes ou pas selon les années (Lichou et Jay, 2012).

#### **5.4.3. Position des Fleurs et floribondité**

Les fleurs apparaissent en règle générale surtout en 3<sup>em</sup> - 4<sup>em</sup> feuille. Néanmoins sur certaines variétés, la floraison peut intervenir dès la deuxième feuille sur rameaux anticipés ou rameaux longs, elles sont toujours portées par des portions de rameaux d'un an y compris les bouquets de mai dont seul l'extrémité possède des fleurs. Ainsi, sur les rameaux courts âgés, seule la portion ayant poussée l'année précédente porte des fleurs. Les rameaux longs portent des fleurs latéralement de plus en plus nombreuses vers les extrémités des unités de croissance. Les premières unités de croissance sont toujours nettement moins florifères que les autres (Lichou et Jay, 2012).

Toutefois, la floribondité des rameaux courts semble plus sujette à des variations, notamment par la présence d'un grand nombre de rameaux courts totalement dépourvus de fleurs, au moins dans certaines conditions climatiques et culturales. Les raisons d'une telle chute de floribondité sont sans doute à rechercher dans l'ensoleillement moindre de ces rameaux, et la concurrence qu'ils exercent entre eux du fait de leur grand nombre ainsi que celle des rameaux longs vigoureux (Lichou et Jay, 2012).

#### **5.5. Fructification :**

La fructification est le phénomène de transformation par fécondation des fleurs en fruits elle se réalise en différentes phase :

##### **5.5.1. Pollinisation et fécondation :**

La pollinisation et la fécondation sont l'une les principales étapes de la fructification, la pollinisation, est défini comme étant le transfert des grains de pollen de l'anthere au stigmate, c'est probablement le processus le plus critique dans la série d'étapes menant à la production fruitière. C'est seulement suite à une bonne dispersion des grains de pollen fertiles que les processus de fécondation, de nouaison, et de maturation des fruits auront lieu (Aggarwal et Prakashan, 2019). La pollinisation des arbres fruitiers est souvent tributaire du hasard et peut se faire selon plusieurs procédés, par le vent (anémophile), par les insectes

(entomophiles) et par l'homme (artificiel) (Usha *et al.*, 2015). Chez L'abricotier le pollen lourd et surtout en quantité insuffisante ne permet pas d'assurer, ni une pollinisation passive, ni une pollinisation par vent, il est donc indispensable que des insectes pollinisateurs soient présents dans le verger (LICHOU et Jay, 2012).

Au moment du transfert du grain de pollen sur le stigmate, celui-ci s'hydrate et germe en produisant un tube pollinique. Ce dernier croît à travers le style pour atteindre le sac embryonnaire (Taylor et Hepler, 1997). Chez les angiospermes, le grain de pollen contient une cellule végétative, qui contrôle la croissance du tube pollinique, et une cellule reproductrice, qui se divise en deux cellules spermatiques ou spermatides (McCormick, 2004). Lorsque ces deux cellules sont libérées dans le sac embryonnaire, le noyau de l'une d'elles féconde l'oosphère et donne le zygote et le noyau de la seconde fusionne avec les deux noyaux polaires pour former la cellule-mère de l'albumen (Yadegari et Drews, 2004). Ce processus se nomme la double fécondation et induit la transformation de l'ovule en graine. Pendant ce temps, les tissus de l'ovaire se développent en péricarpe, avec la ou les graines du fruit (Weterings et Russell, 2004).

### **5.5.2. Nouaison du fruit :**

La nouaison est la première phase de développement d'un fruit, c'est la transformation de l'ovaire en un jeune fruit à croissance rapide qui commence juste après une pollinisation et fécondation réussies (Nisar *et al.*, 2019). Elle se distingue par rapport aux autres phénomènes par la formation du fruit, qui débute avec la chute des pétales, des anthères puis le dessèchement de l'extrémité du style, alors que l'ovaire reste attaché (Hakimi, 1993).

Chez l'abricotier, la nouaison varie selon les variétés et dépend aussi fortement des conditions météorologiques dans lesquelles elle se déroule (les gelées, les vents et les basses températures, la pluie, la grêle, le stress hydrique) (Balta *et al.*, 2007 ; Aissani et Deref, 2013). Un certain nombre de fleurs fécondées évoluent en fruits, on dit qu'elles nouent, Dans la plupart des plantes, la nouaison ne se produit pas pour tous les fleurs, même si chaque fleur est pollinisée et que la plante est en bonne santé (Nisar *et al.*, 2019).

### **5.5.3. Croissance et développement du fruit :**

Le développement du fruit commence avec la nouaison et finit avec le début de maturation des fruits. Chez les rosacées à noyau (Pêcher, Abricotier ... etc), c'est un processus qui implique des événements métaboliques coordonnés tels que des changements dans l'anatomie, la physiologie, la biochimie et l'expression génique (Giovannoni, 2004).

La période de développement du fruit de l'abricot dépend fortement du cultivar. Les fruits de l'abricot et d'autres cultures fruitières de *Prunus* présentent un modèle de croissance

cyclique qui ont été décrits comme un double sigmoïde avec trois stades de développement I, II et III (Jackson et Coombe, 1966 ; Milosevic *et al.*, 2013). Le premier est une période de croissance rapide qui dure environ 30 à 42 jours. Le durcissement des noyaux marque le début de la deuxième étape, au cours de laquelle la taille des fruits augmente plus lentement. La deuxième étape dure plusieurs semaines chez les variétés à maturation précoce et plus longtemps pour les variétés à maturation tardive. La dernière étape est la période de croissance rapide des fruits qui commence habituellement 4 à 6 semaines avant la récolte, (Milosevic *et al.*, 2013).

#### **5.5.4. Maturation des fruits :**

La maturation des fruits est un processus de développement complexe et hautement coordonné qui produit des tissus succulents et savoureux pour les organismes qui consomment et dispersent les graines associées (Giovannoni, 2004). C'est une série des transformations qui se produisent dans un fruit pour l'amener à l'état de maturité. Les principaux changements associés à la maturation sont la couleur (perte de couleur verte et augmentation des pigments non photosynthétiques qui varient selon l'espèce et le cultivar), la fermeté (adoucissement par les parois cellulaires activités dégradantes), le goût (augmentation du sucre et diminution des acides organiques) et la saveur (production de composés volatils fournissant l'arôme caractéristique) (Nath *et al.* ; 2014). La maturation et la sénescence des fruits sont déclenchées à la suite de la diminution ou de l'inactivation d'hormones de division et d'élongation (auxines, gibbérellines et cytokinines) et de l'augmentation d'hormones de sénescence (acide abscissique, éthylène) antagonistes des précédentes (Bartz et Brecht, 2002 ; Gul *et al.*, 2017).

#### **5.6. Différents Stades phénologiques chez l'abricotier :**

La connaissance des différents stades phénologiques est primordiale non seulement pour prédire l'apparition possible d'une maladie et à quel moment les hormones doivent être appliquées, mais aussi pour connaître la sensibilité au déficit hydrique à chaque stade de développement, et d'adapter les programmes de fertilisation aux besoins nutritionnels des plantes (en particulier l'azote) (Mounzer et al ; 2008 ; Petri et al ; 2012). Plusieurs stades phénologiques caractérisent l'évolution de la fleur (Figure 12). Ils ont été décrits par Baggiolini en 1952, puis ont été recodifiés en intégrant l'évolution des bourgeons végétatifs sous l'appellation échelle BBCH par Meier *et al.* (2001) pour une harmonisation entre toutes les espèces fruitières.

Les principaux stades phénologiques caractérisant l'évolution florale chez l'Abricotier établi selon Baggiolini sont illustrés dans la figure 12:



**Figure 12** : Les différents stades phénologiques de l'abricotier établi selon les stades repères de baggiolini (1952) : Bourgeon d'hiver (A), Gonflement des bourgeons (B), Eclatement des bourgeons (calice visible) (C), Ouverture des sépales (Corolle visible) (D), Ballonnets (étamine visible) (E), Plein floraison (F), Fin floraison (G), Nouaison (H), Jeune fruit (I). (Photo originale).

D'après la figure 12 : on distingue 09 principaux stades phénologiques de l'évolution florale (Lichou *et al*, 2012) :

**Stade A** : Bourgeon d'hiver en repos hivernal ou dormance. Tous les bourgeons sont fermés et recouverts d'écailles brun foncé.

**Stade B** : Bourgeon gonflé : gonflement des bourgeons, des inflorescences. Bourgeons fermés et pourvus d'écailles brun clair.

**Stade C:** Calice visible apparition des boutons floraux (fermés). Les écailles brunes s'écartent.

**Stade D:** Corolle visible les sépales s'ouvrent, l'extrémité des pétales apparaît. Les fleurs sont toujours fermées.

**Stade E:** Etamines visibles, la plus part des fleurs forment avec pétales un ballon creux.

**Stade F:** Fleur ouverte, pleine floraison, au minimum 50 % des fleurs sont ouvertes. Les premiers pétales tombent.

**Stade G:** Chute des pétales, la floraison s'achève. La plupart des pétales sont tombés.

**Stade H:** Fruit noué, l'ovaire grossit, chute de certains fruits après floraison.

**Stade I:** Jeune fruit, le calice desséché entoure l'ovaire vert et commence à tomber.

## 6. Les Exigences de l'Abricotier:

La culture de l'abricotier dépend principalement de l'interaction entre le climat, les conditions du sol et le cultivar (Jain et Priyadarshan, 2009). La production, la qualité des fruits et le moment de la récolte seront influencés par ces trois facteurs (Ayanoglu et Kaska ; 1995). L'abricotier est une espèce assez rustique, sa culture est principalement limitée par les gelées printanières. Elle possède des exigences agronomiques, pédologiques et surtout climatiques qui conditionnent sa croissance, sa fructification et la qualité de ses fruits (Lichou, 1998).

### 6.1. Exigences édaphiques :

L'abricotier est très rustique et peut être cultivé dans une variété de sols, allant de sols sablonneux à limoneux-sableux, rocheux et pauvres, soumis à des stress hydriques et nutritifs. Il est sensible aux conditions d'humidité élevée et aux sols lourds. La meilleure performance de l'abricotier est constatée dans des sols limoneux-sableux bien drainés, profonds, riches en matières organiques (Peter, 2007). L'abricotier est adapté aux sols dont les pH sont compris entre 6 et 7 (Lim, 2012). Les sols à forte teneur en calcaire n'affectent pas sa croissance si un drainage adéquat est disponible. Les plants d'abricotiers sont observés même sur les versants rocheux secs des collines où la profondeur du sol est inférieure à 1,0 m et où il n'y a aucune source d'eau. Il est rapporté dans le monde entier que l'abricotier ne tolère pas l'excès d'humidité du sol et le climat humide (Peter, 2007).

### 6.2. Exigences climatiques :

Originnaire du nord-est asiatique, l'abricotier s'est diversifié et adapté à des climats très variés tels que les oasis sahariennes, l'Europe centrale, l'Ouest américain, ou la Nouvelle-Zélande. L'abricotier s'est répandu vers l'Europe de ouest et l'Afrique du nord en empruntant trois voies principales, conduisant à la sélection de variétés différentes dans leurs exigences climatiques : celle de l'Europe centrale (variétés à forts besoins en froid), une voie « Nord

Méditerranée » (exigences en froid intermédiaires) et une autre voie « Sud Méditerranée » (faibles exigences en froid hivernal) (Lichou et Jay, 2012).

Les cultivars d'abricotier ont des exigences climatiques très spécifiques et sont peu adaptables aux variations de l'environnement. En effet, une variété qui produit correctement dans une région est souvent non productive dans une autre. Une précipitation annuelle de 1000 mm suffit pour sa bonne croissance (Peter, 2007). Cela fonctionne bien même dans les régions où les précipitations annuelles sont inférieures à 500 mm (Faust *et al.*, 1998). Il préfère les températures hivernales sèches et froides, pas au-dessous de -35 degrés Celsius sans beaucoup de fluctuation, et un printemps chaud. Il prospère bien dans des conditions arides froides avec une humidité et une pression atmosphériques basses. Les conditions humides augmentent l'attaque des maladies (Peter, 2007), l'abricotier exige un besoin en froid pour briser la dormance entre 800-1200 unités de refroidissement et un besoin en chaleur pour la floraison entre 4078-5879 degrés heures de croissance (GDH) (Ruiz *et al.* 2007).

L'abricotier est une espèce exigeante en lumière, dont le manque se répercute sur l'aoûtement du bois et l'induction florale (Walali et Skiredj, 2005; Bouras et Remmache, 2017).

### **6.3. Exigences Hydriques :**

L'eau est un composant essentiel du tissu végétal, influençant et contrôlant la croissance et le développement des arbres. L'eau est absorbée par les racines du sol et les nutriments dissous dans l'eau sont acheminés vers toutes les parties de la plante par le biais du processus de translocation. Les plantes utilisent l'eau dans divers processus tels que la transpiration, la division cellulaire et la photosynthèse. Un approvisionnement en eau adéquat pendant la phase de croissance a une incidence directe sur la qualité et le rendement des fruits (USAID, 2016).

Les besoins en eau de l'abricotier sont élevés au moment de la croissance du fruit, particulièrement pendant le durcissement du noyau. Il est nécessaire de continuer à apporter des irrigations même après la récolte afin de d'assurer une bonne induction florale (Walali et Skiredj, 2005). Selon Crossa Raynaud, (1961) les besoins en froid sont plus élevés en culture sèche qu'en culture irriguée et que plus l'été a été sec et chaud et plus le débourrement et la floraison seront difficiles l'année suivante. Divers travaux ont démontrés l'effet significative du déficit hydrique sur le potentiel hydrique des feuilles, des variables pomologiques des fruits (poids des fruits et des graines, la dimension des fruits, la fermeté de la chair, le rapport chair / graines), les rendements et sur la qualité des fruits (poids du fruit, la fermeté de la

chair, les SST, le pH et l'acidité). (Ruiz-Sánchez *et al.*, 2007; Pérez-Pastor *et al.*, 2009; Durgac *et al.*, 2017).

Durgac *et al* (2017) confirment le rôle de l'irrigation en vergers d'abricotiers, selon lui la fréquence d'irrigation devait affecter la production des jeunes abricotiers, si l'abricotier est mieux alimenté les phénomènes de concurrences sont moins intenses et l'alternance de production est moins marquée si l'on évite les excès de vigueur.

L'abricotier redoute également les excès d'eau aussi bien dans le sol que dans l'air. La racine de l'abricotier est en effet très sensible à l'asphyxie qui doit être de ce fait à prohiber pour le porte greffe franc (Vidaud, 1980).

#### **6.4. Exigences Nutritionnelles :**

Comme tous les autres organismes vivants, les abricotiers ont besoin de nutriments pour grandir et prospérer. Ils nécessitent seize éléments essentiels pour la croissance et le fonctionnement normal, qui relèvent des macronutriments et des micronutriments (USAID, 2016).

**Macronutriments:** Ce sont les éléments dont les plantes ont besoin en quantités relativement importantes, comme l'azote (favorise la croissance des feuilles vertes et du feuillage), le phosphore (stimule la croissance des racines saines et la formation de fleurs, de graines et de fruits) et le potassium (nécessaire au bon développement des fleurs. et fruits).

**Les macronutriments secondaires**, qui sont nécessaires en plus petites quantités, comprennent le calcium, le magnésium et le soufre.

**Micronutriments:** Ce sont les éléments dont les plantes ont besoin en quantités relativement faibles, comme le bore, le chlore, le cuivre, le fer, le manganèse, le molybdène, le zinc et le nickel (USAID, 2016).

Lors de l'élaboration de programmes de gestion des nutriments minéraux pour les fruits de verger, il est important de tenir compte de la relation demande-offre de nutriments tout au long de la saison. Le développement de la canopée et la croissance des fruits en début de saison nécessitent de grandes quantités d'azote, tandis que le développement de la qualité des fruits et une résistance au froid adéquate plus tard dans la saison ne nécessitent qu'un apport minimal d'azote (USAID, 2016).

Comme les autres cultures, les feuilles doivent être analysées afin de déterminer la bonne quantité d'engrais à apporter. L'abricotier a besoin de certains nutriments sous forme d'engrais chimiques. Les experts en agriculture en Afghanistan recommandent 100 g/ kg d'engrais d'urée par arbre, en fonction de l'âge et de la texture du sol pendant la phase de croissance.

L'engrais est appliqué par différentes méthodes, telles que l'épandage à la main, l'habillage latéral (application d'engrais sous la canopée mais loin du tronc), le placement des bandes (application en bandes le long de la rangée) et la pulvérisation foliaire. Le fumier ou le compost bien décomposé est également une bonne source de différents minéraux et nutriments. Il faut prendre soin de ne pas appliquer de fumier animal frais dans le sol, car il risque d'endommager les arbres (USAID, 2016).

## **7. Modes de culture de l'abricotier en Algérie :**

En Algérie, il existe deux types de matériels d'abricotier l'un spontané, issus de semis et l'autre cultivé multiplié par greffage.

Les accessions spontanées sont dites « Arbi », qui sont issues de semis au hasard, elles représentent des individus spontanés souvent utilisés comme porte-greffe pour les variétés greffées.

Les cultivars greffés sont des variétés sélectionnées et cultivées, qui sont divisées en deux catégories. D'une part, les variétés autochtones traditionnelles qui font preuve d'une adaptation aux conditions locales des régions bien définies. Ces variétés sont propagées par greffage depuis longtemps après une série de sélection par les agriculteurs à partir des semis (Crossa-Raynaud, 1960). D'autre part les variétés améliorées sont issues des travaux de sélection et d'amélioration variétale.

La culture de l'abricotier repose sur des variétés greffées cultivées dans des vergers homogènes en monoculture ou dans des vergers mixtes en culture promiscue réunissant plusieurs autres espèces fruitières (oliviers, amandiers, agrumes, pruniers, grenadiers, pommiers, figuiers).

## **Chapitre II : Ressources et diversité génétique de l'abricotier**

---

## **Chapitre II : Ressources et diversité génétique de l'abricotier**

### **1. Diversité génétique et son intérêt :**

La diversité génétique est la source fondamentale de la biodiversité. En 1989 le Fond Mondial pour la Nature (WWF) définit la biodiversité comme: « la richesse de la vie sur terre des millions de plantes, d'animaux et de micro-organismes, y compris les gènes qu'ils portent et les écosystèmes complexes qui créent l'environnement ». La FAO a inclus la question de la conservation, l'évaluation et l'utilisation des ressources génétiques dans ses domaines d'intérêt depuis 1970 (Çalışkan, 2012).

La diversité génétique décrit la variabilité des gènes entre ou à l'intérieur des espèces et de leurs populations. L'intérêt actuel porté à la biodiversité montre à quel point il est nécessaire de veiller au maintien d'une ressource génétique suffisamment large pour garantir l'adaptation des organismes face aux changements environnementaux directs (les exploitations agricoles et les changements d'usage des terres par exemple) et indirects sur le long terme (changements climatiques globaux).

En effet, cette diversité génétique est très importante car elle représente le support de base sur lequel peut agir la sélection. Il est admis que plus la diversité est grande dans un groupe d'individus (sous-population, population, espèce) plus il sera facile pour certains individus de s'adapter à de nouvelles conditions environnementales. En plus de permettre une plus grande adaptabilité des individus, elle permettra également de réduire la dépression de consanguinité et diminuera ainsi le risque d'extinction (Frankham 2003, 2005).

### **2. Diversité génétique de l'abricotier en Algérie :**

L'abricotier est principalement cultivé dans les régions du Hodna et des Aurès, dans les plaines basses et sèches, dans les plaines littorales et sublittorales, dans le Sahel, dans la steppe et les oasis (Messaad, El-Goléa, Touat, Gouarrara... etc) (INRAA., 2006), où il trouve les conditions favorables pour son développement. Il occupe, en 2019, une superficie de 33 811 ha (MADR, 2019).

Il existe plusieurs cultivars d'abricotiers plantés en Algérie, mais pour les consommateurs, le nom « Mechmech » est attribué pour tous les cultivars. En raison de leur courte durée de conservation et leurs sensibilités au transport, de nombreux cultivars ne sont pas sur mis sur le marché. Ils sont consommés soit localement ou dans les wilayas voisines. Cela a donné lieu à plusieurs variétés qui ne sont pas connues au niveau national.

D'autre part, la gamme des cultivars est limitée à un sous-ensemble des cultivars importé, tel que Canino, Paviot et Bulida. Ces cultivars ont des avantages économiques particuliers, mais ne représentent pas toute la diversité que l'on trouve dans notre pays. Quant aux cultivars autochtones, ils sont menacés par une forte érosion génétique. Plusieurs problèmes ont contribué à cette érosion, parmi eux, il y a les problèmes phytosanitaires qui ont été ignorés par les producteurs, ce qui a entraîné le déclin des vergers d'abricotiers d'une part et le non-renouvellement des plantations d'autre part, s'ajoute à cela les problèmes de production et de commercialisation et l'orientation vers les cultivars introduits, génétiquement améliorés ce qui a contribué à en grande partie à l'érosion des cultivars autochtones qui sont indispensables pour la préservation d'une ressource génétique très riche et diversifiée dans la collection nationale et pour une utilisation dans les futurs travaux d'amélioration variétale.

En 1846, Hardy a énuméré la présence de 23 variétés d'abricotier cultivées à la Pépinière Centrale du Gouvernement à Alger (INRAA, 2006). Selon Bellenot, (1963), durant les années 1959-1960, les plus anciennes plantations d'abricotiers se trouvaient dans les massifs de l'Aurès et du Hodna, tandis qu'on rencontrait des cultures commerciales dans les plaines de la mitidja, dans le département d'Oran et dans le sud du Hodna (Oasis de M'sila et N'gaous) où il occupé durant cette période 4000 ha comprenant environ 500 000 arbre, les principale variétés les plus cultivé sont deux variétés indigènes, Amor Leuche originaire de Tunisie et Louzi rouge originaire du Hodna qui donnent de bon résultats, et deux variétés commerciales Bulida et Luizet, d'autres variétés sont aussi cultivées mais avec des quantités moindres : Poman rose, Polonais, Hâtif Colomer, Giletano Caninos, Hâtif du Portugal.,

D'autre part L'ITAF (1993) a divisé l'espèce en deux groupes dont 7 variétés appartenant au groupe d'Afrique du nord (algériennes et tunisiennes) et 7 variétés européennes (INRAA., 2006). En réalité ceci ne reflète pas le nombre réel des cultivars dispersés à travers tous le pays, vu que le nombre de variétés autorisées à la production et la commercialisation est de 38 variétés (MADR, 2011 ; MADR, 2013 ; MADR, 2017 ; MADR, 2018) Malheureusement, cette diversité variétale est négligée et exposée à des menaces d'érosion génétique, où le nombre de cultivars cités par Hardy en 1846 est supérieur à celui actualisé par le MADR (2011), cette érosion est due en grande partie au remplacement d'anciennes variétés par des variétés améliorées (El Gazzah et Chalabi, 1995), Il est donc essentiel de réaliser une caractérisation couvrant toutes les régions de culture en visant les anciennes variétés traditionnelles locales, peu connues, de moins en moins plantées et menacées par une érosion génétique très forte.

### 3. Etude de la diversité génétique de l'abricotier

La variation génétique est indispensable pour une gestion et une utilisation efficaces des ressources génétiques (Vaughan et Russell, 2004). Bien que le nombre de variétés constituant l'espèce *Prunus Armeniaca L.* soit considérable, leur inventaire, leur identification et leur caractérisation demeurent indispensables, d'une part, pour la diminution des problèmes de confusion surtout d'appellation et d'autre part pour maximiser l'efficacité de la conservation du matériel génétique, de la gestion, et des activités d'amélioration (Krichen *et al.*, 2006).

Plusieurs types de marqueurs tels que les marqueurs phénotypiques, biochimiques et à base d'acide désoxyribonucléique (ADN) ont été utilisés pour étudier la diversité génétique et la structure des populations dans les cultures (Govindaraj *et al.*, 2015).

#### 3.1. Caractérisation par utilisation de marqueurs phénotypiques :

Elle est basée sur l'utilisation des marqueurs agro-morphologiques, qui peuvent être distingué visuellement telles que la structure des graines, la couleur des fleurs, le port de croissance. Les marqueurs morphologiques sont faciles à utiliser, sans nécessiter d'instruments spécifiques. Les sélectionneurs ont utilisé ce type de marqueurs avec succès dans les programmes de sélection pour diverses cultures (Nadeem *et al.*, 2018)

Les marqueurs agro-morphologiques ont été fréquemment utilisés dans les études préliminaires pour l'identification, la caractérisation et la classification des génotypes. D'ailleurs, ils constituent une approche rapide et facile pour évaluer l'étendue de la diversité du germoplasme. Ils constituent des outils utiles pour examiner les accessions de n'importe quelle collection (Asare *et al.*, 2011).

Ce type de caractérisation tient compte des caractères phénologiques, morphologiques et pomologiques qui sont observés, sur le germoplasme tels que les différents stades phénologiques, -couleur, forme, taille des organes (fruit, noyau, pétiole, feuilles... etc.), la résistance aux maladies et ravageurs, le rendement, le taux de matière sèche et l'acidité (Kumar *et al.*, 2015). Les descripteurs morphologiques et agronomiques proposés par l'UPOV pour la caractérisation de l'abricotier font référence.

Plusieurs travaux ont été menés sur l'étude de la diversité génétique de l'abricotier, basé sur l'utilisation des marqueurs agro-morphologique à travers des observations et descriptions effectués sur les caractères phénologiques, morphologiques et pomologiques des différents organes du germoplasme, parmi les principales techniques de caractérisation :

### **3.1.1. Caractérisations morphologiques :**

#### **3.1.1.1. Caractérisations de la vigueur et le port de croissance des arbres :**

La vigueur de l'arbre est appréciée par l'abondance générale de la croissance végétative qui diffère d'un cultivar à un autre, même chose est constatée pour le port de l'arbre qui varie d'un cultivar à un autre. Divers travaux ont été effectués sur la vigueur et le port de l'arbre (Badenes *et al.*, 1998; Asma et Ozturk, 2005; Krichen *et al.*, 2006).

#### **3.1.1.2. Caractérisations foliaire :**

La feuille contient des informations importantes sur la plante à laquelle elle appartient, elle est utilisée pour l'identification des espèces et le diagnostic des maladies des plantes ainsi que pour l'identification des variétés (Altuntaş *et al.*, 2019). La caractérisation des feuilles concerne surtout les différentes mesures tel que la longueur du limbe, le rapport de la longueur et de la largeur du limbe, la longueur du pétiole, le rapport de la longueur du limbe et du pétiole, l'épaisseur du pétiole (Krichen *et al.*, 2006; Kamrani et Bouzari, 2013; Altunas *et al.*, 2019),

#### **3.1.1.3. Caractérisations florale :**

Concerne le diamètre des fleurs, la longueur et la largeur des pétales (Krichen *et al.*, 2006; Rodrigo *et al.*, 2005 ; Demirtas *et al.*, 2010),

#### **3.1.1.4. Caractérisations des stigmates, Stylet et pollen :**

Elle concerne surtout l'étude de la morphologie des anthères leurs couleurs, leurs productions et la taille du pollen des différents cultivars. Divers travaux ont été effectués sur la caractérisation des stigmates, Stylet et pollen (Viti *et al.*, 2000 ; Dezhong *et al.*, 1995 ; Arzani *et al.*, 2005 ; Davarynejad *et al.*, 2015 ; Bendif *et al.*, 2017)

### **3.1.2. Caractérisations pomologiques (qualité des fruits et Noyau) :**

S'intéresse principalement à la caractérisation physico-chimique assignée par le poids du fruit, sa forme ventrale, latérale, sa hauteur, sa largeur latérale et ventrale, le rapport de la hauteur et de la largeur ventrale, le rapport de la largeur latérale et ventrale, le poids du noyau, sa forme, le rapport du poids du fruit et du noyau ... etc. En plus des caractéristiques chimiques concernant la teneur en matières sèches, en sucre totaux et en acidité.(Crossa-Raynaud et Audergon, 1991; Parolari *et al.*, 1992; Badenes *et al.*, 1998; Faust *et al.*, 1998; Krichen *et al.*, 2006; Malik *et al.*, 2010; Polat et Calisakan, 2013; Ouledmehieddine et Mihoubi, 2016; Imrak *et al.*, 2017).

### **3.1.3. Caractérisations phénologiques :**

La phénologie vient du mot grec "Phainestai", qui signifie "montrer ou apparaître", La phénologie moderne est l'étude chronologique des événements biologiques récurrents dans le

monde animal et végétal, des causes de leur synchronisation par rapport aux forces biotiques et abiotiques, et de l'interrelation entre les phases d'une même espèce ou d'espèces différentes (Lieth, 1974). Dans le cas des végétaux ces événements phénologiques concerne surtout les différents stades phénologiques tel que : la feuillaison, la fructification, le changement de couleur des feuilles et la chute des feuilles en automne... etc.

L'étude de la phénologie est basée sur des observations et des mesures d'une série d'organes végétaux dans une période déterminée. Ceci constitue un élément essentiel pour évaluer l'adaptabilité des espèces fruitières dans des conditions environnementales particulières (Petri *et al.*; 2012).

L'étude des différents stades phénologiques de la croissance des arbres est très important non seulement pour prédire quand des hormones doivent être appliquées et l'apparition possible de la maladie, mais aussi pour connaître la sensibilité au déficit hydrique à chaque stade de développement, et d'adapter les programmes de fertilisation aux besoins nutritionnels des plantes (en particulier en azote), contribuant ainsi à des rendements et une qualité des cultures plus stables (Torrecillas *et al.*, 2000 ; Pérez-Pastor *et al.*, 2004 ; Ruml et Vulic, 2005). De nombreux travaux ont été réalisés sur la caractérisation des stades phénologiques de l'abricotier, à travers le suivies de ses différents stades phenologiques tel que : Débourrement, floraison, nouaison, date de maturation ... etc (Pérez-Pastor *et al.*, 2004 ; Krichen *et al.*, 2006; Polat et Caliskan, 2013; Imrak *et al.*, 2017).

Les marqueurs agro-morphologiques à eux seuls ont montré leurs utilités pour l'identification des variétés. Permettant ainsi de résoudre l'homonymie et la synonymie qui existe entre les cultivars (Krichen *et al.*, 2006). Cependant, ces marqueurs sont peu polymorphes, dominants, ils s'interfèrent souvent avec d'autres caractères (de Vienne, 1998). En outre, l'expression de la plupart des caractères morphologiques est influencée par les stades de croissance des plantes et divers facteurs environnementaux (Eagles *et al.*, 2001; Struss *et al.*, 2003).

### **3.2. Caractérisation par utilisation des marqueurs Biochimiques :**

Les marqueurs biochimiques sont des protéines produites par l'expression de gènes et qui peuvent être séparées par électrophorèse afin d'en identifier les allèles (Ghalmi, 2011). Les isozymes ont été les premiers marqueurs moléculaires utilisés dans la sélection variétale (Orton et Tanksley, 1983). Ils sont les plus utilisés dans l'amélioration végétale des prunus (Tanksley *et al.*, 1988, Messeguer *et al.*, 1987, Byrne et Littleron, 1988), Ce sont des protéines de différentes formes moléculaires et qui ont la même spécificité enzymatique, avec des caractères monogéniques qui s'expriment de façon codominante.

En raison de ces caractéristiques et de la procédure analytique relativement simple utilisée pour les détecter, elles ont été largement utilisées en génétique et en sélection végétale. Chez les *Prunus*, les isoenzymes ont été utilisées pour l'identification des cultivars et des hybrides interspécifiques, la détection des relations phylogénétiques entre les espèces, le marquage des gènes contrôlant des caractères économiquement importants et la création de cartes génétiques (Martinez-Gomez *et al.*, 2003; Milatovic, 2009).

Byrne et Littleton 1989 sont les premiers à avoir utilisés les marqueurs isoenzymes pour étudier leurs polymorphismes chez l'abricotier, ils ont examiné 69 clones d'abricots en utilisant des gels d'amidon et ont trouvé un polymorphisme à trois (GPGD, MDH, PGM) des sept enzymes examinées. Ce polymorphisme était supérieur à celui du pêcher mais inférieur à celui rapporté chez le prunier ou l'amandier. Par la suite d'autres études se sont succédées ultérieurement, et de nouveaux polymorphismes enzymatiques ont été détectés, tel que la phosphatase acide avec trois phénotypes et l'estérase avec quatre phénotypes, la glutamate oxaloacétate transaminase et la superoxyde dismutase avec quatre phénotypes chacun et dans la glutamate déshydrogénase avec trois phénotypes (Battistini et Sansavini, 1991; Pashkoulov, 1993; Badenes *et al.* 1996; Manganaris *et al.*, 1999). Les isozymes ont révélé de faibles niveaux de polymorphisme dans l'abricot européen limitant ainsi cette technique d'études génétiques de l'abricot (Hurtado *et al.*, 2002).

### **3.3. Caractérisation par l'utilisation des marqueurs moléculaires :**

L'utilisation des marqueurs moléculaires est venue compléter et surmonter les problèmes des marqueurs agro-morphologiques et biochimiques, Ils offrent plusieurs avantages par rapport aux marqueurs phénotypiques traditionnels. Ils sont plus précis car ils permettent d'étudier la diversité à sa base plutôt que sur les produits de son expression.

Les marqueurs moléculaires ont révolutionné et modernisé notre capacité à caractériser la variation génétique et à rationaliser la sélection génétique, étant des outils efficaces et fiables pour l'analyse des architectures génomiques et des polymorphismes géniques chez les plantes cultivées. Le domaine de la génomique végétale qui a connu le plus grand développement en ce qui concerne l'utilisation de la technologie des marqueurs moléculaires est celui de la génétique des populations. Tous les tests de polymorphisme de l'ADN se sont avérés être des outils puissants pour caractériser et étudier les ressources génétiques, la variation génétique et la différenciation des populations, sur la base de la diversité génétique et des estimations du flux génétique (Barcaccia, 2010 ; Kalia *et al.*, 2011).

Les marqueurs moléculaires sont définis comme étant un fragment d'ADN révélant des mutations / variations, qui peut être utilisé pour détecter le polymorphisme entre différents

génotypes ou allèles d'un gène pour une séquence particulière d'ADN dans une population ou un pool de gènes. De tels fragments sont associés à un certain emplacement dans le génome (Jiang, 2013)

### **3.3.1. Critère de choix d'un marqueur moléculaire :**

Le choix des marqueurs moléculaires est un élément déterminant dans la détection variétale en attribuant une empreinte génétique spécifique à chaque génotype d'une part et pour identifier des gènes liés à des caractères morphologiques ou agronomiques d'intérêt d'autre part. Un marqueur moléculaire doit alors présenter différentes qualités : la sensibilité (détection à partir de faibles quantités d'ADN), la spécificité, la reproductibilité, la répétabilité (obtenir les mêmes résultats lors d'expériences espacées dans le temps), le pouvoir discriminant (polymorphisme de la séquence d'ADN adapté au génotypage de l'organisme étudié et à la question posée) et la stabilité dans le temps (Jiang, 2013).

### **3.3.2. Principaux types des marqueurs moléculaires :**

Les marqueurs moléculaires montrent un polymorphisme au niveau de l'ADN et sont abondants sur le génome (Kumar, 2015). Selon la méthode utilisée pour révéler le polymorphisme, ils peuvent être divisés en deux catégories: les polymorphismes basés sur l'hybridation et les polymorphismes basés sur la PCR. Bien que n'importe quel marqueur d'ADN puisse être utilisé pour la cartographie génique, les plus fréquemment utilisés sont les RFLP, RAPD, ISSR, Microsatellites, AFLP et SNP.

#### **3.3.2.1. Polymorphismes basés sur l'hybridation :**

##### **Marqueurs RFLP :**

L'analyse RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) a été l'une des premières techniques largement utilisées pour détecter les variations au niveau de la séquence d'ADN. Le principe derrière cette technique repose sur la possibilité de comparer les profils de bande générés après la digestion de l'ADN génomique de différents individus avec les enzymes de restriction et d'hybridation avec des sondes radioactives ou fluorescentes, et qui peuvent être visualisées par coloration au bromure d'éthidium (Wunsch et Hormaza, 2002). Diverses mutations qui auraient pu se produire affectent les molécules d'ADN de différentes manières et produisent des fragments de longueurs variables.

Ces différences de longueur des fragments peuvent être détectées après électrophorèse sur gel. Il existe plusieurs rapports sur l'utilisation du RFLP dans l'étude cartographique de *Prunus* (Joobeur *et al.*, 1998; Wang *et al.*, 1998). Bien que les marqueurs RFLP soient co-dominants, simplement transférables entre les laboratoires et robustes, ces marqueurs ont des limites, notamment: le coût de développement des combinaisons sonde-enzyme est

relativement élevé, la quantité d'ADN nécessaire à la génération de l'empreinte ADN est plus importante que les autres méthodes, l'extraction d'ADN à grande échelle est laborieuse et prend du temps, et leur utilisation est complexe car les procédures n'ont pas été automatisées et impliquent souvent l'utilisation de radio-isotopes (Martinez-Gómez *et al.*, 2003).

### 3.3.2.2. Polymorphismes basés sur la PCR :

Dans la réaction en chaîne par polymérase (PCR), une paire d'amorces oligonucléotidiques est utilisée pour copier chaque brin d'ADN matrice dénaturé à l'aide de l'enzyme Taq polymérase, qui ajoute des nucléotides aux extrémités 3' des amorces. La PCR comporte trois étapes: la dénaturation de la matrice, l'hybridation des amorces et l'extension enzymatique. Ces étapes sont répétées plusieurs fois pour amplifier les régions intermédiaires spécifiées par les amorces. En conséquence, la quantité d'ADN augmente de façon exponentielle. Les méthodes basées sur la PCR permettent une identification rapide du polymorphisme de l'ADN par détection de différents fragments moléculaires amplifiés (marqueurs co-dominants) ou par la présence ou l'absence de bandes amplifiées (marqueurs dominants) par électrophorèse sur des gels d'agarose ou de polyacrylamide et des méthodes de coloration (Baird *et al.*, 1994). Les marqueurs basés sur la PCR sont les types de marqueurs les plus courants qui ont été utilisés pour les études de cartographie.

#### Les marqueurs RAPD :

L'ADN de polymorphisme amplifié aléatoire (RAPD) est un fragment d'ADN génomique qui est amplifié par PCR en utilisant une amorce décarnère avec une séquence arbitraire, où le polymorphisme est révélé en présence ou en l'absence de produits amplifiés (Wunsch et Hormaza, 2002). Les RAPD ont été utilisés en raison du niveau modérément élevé de polymorphisme qu'ils révèlent, du faible coût par rapport à des techniques comme l'analyse des isozymes et RFLP ainsi que leur simplicité. Bien que les isoenzymes n'aient révélé aucune diversité chez le pin rouge (*Pinus resinosa*), les marqueurs RAPD ont révélé une diversité dans la population (DeVerno et Mosseler, 1997). En raison de la petite taille des amorces RAPD (10 pb), le schéma d'amplification peut varier entre les dosages avec les mêmes matériaux (Jones *et al.*, 1997). Cela les rend moins reproductibles que les autres techniques. De plus, ces marqueurs sont dominants et les individus hétérozygotes ne peuvent être distingués des individus dominants homozygotes (Jones *et al.*, 1997).

#### Les marqueurs AFLP :

Polymorphisme de longueur des fragments d'amplification (AFLP) combine l'utilisation d'enzymes de restriction, similaires au RFLP, avec l'amplification sélectifs des fragments par PCR. Dans un premier temps, l'ADN est digéré deux fois par deux enzymes de

restriction, un cutter rare tel que PstI qui produit des fragments à faibles copies et un cutter fréquent tel que MseI, qui produit beaucoup de fragments. Ensuite, deux différents nucléotides sélectifs courts (adaptateurs) sont ligaturés aux deux extrémités des fragments qui agissent comme des sites de liaisons pour les amorces de PCR, puis des amorces sont conçues pour ces modèles pour l'amplification par PCR (Thomas *et al.*, 1995; Wunsch et Hormaza, 2002). La technique AFLP permet d'étudier de nombreux locus et génère des marqueurs hautement reproductibles qui sont également considérés comme spécifiques au locus dans une espèce (Van der Voort *et al.*, 1997).

La technique AFLP a prouvé sa validité et reproductibilité (Lin *et al.*, 1996; Okano *et al.*, 1998; Meudt et Clarke, 2007). Les marqueurs AFLP sont avantageux car ils ne nécessitent pas d'information a priori sur le génome ciblé (Paun et Schönswetter, 2012). Ces marqueurs AFLP dominants ont de nombreux loci dialléliques à l'échelle du génome qui sont individuellement moins informatifs mais tirent leurs puissances statistiques de leurs nombres.

En revanche, les microsatellites comprennent généralement quelques loci multialléliques hautement informatifs avec une grande capacité de discrimination. Cependant, l'utilisation de l'AFLP est techniquement difficile et comparée à d'autres marqueurs elle est relativement coûteuse (Jones *et al.*, 1997).

### **Les microsatellites (SSR) :**

Les microsatellites, également connus sous le nom de répétitions de séquences simples (SSR) ou de courtes répétitions en tandem (STR) sont des marqueurs très informatifs et largement utilisés pour les études génétiques et de sélection (Saha *et al.*, 2006), ils ont été détectés dans les années 80 (Hamada *et al.*, 1982). Ils correspondent à des régions d'ADN répétitives non codantes composées de petits motifs de 1 à 6 nucléotides répétés en tandem, qui sont répandus dans les génomes eucaryotes et procaryotes (Dawn et Wills, 1998; Tóth *et al.*, 2000).

Ces marqueurs sont caractérisés par leur codominance, hyper-variabilité et reproductibilité, ce qui les rend idéaux pour la cartographie du génome (Dayanandan *et al.*, 1998; Huang *et al.*, 2011). Les séquences microsatellites sont très sensibles aux événements de mutations, ce qui confère à ces marqueurs un polymorphisme extrêmement élevé basé sur un nombre différent de motifs répétés à un locus donné. Leur analyse permet de suivre les flux de gènes et d'identifier éventuellement les liens de parenté entre accessions (Powell *et al.*, 1996). De ce fait, ces marqueurs sont très puissants pour l'identification des cultivars, l'évaluation de la diversité génétique, l'étude de la cartographie génétique ainsi que les analyses de génétique des populations (Tautz et Schlötterer, 1994).

De nombreuses analyses de diversité génétique utilisant ces marqueurs ont été menées chez différentes espèces fruitières telles que le palmier dattier (Zehdi *et al.*, 2004; Bodian *et al.*, 2014; Elmeer et Mattat, 2015), l'olivier (Rallo *et al.*, 2000 ; Muzzalupo *et al.*, 2014), la vigne (Bowers *et al.*, 1996; Sefc *et al.*, 1998; Gaspero *et al.*, 2000; Huang *et al.*, 2011), le pommier (Gianfranceschi *et al.*, 1998; Zhang *et al.*, 2012; Omasheva *et al.*, 2018) et le figuier (Saddoud *et al.*, 2005; Perez-Jiménez *et al.*, 2012). Les premiers marqueurs microsatellites mis en évidence chez les *Prunus* ont été réalisés par Cipriani *et al.* (1999) à partir de deux banques d'ADN génomique de pêcher (*Prunus persica*).

Depuis, de nombreuses études ont permis le développement de ce type de marqueurs chez l'ensemble des espèces fruitières importantes du genre *Prunus*. Les SSRs se sont montrés être très efficaces dans l'analyse de la variabilité et l'identification variétale chez le pêcher (Testolin *et al.*, 2000; Sosinski *et al.*, 2000; Aranzana *et al.*, 2002; Dirlwanger *et al.*, 2002; Yamamoto *et al.*, 2002; Li *et al.*, 2008; Hong *et al.*, 2013; Thurow *et al.*, 2017), l'amandier (Testolin *et al.*, 2004; Joobeur *et al.*, 2000; Mnejja *et al.*, 2005; Rahemi *et al.*, 2011; Rigoldi *et al.*, 2015; Halász *et al.*, 2019), le cerisier (Downey et Iezzoni, 2000; Cantini *et al.*, 2001; Clarke et Tobutt, 2003; Struss *et al.*, 2003; Vaughan et Russel, 2004; Liang *et al.*, 2018; Patzak *et al.*, 2019), le prunier (Mnejja *et al.*, 2004; Carrasco *et al.*, 2012; Zhebentyayeva *et al.*, 2019) et l'abricotier (Lopes *et al.*, 2002; Decroocq *et al.*, 2003; Messina *et al.*, 2004; Hagen *et al.*, 2004; Krichen *et al.*, 2006; Vilanova *et al.*, 2006; Khan *et al.*, 2008 ; hayashi *et al.*, 2009; pedryc *et al.*, 2009; Bourguiba *et al.*, 2010; Kheloufi, 2013 ; Wang *et al.*, 2014; Li *et al.*, 2014; Li *et al.*, 2018; Bakir *et al.*, 2019; Bourguiba *et al.*, 2020).

Le développement des marqueurs microsatellites a permis l'élaboration de différentes cartes génétiques visant la détection de plusieurs QTLs ou de gènes d'intérêts agronomiques. De plus les microsatellites ont joué un rôle très important dans la sélection variétale et la détection des pathogènes comme le cas du marqueur PGS1.21 qui a permis de définir un premier niveau de sensibilité des abricotiers pour le virus de la sharka (PPV) (Rubio *et al.*, 2014). Certaines difficultés associées aux microsatellites comprennent des problèmes pratiques pour l'isolement et l'analyse des microsatellites tels que le coût de production de la bibliothèque d'ADN et des clones contenant des microsatellites, ainsi que des bandes de bégaiement qui sont généralement moins intenses que le produit souhaité rendent le processus de notation difficile. Si les amorces n'ont pas été désignées dans des recherches antérieures, alors l'isolement de ce marqueur peut être à la fois long et coûteux (Powell *et al.*, 1996; Ciofi *et al.* 1998).

### **Les marqueurs ISSR :**

L'amplification des répétitions de séquences inter-simples (ISSR) est une technique relativement nouvelle qui s'est révélée être un moyen puissant, rapide, simple, reproductible et

peu coûteux d'évaluer la diversité génétique ou d'identifier des cultivars étroitement apparentés chez de nombreuses espèces, y compris les espèces fruitiers (González *et al.*, 2002). Les marqueurs ISSR sont basés sur l'amplification de régions spécifiques entre deux séquences SSR, et offrent une couverture profonde du génome, une grande efficacité, et un bon rapport coût-efficacité (Li *et al.*, 2014). Le système de marqueurs ISSR détecte les polymorphismes dans les régions d'ADN inter-microsatellites sans aucune connaissance préalable de la séquence (Zietkiewicz *et al.*, 1994). A l'encontre des marqueurs SSR les séquences flanquantes doivent être connues pour concevoir les ancrs 5' des amorces de la réaction en chaîne par polymérase (PCR) (Godwin *et al.*, 1997) ces marqueurs ont été largement utilisés dans divers études portées sur l'abricotier (Zhang *et al.*, 2014; Ganopoulos *et al.*, 2011; Yilmaz *et al.*, 2012). La basse reproductibilité des RAPD, le coût élevé d'AFLP et la nécessité de savoir au préalable la séquence d'ADN de la région flanquante du microsatellite, ont eu comme conséquence le développement de la technique ISSR (Zietkiewicz *et al.*, 1994; Terzopoulos *et al.*, 2005).

### **Les marqueurs SNP :**

Ces dernières années, les polymorphismes mononucléotidiques (SNP) ont gagné en popularité en tant que marqueurs moléculaires précieux et efficaces en raison de leurs abondances dans les génomes végétaux, estimée à plus d'un SNP pour 1000 pb (Rafalski, 2002). Cette technique permet de repérer les différences au niveau d'un nucléotide dans une séquence d'ADN (Bracci *et al.*, 2011; Mas-Gómez *et al.*, 2021). Parmi les principaux avantages des marqueurs SNP par rapport aux autres marqueurs d'ADN, le reste des marqueurs d'ADN comprennent une large distribution à travers le génome (bien que leur occurrence et leur distribution varient selon les espèces), la possibilité d'utiliser des échantillons d'ADN extrêmement dégradés, et la possibilité de multiplexer des centaines de marqueurs au cours d'une seule expérience.

En outre, les SNP sont présents dans les régions codantes et non codantes des gènes, et peuvent influencer la fonction du gène en déterminant des changements dans l'acide aminé codé (SNP non synonymes) (salazar *et al.*, 2015). Ces changements fonctionnels pourraient être responsables de changements phénotypiques chez les plantes (Vendramin *et al.*, 2014; Huq *et al.*, 2016; Morgil *et al.*; 2020). Les marqueurs SNP ont été employés pour l'identification des cultivars et l'évaluation de la diversité génétique et du pedigree de plusieurs espèces fruitières tel que l'abricotier du japon (*Prunus mume* Sieb. et Zucc), l'amandier, le pêcher, et la cerisier doux et amère (Fang *et al.*, 2006; Wu *et al.*, 2008; Aranzana *et al.*, 2012; Fernández i Martí *et al.*, 2012; Ganopoulos *et al.*, 2013; Salazar *et al.*, 2015; Cao *et al.*, 2019), récemment, Bielsa *et al.*, (2014) ont utilisé des marqueurs SNP pour caractériser différents porte-greffes de Prunus.

# **Chapitre III : La compatibilité pollinique chez l'Abricotier**

---

## Chapitre III : La compatibilité pollinique chez l'Abricotier

### 1. Généralités sur la pollinisation chez l'abricotier :

Il est bien connu que la pollinisation est un service écosystémique important qui n'est pas seulement essentiel à la fertilité des plantes mais aussi à l'augmentation de leur productivité. La majorité des plantes sont pollinisées par une interaction entre un insecte vecteur et la plante (Ramírez et Kallarackal, 2018). La pollinisation est définie comme étant le transfert des grains de pollen de l'anthere à la surface stigmatique du carpelle. Il a également été défini comme «le transfert de pollen de la partie mâle de la fleur, des anthères, à la partie femelle réceptive, le stigmate» (Abrol, 2012).

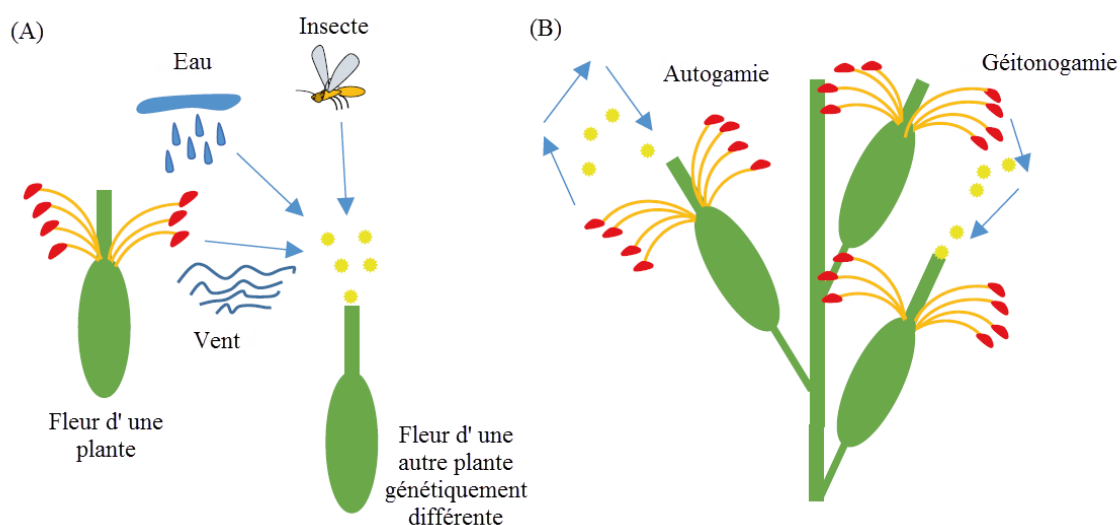
Le dépôt du pollen sur les stigmates, la germination du pollen et la croissance des tubes polliniques jusqu'aux ovules sont généralement considérés comme des facteurs nécessaires qui influencent le succès de la reproduction sexuée chez les angiospermes. Le taux de pollinisation influence donc la quantité de fruits mis en place. Une question importante en écologie de la reproduction des plantes est de savoir si le succès de la reproduction des femelles est souvent limité par une réception insuffisante de pollen (Burd, 1994).

L'abricotier est une espèce préférentiellement autogame mais il existe des variétés allogames qui exigent un mélange variétal dans le verger pour assurer la pollinisation (Crossa Raynaud, 1961). La pollinisation des variétés d'abricotier allogames est assurée principalement par les abeilles domestiques (*Apis mellifera*) mais également par les abeilles asiatiques (*Apis cerana*) (Abrol, 2012). La pollinisation des cultivars autogame par des insectes n'est pas une exigence stricte pour la fructification, mais elle augmente considérablement les rendements (Klein *et al.*, 2007). La pollinisation par le vent est négligeable car le pollen de l'abricotier est lourd et collant (Lichou et Jay, 2012). La distance de pollinisation est variable selon la densité de fleurs dans le verger et peut atteindre une centaine de mètres (Lichou *et al.*, 1989).

Il existe deux types de pollinisation qui peuvent se produire chez les espèces fruitières (Ramírez et Kallarack, 2018) :

**L'autopollinisation** : Dans le cas où la pollinisation et la fécondation ont lieu dans la même fleur (Autogamie) ou si la pollinisation et la fécondation prennent place entre les fleurs de la même plante (Géitonogamie) (Figure 13).

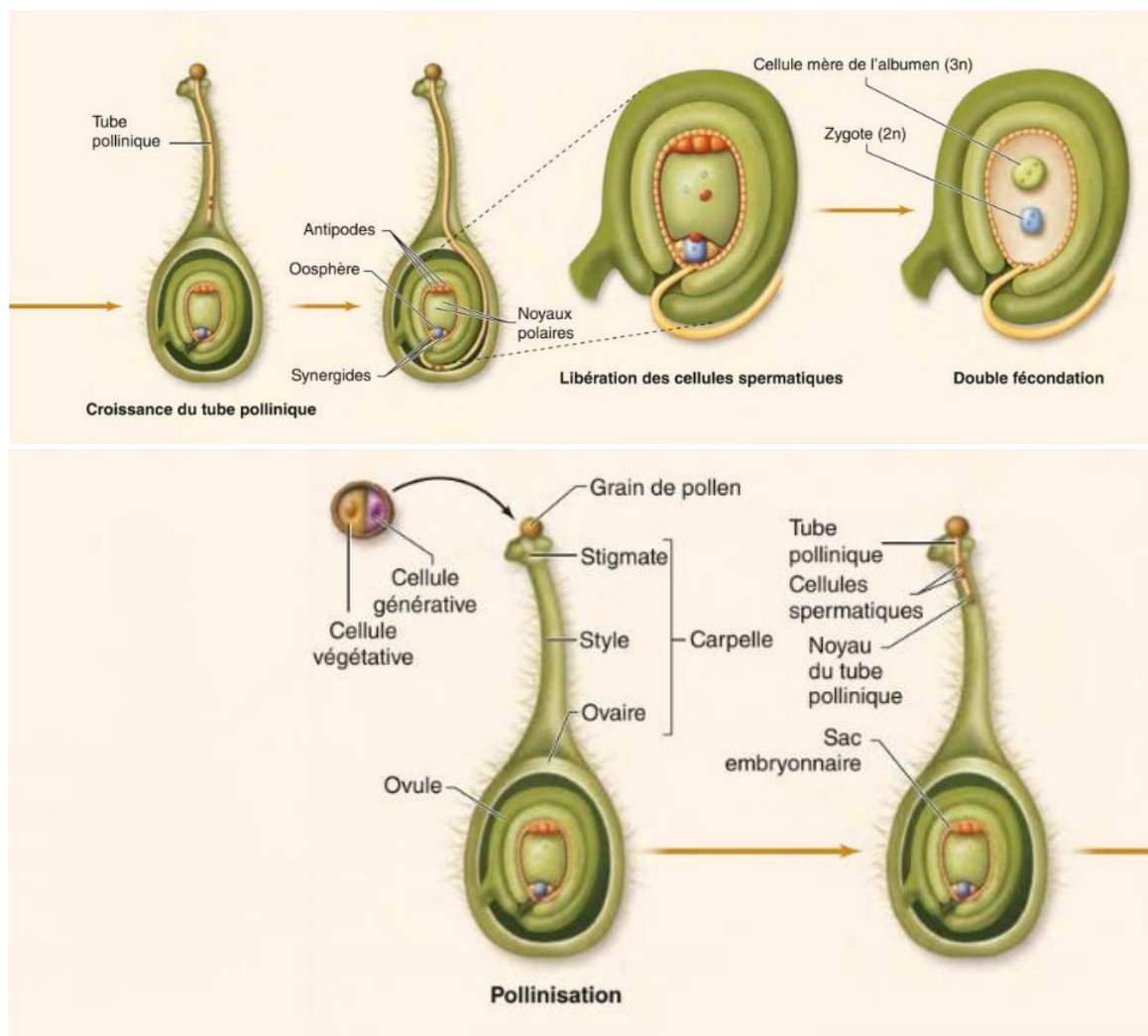
**La pollinisation croisée :** C'est le transfert de pollen entre des plantes qui ne sont pas de matériel génétique identique, c'est-à-dire que les gamètes de pollen ne sont pas génétiquement identiques aux gamètes de l'ovule. (Figure 13)



**Figure 13 :** Types de Pollinisation chez les espèces fruitières : (A) Pollinisation Croisée, (B) Autopollinisation (Ramírez et Kallarackal, 2018).

### 1.1. Fécondation et compatibilité pollinique :

La déhiscence des anthères intervient très rapidement à l'ouverture de la fleur. Chez les variétés auto-fertiles, le pollen qui est libéré et mise en contact avec le stigmate de la même fleur (ou d'une fleur de la même variété) peut germer, la cellule végétative croît en un tube pollinique qui s'oriente vers le sac embryonnaire. En même temps, la cellule générative se divise pour former deux gamètes mâles. Lorsque le tube pollinique atteint le sac embryonnaire, il pénètre par l'une des synergides et libère les deux gamètes. Une double fécondation se réalise alors, le noyau de l'un des gamètes fusionnant avec l'oosphère pour former un zygote ( $2n$ ) tandis que le noyau de l'autre gamète fusionne avec les deux noyaux polaires en un noyau triploïde ( $3n$ ), qui donnera naissance à l'albumen (Figure 14). Dès la pollinisation une sollicitation hormonale va provoquer un début de grossissement des parois de l'ovaire. Cependant la croissance définitive du petit fruit ne peut se poursuivre que si le relai hormonal est assuré par le développement de l'embryon. Dans le cas contraire le fruit chute (Lichou et Jay, 2012 ; Raven *et al.*, 2020).



**Figure 14 :** Formation du tube pollinique et la double fécondation (Raven *et al.*, 2020)

Il existe cependant de nombreux cas où le processus de fécondation est impossible. Cela est surtout dû aux différentes barrières physiques et génétiques développées par les plantes pour empêcher l'autopollinisation et favoriser les croisements externes, et ainsi assurer la variabilité génétique (Silva et Goring, 2001). Parmi ces stratégies, Une barrière physique peut être trouvée dans les fleurs bisexuées par une maturation temporelle différente des parties mâle et femelle (dichogamie) ou par une séparation spatiale des parties femelle et mâle (herkogamie) (Barrett, 2003). La barrière génétique, l'auto-incompatibilité (SI), est considérée comme l'un des mécanismes les plus efficaces pour promouvoir l'out-crossing.

## 1.2. Mécanisme d'Auto-incompatibilité :

L'auto-incompatibilité (SI) est définie comme l'incapacité d'une plante à graines hermaphrodite fertile à produire des zygotes après l'autopollinisation. (De Nettancourt , 2001).

C'est l'une des stratégies qui permet d'éviter les effets néfastes de l'autofécondation et de la dépression de consanguinité et ainsi promouvoir le croisement chez les individus qui ne

sont pas connexe, par conséquent, c'est un mécanisme créateur de nouvelle variabilité génétique (Miller et Kostyun, 2011 ; Muñoz-Sanz et al 2020). Le système d'auto-incompatibilité est signalé dans plus de 100 familles de plante et présent chez environ 40 % des espèces d'Angiospermes dont de nombreuses espèces cultivées importantes (colza, pomme de terre, olive, thé, café...) (Igic *et al.*, 2008).

L'auto-incompatibilité est contrôlée par un locus S, de nombreux allèles du locus S régulent les réponses de reconnaissance entre pollen et stigmate. Classiquement, les systèmes d'auto-incompatibilité appartiennent à l'une des deux catégories suivantes: auto-incompatibilité gaméophytique si le rejet est déterminé par le génotype haploïde du pollen ou auto-incompatibilité sporophytique s'il est basé sur le génotype diploïde du parent mâle. (Seavey et Bawa, 1986; Koseva et al., 2017; Raven *et al.*, 2020)

### 1.2.1. Auto-incompatibilité gaméophytique :

L'auto-incompatibilité gaméophytique (GSI) est un système largement répandu dans le règne végétal (Igic et Kohn, 2001), qui empêche l'autofécondation et favorise l'out-crossing (De Nettancourt, 2001). La reconnaissance spécifique de la GSI est sous le contrôle d'un locus multi-allélique, appelé locus S, ce mécanisme dépend du locus S haploïde du pollen et du locus S diploïde du stigmate. Si l'un des allèles S du stigmate correspond à l'allèle S unique du pollen, la croissance du tube pollinique est inhibée avant qu'il n'atteigne le sac embryonnaire (Figure 15).

L'incompatibilité chez l'abricotier est gaméophytique et le trait est contrôlé par un seule locus multi-allélique appelé locus S (Burgos *et al.*,1998), contenant au moins deux gènes liés : une S-RNase exprimée par le pistil (McClure *et al.*, 1989), et une locus S F-box (S- haplotype specific F-box) exprimée par le pollen (Lai *et al.*, 2002; Ushijima *et al.*, 2003). Ces S-RNases sont responsables de la capacité du pistil à reconnaître et à rejeter l'auto-pollen (Huang *et al.*, 1994 ; Murfett *et al.*,1994),elle agit comme une cytotoxine et dégrade l'ARN essentiel à la traduction des protéines de sorte que l'arrêt de la croissance du tube pollinique s'ensuit (Matton *et al.*, 1994).

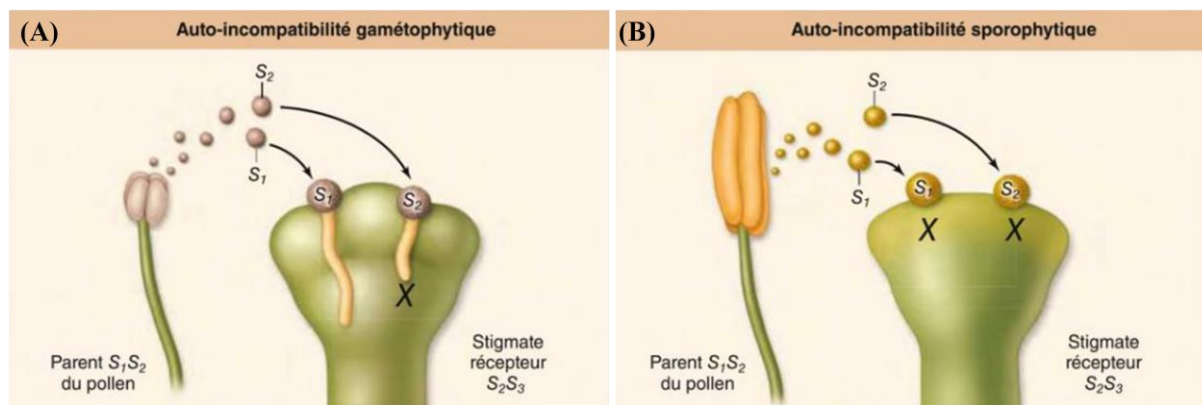
Les gènes de type F-box situés à proximité de la région du locus S (Matsumoto et Tao, 2016; Chen *et al.*, 2018), ont pour rôle l'inactivation de l'effet cytotoxique des S-RNases non-soi (Luu *et al.*, 2001; Sonneveld *et al.*, 2005). En effet chacune des protéines codées (SFBBs) du S pollen (F-box) reconnaît et interagit avec un sous-ensemble de protéines du S-pistil non-spécifique, appelées S-RNases, en Facilitant leur ubiquitination et leur dégradation

(Vieira *et al.*, 2019). Ce qui permettrait aux tubes polliniques de grandir dans n'importe quel style et atteindre les ovules pistil (Burgos *et al.*, 1998).

### 1.2.2. Auto-incompatibilité sporophytique :

Dans l'auto-incompatibilité sporophytique (SSI), le phénotype SI du pollen est déterminé par le génotype diploïde de l'anthère (le sporophyte) dans lequel il a été créé (Franklin-tong et Franklin, 2003). Cette forme de SI a été identifiée dans 10 familles de plantes tel que : le Brassicaceae, Asteraceae, Convolvulaceae, Betulaceae, Caryophyllaceae, Sterculiaceae et Polemoniaceae (Weller *et al.*, 1995; goodwillie, 1997; Igic *et al.*, 2008). La SSI a été caractérisée de manière plus approfondie chez les Brassicaceae (chou, brocoli, colza,...), (Takayama & Isogai, 2005 ; Ivanov *et al.*, 2010 ; Tantikanjana *et al.*, 2010), Dans le SSI, les facteurs de reconnaissance sont codés par le sporophyte et déposés de manière extracellulaire sur la paroi du grain de pollen.

La germination du pollen est arrêtée à la surface du stigmate lorsque l'allèle S du pollen haploïde correspond à l'un ou l'autre des allèles S du pistil diploïde (Brugière *et al.*, 2000) (Figure 15). Le locus S est composé de deux gènes étroitement liés, une kinase réceptrice du locus S exprimée par le pistil (SRK) et la protéine riche en cystéine du locus S déterminant le mâle (pollen) (SCR). Lorsque le locus S fonctionne correctement, un grain de pollen qui se fixe sur un stigmate ayant le même génotype de locus S diploïde déclenche une réponse qui arrête la croissance du tube pollinique (Koseva *et al.*, 2017).



**Figure 15 :** Mécanisme de l'auto-incompatibilité génétique : (A) auto-incompatibilité gamétophytique, (B) l'auto-incompatibilité sporophytique (Raven *et al.*, 2020).

## 2. Etude de l'auto-compatibilité chez l'abricotier :

L'auto-incompatibilité chez les Rosaceae est déterminée par un système d'auto-incompatibilité gamétophytique (GSI) qui est principalement contrôlé par le locus multiallélique S. L'auto-incompatibilité est courante chez les cultivars d'abricot (*Prunus armeniaca* L.) des groupes écogéographiques d'Asie centrale et d'Irano-Caucase et exigent un

mélange variétal dans le verger pour assurer la pollinisation, tandis que la plupart des cultivars d'abricots d'Europe sont considérés comme auto-compatibles (Kostina et Gorshkova, 1976 ; Mehlenbacher *et al.*, 1991). Cependant, au cours des dernières décennies de nombreuses exceptions ont été découvertes (Burgos *et al.*, 1998; Lamb et Stiles, 1983; Nyutj *et al.*, 1985; Schultz, 1948). Cela peut s'expliquer par l'utilisation de cultivars auto-incompatibles asiatiques ou nord-américains dans les programmes de sélection qui visent à créer de nouveaux génotypes avec les caractéristiques suivantes: résistance au virus de la varicelle du prunier, tolérance au gel, augmentation de la teneur en sucre ou allongement du temps de récolte (Milatovic et Nikolić, 2007). la majorité des variétés cultivées en Algérie sont auto-compatibles (Bendif *et al.*, 2017).

Chez l'abricotier, la détermination d'auto-(in)compatibilité est de plus en plus importante, puisque la mise en circulation d'un nombre important de nouveaux cultivars a entraîné l'augmentation de cultivars dont les besoins en pollinisation sont inconnus. Afin de résoudre ce problème différentes méthodologies ont été utilisées pour déterminer l'auto(in)compatibilité de ces cultivars.

## **2.1. Méthode Biologique :**

### **2.1.1. Test de l'auto-compatibilité des cultivars sur terrain par ensachage :**

L'auto-(in)compatibilité est traditionnellement déterminée en surveillant la nouaison des fleurs qui ont été mises en sac dans des conditions de terrain. L'auto (in)-compatibilité est établie en enregistrant le pourcentage de nouaison quatre semaines après les autopolinisations (Rodrigo *et al.*, 2009; Julian *et al.*, 2010). Cependant, l'efficacité de cette technique est conditionnée par des facteurs environnementaux incontrôlés (Rodrigo et Herrero, 2002). Plusieurs études ont été réalisées sur l'auto-compatibilité et l'inter-compatibilité des cultivars d'abricotiers avec une pollinisation contrôlée dans des conditions de terrain (Kostina, 1970 ; Nyújtó *et al.* 1985; Szabó et Nyéki, 1991; Halász *et al.*, 2007; Elbagore et Benadel , 2017; Herrera *et al.*, 2020).

### **2.1.2. Test de l'auto-(in)compatibilité des cultivars par microscopie à fluorescence :**

Dans cette technique l'auto-(in)incompatibilité est évaluée en observant au microscope la croissance du tube pollinique à travers le style dans les fleurs pollinisées à la main. Le stigmate de l'abricot est spongieux et humide, et le style présente un tissu de transmission compact enveloppé de faisceaux vasculaires. Les grains de pollen germent sur la surface humide du stigmate dans un délai d'un jour après la pollinisation. Le tube pollinique pénètre dans le stigmate entre les papilles, atteint le tissu de transmission et se développe le long du

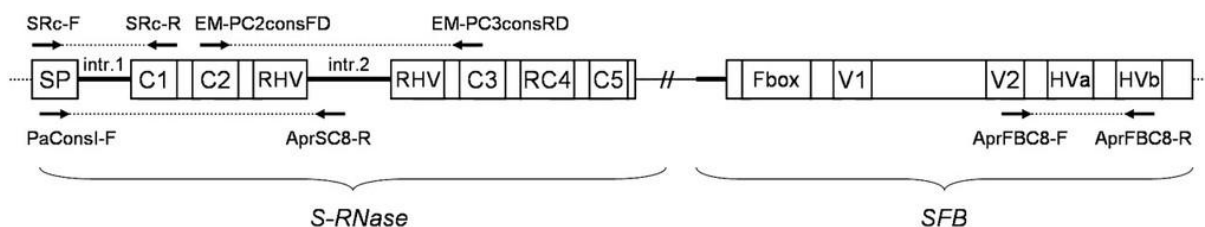
style dans les jours suivants. La croissance du tube pollinique le long du style prend 3 à 4 jours (Rodrigo et Herrero, 2002).

Les principales étapes de cette technique consiste à émasculées les fleurs et les pollinisées. Les pistils sont collectés 72 heures après la pollinisation et fixés dans un mélange de chloroformes, d'éthanol à 95 % et d'acide glacial pendant 24 heures. Les échantillons sont ensuite lavés, autoclavés pendant 30 min à une pression de 1 kg/cm<sup>2</sup>, dans une solution de sulfite de sodium à 5%, et colorés avec 0,1% de bleu d'aniline dans 33 mM K<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. L'épiderme est retiré et les tubes polliniques sont observés avec un microscope équipé d'une unité de fluorescence, et éclairé par une lampe à mercure (Halász *et al.*, 2007).

Cette technique a été largement utilisée pour étudier l'incompatibilité chez diverses espèces de fruits : chez le pommier et le poirier (Marcucci et Visser, 1987), le cerisier (Lansari et Iezzoni, 1990), le noisetier (Mehlenbacher, 1997) et l'amandier (Socias i Company et Alonso, 2004), l'abricotier (Halász *et al.*, 2007 ; Milatovic et Nikolić, 2007 ; Herrera *et al.*, 2020)

## 2.2. Méthode moléculaire :

La méthode moléculaire est basée sur l'analyse de la PCR qui permet de caractériser le génotype S de chaque cultivar, l'utilisation de la réaction en chaîne par polymérase (PCR) permet à la fois l'amplification des régions d'introns de la S-RNase par utilisation des amorces spécifiques SRc-F/ SRc-R pour déterminer leurs longueurs et les génotypes S dans chaque cultivars donnée et l'amplification gène SFB par utilisation des amorces spécifiques APRFBC8-F et APRFBC8-R, pour détecter l'haplotype SC non fonctionnel et donc identifier de manière fiable les cultivars d'abricot SC (Figure 16) (Halász *et al.*, 2010; Herrera *et al.*, 2020).



**Figure 16 :** Structure schématique du locus S de l'abricot et sites d'hybridation des amorces consensus (en haut) et spécifiques d'allèle (en bas) utilisées pour l'analyse PCR. Les boîtes et les lignes représentent les exons et les introns, respectivement (Halász *et al.*, 2010)

## **2<sup>e</sup> partie :**

---

# **Matériels et méthodes et Analyse de données**

# **Chapitre I : Matériels et Méthodes**

## **1. Matériel végétal :**

La caractérisation du matériel végétale concerne 84 accessions d'abricotiers au niveau de la zone du Hodna et des Aurès dans six sites différents (Boukhemissa, Maadid, Khoubana, Rahbat, Kochbi et Sefiane) (Figure 23), dont 62 accessions issues du greffage, et 22 accessions spontanées localement appelées "Arbi" qui sont issues de semis. Les observations ont été effectuées sur 3 individus par accession sauf pour les accessions spontanées dont le nombre de pieds retenus était d'un individu/accession. Chaque individu a été choisi en se basant sur son aspect général et surtout sur son état phytosanitaire. Les 84 accessions étudiées représentent 19 noms de cultivars différents (Tableau 8). Étant donné que certaines accessions ayant la même nomenclature et présentaient des différences morphologiques, elles ont été échantillonnées pour être évaluées afin d'élucider ces confusions de nomenclature d'une part, et de faire une étude comparatif entre les accessions spontanées et ceux issues du greffage, d'autre part, cette caractérisation est basée sur des traits phénotypiques et moléculaires.

## **2. Présentation de la zone d'étude :**

La zone d'étude couvre les régions du Hadna et des Aurès considérées comme étant les deux zones les plus productives et représentatives en Algérie avec une production allant jusque à 30% de la production nationale, au niveau de chaque région 3 sites expérimentaux ont été choisis. Le choix des sites expérimentaux s'est fait suivant la latitude (Nord-sud), l'altitude (de la haute altitude à la faible altitude) et la richesse en cultivars existants au niveau de chaque site expérimentale afin d'obtenir une plus grande diversité Agro-morphologiques et génétiques (Figure 23).

### **2.1 Région d'étude Hodna (M'sila) :**

La wilaya de M'sila est l'une des zones les plus productives d'abricot en Algérie, elle occupe la première place devant la wilaya de Batna. Elle s'étale sur une superficie de 18 175 km<sup>2</sup>. Elle est limitée par les wilayas de Médéa, Bouira, Bordj-Bou Arreridj et Sétif au nord, Batna à l'est, Djelfa à l'ouest et Biskra au sud (Figure, 23).

#### **2.1.1. Site d'étude Boukhemissa :**

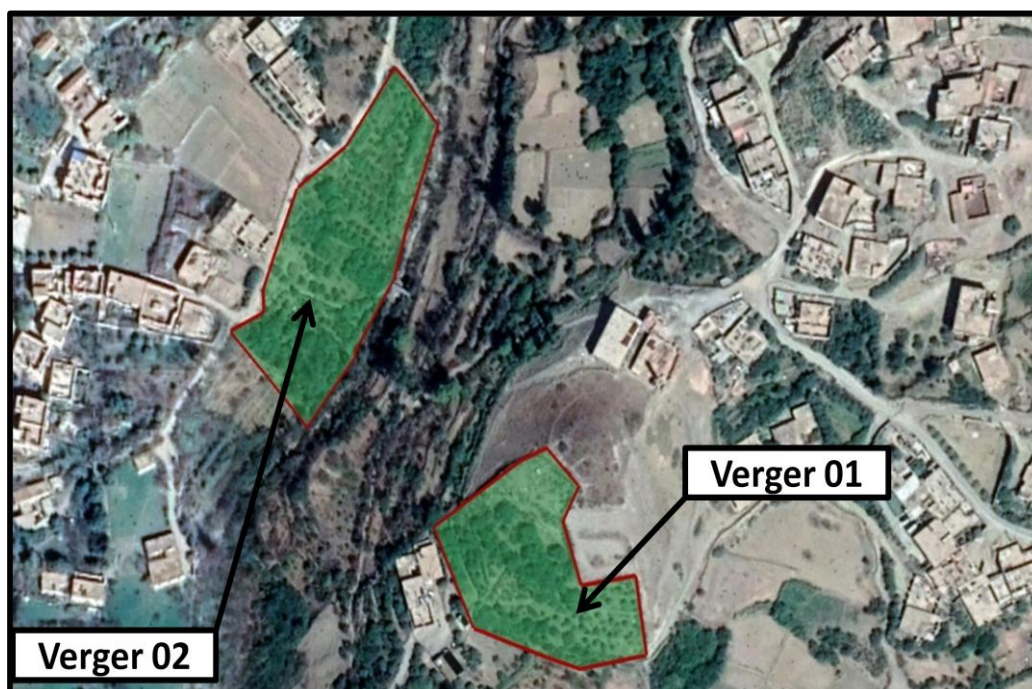
Le site d'étude de Boukhemissa (Lat. 35°48'53" N, Long. 4°33'31" E) est considéré comme étant le plus ancien site de la culture d'abricotier, il est localisé à environ 13 Km du centre de la wilaya de M'sila, il se situe sur une altitude moyenne de 560,00 m, l'étude a été réalisée dans quatre vergers d'abricotier (Figure 17) dont la superficie globale est d'environ 4,5ha. Dans ce site, 16 accessions d'abricotier ont été choisies dont : 13 accessions issues du greffage, 03 spontanées (Figure 23, Tableau 9).



**Figure 17:** Site d'étude Boukhmissa, M'sila (Source : Google Earth, 2021)

### 2.1.2. Site d'étude Maadid :

Le Site d'étude de Maadid (Lat. 35°48'53" N, Long. 4°47'56" E) est situé à environ 30 Km de la wilaya de M'sila sur une altitude moyenne de 920,00 m, l'étude a été réalisée dans deux vergers d'abricotier (Figure 18) dont la superficie globale est d'environ 1,13 ha. Ce site constitue la capacité de cultiver l'abricotier dans l'altitude. Dans ce site 09 accessions d'abricotier ont été choisies dont : 07 accessions issues du greffage, 02 spontanées (Figure 23, Tableau 9).



**Figure 18:** Site d'étude Maadid, M'sila (Source : Google Earth, 2021).

### 2.1.3. Site d'étude Khoubana :

La commune de Khoubana est située dans la région du Maadar, à 13 Km au Nord- Est de la Commune de Boussaâda et à 60 Km au sud du chef-lieu de wilaya de M'sila. Limitée au Nord par Chott El Hodna, à l'Est par la commune de M'cif à l'Ouest par la commune Maarif et au sud par la commune d'El houamed, cette région constitue une zone d'une grande activité agricole surtout l'abricotier.

L'étude a été réalisée dans deux vergers d'abricotier (Lat. 35°18'04" N, Long. 4°21'32" E) (Figure 19) dont la superficie global est d'environ 5,2 ha sur une altitude de 442m, 18 accessions d'abricotier ont été choisies dont : 16 accessions issues du greffage et 02 spontanées (Figure 23, Tableau 9).

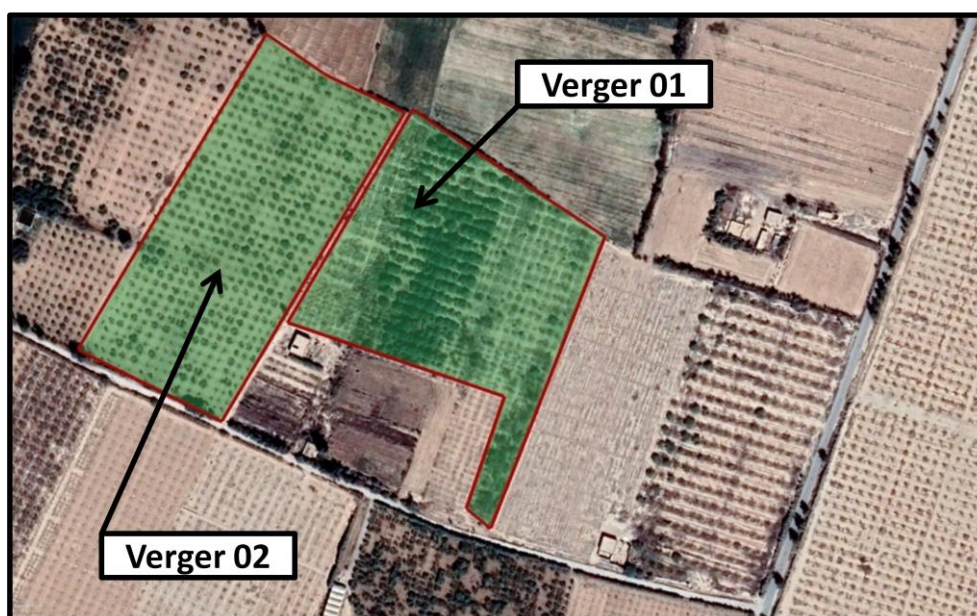


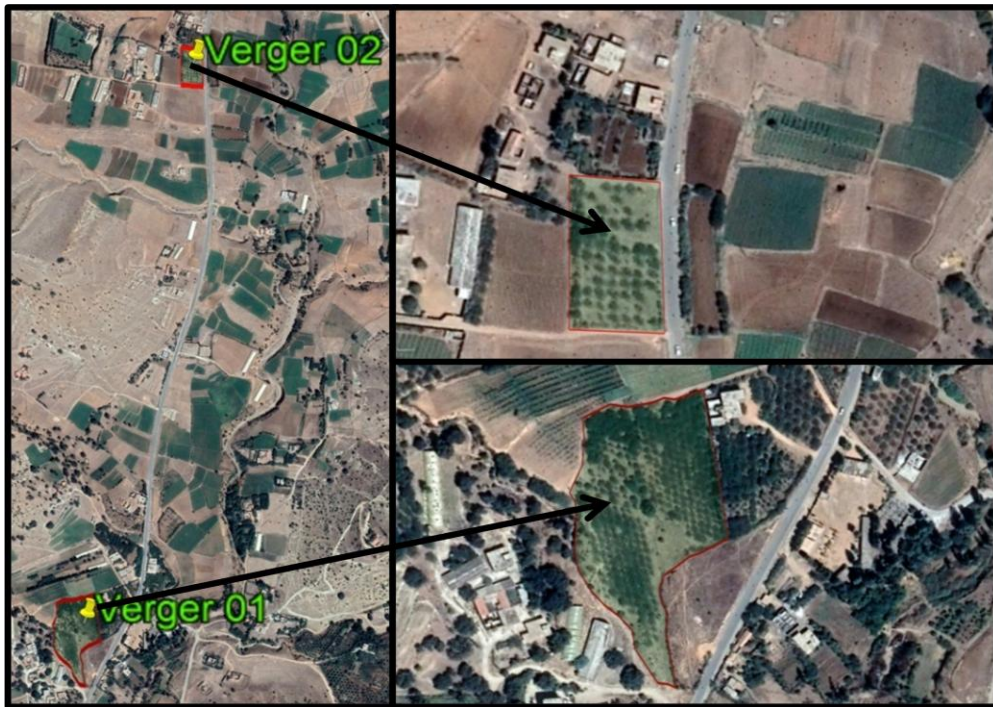
Figure 19 : Site d'étude Khoubana, M'sila (Source : Google Earth, 2021).

## 2.2. Région d'étude des Aurès (Batna) :

La wilaya de Batna occupe la deuxième place dans la production d'abricot en Algérie, après M'sila. Située au nord-est de l'Algérie elle occupe une superficie de 12 038,76 km.<sup>2</sup> Elle est limitée par les wilayas d'Oum El Bouaghi, Mila et Sétif au nord, la Wilaya de Khenchela à l'est, la Wilaya de M'sila à l'ouest et la Wilaya de Biskra au sud (Figure 23).

### 2.2.1. Site d'étude Rahbat (Ras El Aioune) :

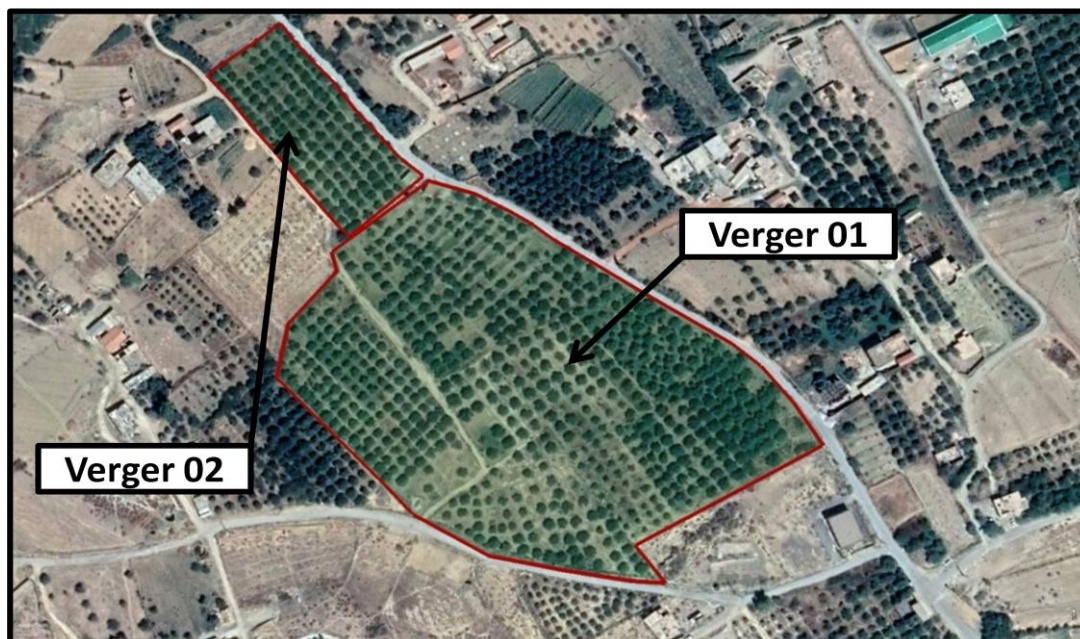
Le site d'étude de Rahbat (Lat. 35°44'40 "N, Long. 5°40'32 "E) est situé à environ 81 km du chef lieu de Batna sur une altitude moyenne de 1152,00 m, il constitue la capacité de cultiver l'abricotier dans l'altitude, l'étude a été réalisée dans deux vergers d'abricotier (Figure 20) dont la superficie globale est d'environ 1,5 ha. 09 accessions d'abricotier ont été choisies dont : 05 accessions issues du greffage et 04 spontanées (Figure 23, Tableau 9).



**Figure 20** : Site d'étude Rahbat (Ras El aioune), Batna (Source : Google Earth, 2021).

### 2.2.2. Site d'étude Kochbi (Ouled Si Slimane) :

Le site d'étude de Kochbi (Lat. 35°37'07" N, Long. 5°40'04" E) est situé à environ 5 km de la ville Ouled Si Slimane, qui se trouve à 90 km de la ville de Batna, sur une altitude moyenne de 785,00 m, l'étude a été réalisée dans deux vergers d'abricotier dont la superficie globale est d'environ 4,70 ha (Figure 21), dans ce site 14 accessions d'abricotier ont été choisies dont : 06 accessions issues du greffage et 08 spontanées (Figure 23, Tableau 9).



**Figure 21** : Site d'étude Kochbi (Ouled Si Slimane), Batna (Source : Google Earth, 2021).

### 2.2.3. Site d'étude Sefiane (N'gaous) :

Le site d'étude de Sefiane (Lat. 35°26'16" N, Long. 5°33'30" E) est situé à environ 77 Km de Batna sur une altitude moyenne de 670,00 m, elle représente l'altitude la plus faible des trois sites de Batna, l'étude a été réalisée dans Trois vergers d'abricotier (Figure 22) dont la superficie globale est d'environ 3,6 ha dans ce site 18 accessions d'abricotier ont été choisies dont : 15 accessions issues du greffage et 03 accessions spontanées (Figure 23, Tableau 9).

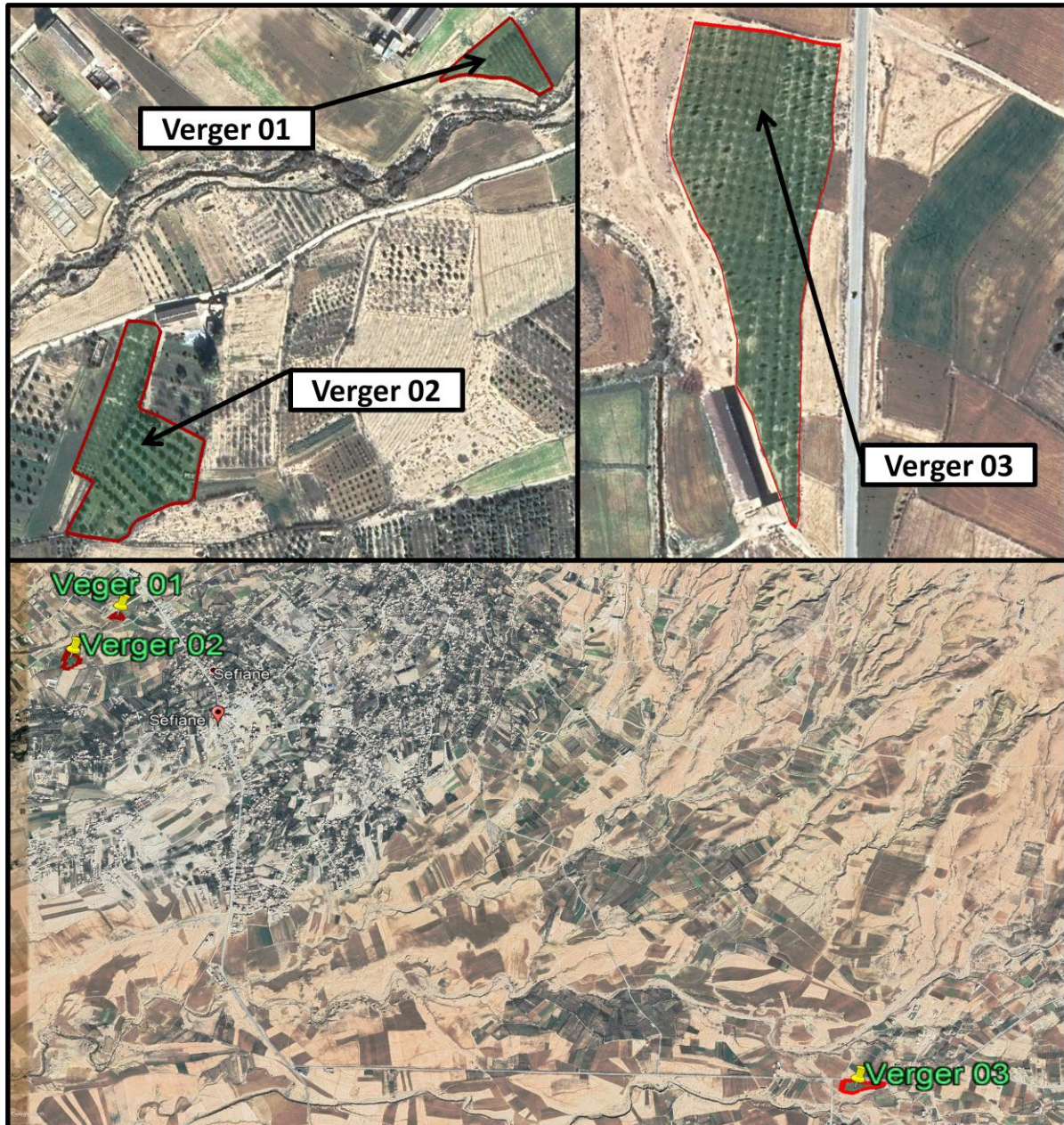
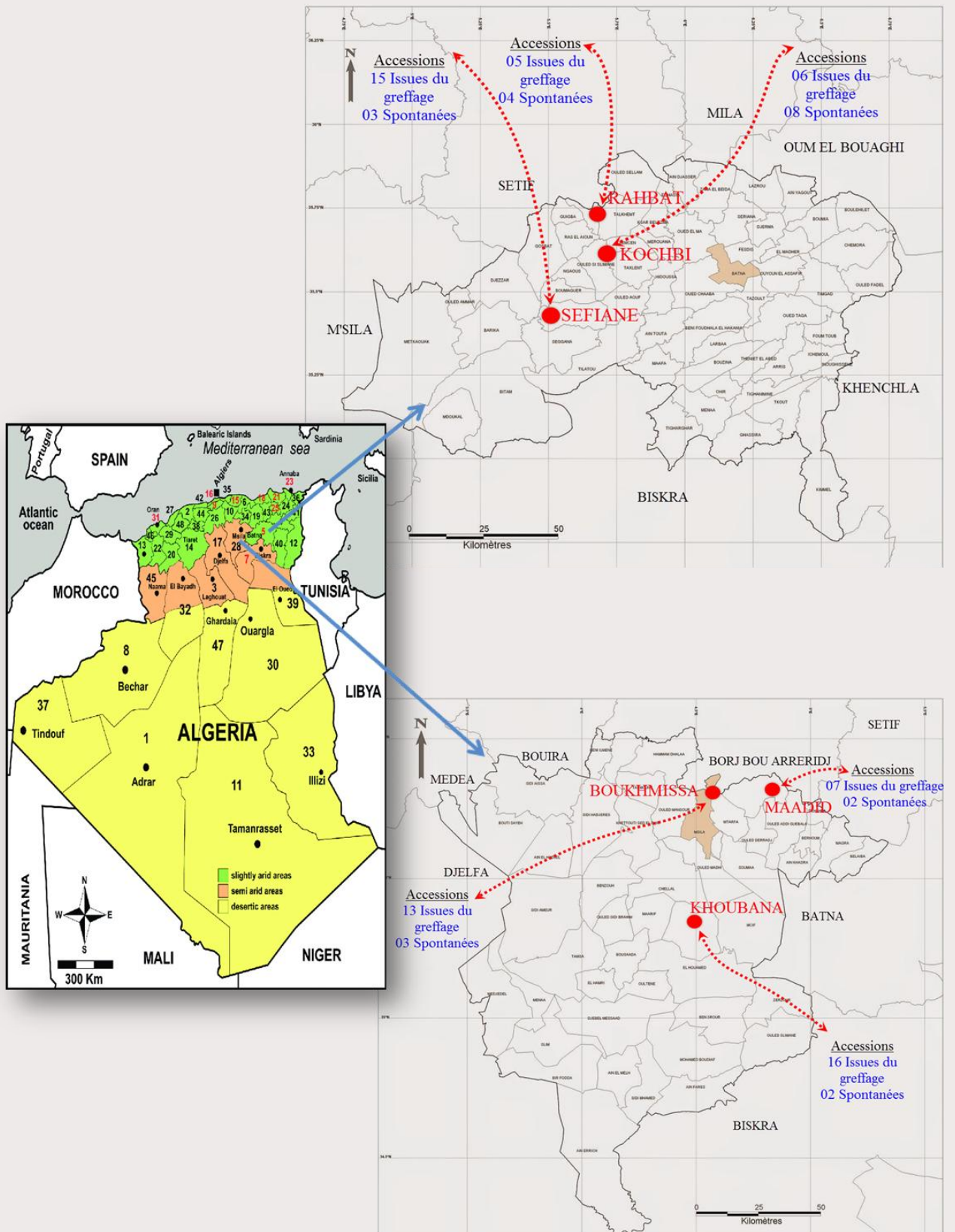


Figure 22 : Site d'étude Sefiane (N'gaous), Batna (Source : Google Earth, 2021).

**Tableau 8:** Liste des cultivars d'abricotiers étudiés au niveau des régions du Hodna et des Aurès, comprennent notamment le nombre d'accessions par cultivar, le pédigrée, l'origine, la période de floraison, de maturation et couleur de la peau.

Cultivars	Nombre d'accession	Pédigrée	Origine	Floraison	Maturation	Couleur de la peau
<b>Cultivars Issues du greffage</b>						
Bedai	07	Inconnue	Inconnue	Précoce	Précoce	Orange claire Orange claire-rouge orange-rouge Jaune
Bensarmok	01	Inconnue	Algérie	Moyenne	Précoce	Orange claire
Boufarik	01	Inconnue	Inconnue	Tardive	Moyenne	Jaune et rouge
Boulila	02	Inconnue	Inconnue	Moyenne	Précoce	Orange claire
Búlida	02	Inconnue	Espagne	Medium	Moyenne	Orange claire Orange claire et rouge
El Hamraia	01	Inconnue	Algérie	Précoce	Moyenne	Orange claire
El Khokhi	02	Inconnue	Inconnue	Tardive	Moyenne	Jaune -rouge
Louzi Blanc	01	Inconnue	Algérie	Tardive	Tardive	Jaune-vert + rouge
Louzi Rouge	07	Inconnue	M'sila	Tardive	Tardive	Orange- rouge
Louzi Skikdi	01	Inconnue	Algérie	Tardive	Tardive	Orange
M'sili	01	Inconnue	Algérie	Tardive	Précoce	Jaune
Musca	01	Inconnue	Inconnue	Tardive	Tardive	Jaune
Paviot	06	Inconnue	France	Moyenne	Moyenne	Jaune -rouge, Orange claire
Pavit	13	Inconnue	Inconnue	Moyenne	Moyenne	Jaune, Jaune et rouge Orange claire Orange Orange claire et rouge
Polonais	06	Inconnue	Inconnue	Moyenne	Moyenne	Orange Orange -rouge
Rosé	06	Inconnue	Algérie	Tardive	Tardive	Jaune et rouge Jaune-vert et rouge
Sikikdi	01	Inconnue	Algérie	Précoce	Précoce	Jaune
Tounsi	03	Inconnue	Tunisie	Précoce	Précoce	Jaune
<b>Cultivars Spontanées (issues de semence)</b>						
Arbi	22	Inconnue	Algérie	Moyenne	Moyenne	Jaune, Jaune et rouge, Jaune-vert et rouge Orange claire, Orange claire et rouge, Orange



**Figure 23 :** Répartition des différentes accessions étudiées (Issues du greffage, Spontanées) au niveau des différents sites expérimentaux dans les Régions du Hodna et des Aurès.

**Tableau 9:** Liste des 84 accessions d'abricotiers étudiés au niveau de la zone du Hodna et des Aurès qui sont réparties selon leurs zones géographiques d'origine et leurs coordonnées géographiques. Les noms d'accession sont liés au site dans lequel ils sont cultivés.

Région	Site d'étude	Coordonnées Géographiques	Accessions étudiées
M'sila	Boukhemissa	35°48'53" N, 4°33'31" E Altitude moyenne 560,00 m	Tounsi BO, Skikdi BO, Bulida BO, Pavi 01 BO, Pavi 02 BO, Pavi 03 BO, Polonais BO, Bensarmok BO, Louzi rouge BO, El khokhi BO, Louzi Blanc BO, Musca BO, Rosé BO, Arbi 01 BO, Arbi 02 BO, Arbi 03 BO.
	Maadid	35°48'53" N, 4°47'56" E Altitude moyenne 920,00 m	Tounsi MA, El hamraia MA, Pavi MA, Louzi rouge 02 MA, Louzi rouge 01 MA, El kkhokhi MA, Polonais Ma, Arbi 01 MA, Arbi 02 MA.
	Khoubana	35°18'04" N, 4°21'32" Altitude moyenne de 442 m	Tounsi KH, Bulida KH, Pavi 01 KH, Pavi 02 KH, Pavi 03 KH, Pavi 04 KH, Pavi 05 KH, Pavi 06 KH, Pavi 07 KH, Pavi 08 KH, Pavi 09 KH, Polonais 01 KH, Polonais 02 KH, Polonais 03 KH, Louzi skikdi KH, louzi rouge KH, Arbi 01 KH, Arbi 02 KH.
Batna	Rahbat	35°44'40 "N, 5°40'32 "E Altitude moyenne de 1152,00 m	Pavio 01 ER, Pavio 02 ER, Louzi Rouge ER, Rosé ER, Boulila ER, Arbi 01 ER, Arbi 02 ER, Arbi 03 ER, Arbi 04 ER.
	Kochbi	35°37'07" N, 5°40'04" E Altitude moyenne de 785,00 m	M'sili KO, Pavio KO, Louzi rouge KO, Rosé 01 KO, Boulila KO, Rosé 02 KO, Arbi 01 KO, Arbi 02 KO, Arbi 03 KO, Arbi 04 KO, Arbi 05 KO, Arbi 06 KO, Arbi 07 KO, Arbi 08 KO.
	Sefiane	35°26'16" N, 5°33'30" E Altitude moyenne de 670,00 m	Bedai 01 SE, Bedai 02 SE, Bedai 03 SE, Bedai 04 SE, Bedai 05 SE, Bedai 06 SE, Bedai 07 SE, Pavio 01 SE, Pavio 02 SE, Pavio 03 SE, Louzi rouge SE, Rosé 01 SE, Rosé 02 SE, Boufarik SE, Polonais SE, Arbi 01 SE, Arbi 02 SE, Arbi 03 SE.

### **3. Etude climatiques:**

Pour l'étude climatique on s'est limité à l'utilisation des données des stations météorologiques de la wilaya de M'sila et celle de Batna. Vu que les différents sites d'études, ne disposent pas de station météorologique propre à chacun.

#### **3.1 Température :**

Durant les quatre années d'études (2017 à 2020), la wilaya de M'sila s'est caractérisée par une température élevée dont la moyenne annuelle est d'environ 21,5 °C avec des variations saisonnières remarquables (35,1 °C en juillet et 9,9 °C en janvier). Cependant les sommes des températures des années d'études 2017, 2019 et 2020 sont presque similaires à l'encontre de l'année d'étude 2018 qui est légèrement inférieure (Tableau 10).

La température moyenne estivale la plus élevée à été enregistrée durant l'année d'étude 2018 au cours du mois de Juillet avec 36,0 C°, tandis que la température moyenne hivernale la plus basse est enregistrée durant l'année d'étude 2017 au cours du mois de janvier avec 8,9 °C (Tableau 10).

Concernant la wilaya de Batna la température annuelle moyenne pour les quatre années d'études est relativement faible par rapport à celle de la wilaya de M'sila avec 15,7 °C. Des variations saisonnières remarquables sont également observées (28 °C en juillet et 5,5 °C en janvier), la même chose est constaté sur la somme des températures des années d'étude 2017, 2019 et 2020 qui sont presque similaire et légèrement supérieures à celles de l'année 2018 (Tableau 10).

La température moyenne estivale la plus élevée au niveau de la wilaya de Batna à été enregistrée durant l'année d'étude 2018 au cours du mois de Juillet avec 29.3 °C, tandis que la température moyenne hivernale la plus basse est enregistrée durant la même année d'étude au cours du mois de Janvier avec 4,5°C (Tableau 10).

**Tableau 10:** Température mensuelle moyenne (°C), température maximale et minimale enregistrées durant les quartes années d'étude (2017 à 2020) au niveau des wilayas de M'sila et Batna.

		Région	Mois												Total
			Année												
TMM (°C)	M'sila	2017	8,8	13,2	17,4	20,5	27,5	31,7	34,9	34,4	27,3	20,9	13,7	10,2	260,5
		2018	11,4	10,5	15,4	18,9	22,4	29,1	36,0	30,6	28,6	20,2	14,5	11,4	249,0
TMM (°C)	Batna	2017	4,6	8,4	11,2	13,7	20,6	25,2	28,0	27,9	21,2	14,9	8,9	6,2	190,8
		2018	7,0	5,4	10,7	14,0	16,4	22,5	29,3	23,3	22,4	15,2	10,5	6,8	183,5
TMM (°C)	M'sila	2019	9,7	10,9	15,5	19,5	23,7	33,4	35,0	34,0	27,6	22,4	14,6	12,5	258,8
		2020	9,8	14,8	15,6	19,5	27,4	30,1	34,6	34,4	27,1	20,8	16,3	11,9	262,3
TMM (°C)	Batna	(2017-2020)	9,9	12,4	16,0	19,6	25,3	31,1	35,1	33,4	27,7	21,1	14,8	11,5	257,7
		(2017-2020)	5,5	7,1	10,4	13,9	18,2	24,4	28,2	26,6	21,8	15,5	10,3	7,2	189,0
TX (°C)	M'sila	2017	16,5	22,4	28,7	31,8	37,0	42,1	45,0	43,0	39,8	29,3	25,8	22,0	383,4
		2018	21,8	24,5	26,4	32,0	34,5	43,5	46,0	40,2	41,3	31,2	22,6	22,3	386,3
TX (°C)	Batna	2019	17,4	19,5	26,7	31,8	35,1	43,1	43,5	43,5	35,6	31,4	26,2	21,2	375,0
		2020	20,1	25,6	27,0	30,5	37,6	40,6	44,0	44,0	36,0	31,0	26,0	15,3	377,7
TX (°C)	M'sila	(2017-2020)	19,0	23,0	27,2	31,5	36,1	42,3	44,6	42,7	38,2	30,7	25,2	20,2	380,6
		(2017-2020)	17,1	21,9	24,6	28,7	33,3	40,0	41,4	40,1	35,9	28,5	24,0	19,3	354,6
TN (°C)	M'sila	2017	-0,3	2,2	2,7	7,5	14,8	18,7	19,3	21,3	14,3	9,0	1,4	-0,6	110,3
		2018	0,5	-1,7	4,2	6,4	10,4	17,5	22,8	19,4	12,8	8,0	3,4	1,1	104,8
TN (°C)	Batna	2019	0,0	0,3	3,7	6,6	12,7	17,3	23,5	20,7	15,5	12,2	2,2	2,3	117,0
		2020	-0,3	2,2	4,0	8,2	16,8	19,1	21,0	22,0	13,0	8,0	4,0	6,5	124,5
TN (°C)	M'sila	(2017-2020)	0,0	0,8	3,7	7,2	13,7	18,2	21,7	20,9	13,9	9,3	2,8	2,3	114,2
		(2017-2020)	-4,5	-4,9	-1,9	0,8	5,2	9,9	14,0	14,9	7,8	3,7	-2,1	-2,2	40,6
TN (°C)	Batna	2017	-4,6	-4,0	-2,1	1,0	7,8	11,0	12,0	15,8	6,2	3,6	-4,6	-2,2	39,9
		2018	-3,4	-5,8	-1,0	-0,5	4,0	10,4	17,2	14,2	8,2	3,0	-1,4	-4,5	40,4
TN (°C)	M'sila	2019	-5,2	-4,0	-2,6	0,8	2,3	8,0	14,0	15,4	11,2	5,9	-1,7	1,7	45,8
		2020	-4,6	-5,6	-1,8	1,7	6,5	10,0	12,8	14,0	5,7	2,1	-0,8	-3,9	36,1
TN (°C)	Batna	(2017-2020)	-4,5	-4,9	-1,9	0,8	5,2	9,9	14,0	14,9	7,8	3,7	-2,1	-2,2	40,6

(Source : O.N.M, 2017-2020).

Selon Garcia *et al* (1997), les températures hivernales froides influencent le moment de la levée de la dormance des bourgeons floraux, tandis que les températures élevées anticipent la rupture de la dormance et la floraison. Elles ont une influence surtout sur la floraison et la nouaison (Nava *et al.*, 2009). Généralement le débourrement s'observe à partir des températures comprises entre 9 °C et 16 °C (Gautier, 1982), selon Campoy *et al* (2011),

les températures élevées (25 C°) combinées à des températures basses sont plus efficaces que des cycles de températures modérées (15 ou 20 C°) pour induire un débourrement précoce.

### 3.2. Pluviométrie :

La pluviométrie est considérée comme l'un des éléments les plus importants dans la description et l'analyse du climat (Abolverdi *et al.*, 2016). L'analyse des tendances des précipitations à long terme est très importante pour les régions agricoles pluviales, où les terres agricoles dépendent principalement des précipitations, et pour les régions irriguées, où les précipitations peuvent affecter la planification de l'irrigation (Feng *et al.*, 2016).

**Tableau 11** : Pluviométrie mensuelle (mm) au cours des quatre années d'études (2017 à 2020) au niveau des wilayas de M'sila et Batna.

Précipitation (mm)	Région	Mois												Total	
		Année	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre		Décembre
Précipitation (mm)	M'sila	2017	27,2	0,5	0,7	4,4	29,2	21,2	0,2	1,0	2,0	14,0	6,7	1,4	108,5
		2018	11,2	6,9	21,3	33,5	27,7	1,5	0,0	17,1	7,4	24,6	19,8	6,6	177,6
		2019	19,7	0,2	9,1	5,1	2,2	0,3	14,0	2,5	39,2	2,0	15,2	6,3	115,8
		2020	18,5	0,0	23,3	46,7	0,0	5,0	6,0	4,3	14,7	0,0	21,1	0,5	140,1
		(2017-2020)	19,2	1,9	13,6	22,4	14,8	7,0	5,1	6,2	15,8	10,2	15,7	3,7	135,5
	Batna	2017	36,5	6,6	0,0	21,6	3,6	24,2	0,2	5,8	4,7	21,1	26,6	21,9	172,8
		2018	0,6	14,0	38,4	42,2	59,6	0,4	4,1	57,1	27,9	64,8	0,0	5,1	314,2
		2019	34,0	16,5	61,3	36,8	48,8	0,0	3,8	12,8	31,7	27,9	48,2	24,6	346,4
		2020	7,8	0,0	63,4	28,2	23,6	21,1	0,5	5,1	19,6	25,7	11,2	38,2	244,4
		(2017-2020)	19,7	9,3	40,8	32,2	33,9	11,4	2,2	20,2	21,0	34,9	21,5	22,5	269,4

(Source : O.N.M, 2017-2020).

D'après le Tableau11, le total des précipitations mensuelles moyennes relevées durant les quatre années d'études au niveau de la wilaya des M'sila est de l'ordre de 135,5 mm/an avec un maximum en avril (22,4 mm) et un minimum durant le mois de février (1.9 mm).

Les pluviométries annuelles les plus faibles ont été enregistrées durant les années d'études 2017 et 2019, de l'ordre de 108,5 mm avec un maximum en mai (29,2 mm), et un minimum durant le mois de juillet (0,2 mm) pour l'année d'étude de 2017, et de l'ordre de 115,8 mm avec un maximum en septembre (39,2 mm), et un minimum durant le mois de février (0,2 mm) pour l'année d'étude de 2019. Tandis que l'année d'étude 2018 a enregistré la plus grande valeur de précipitation, de l'ordre de 177,6 mm avec un maximum en avril (29,2 mm), et un minimum durant le mois de juillet (0,2 mm). Pour l'année d'étude 2020, les précipitations sont de quantités moindres à celle de 2018 qui sont de l'ordre de 140,1 mm

avec un maximum en avril (46,7 mm), et un minimum durant les mois de février, mai et octobre de (0,0 mm).

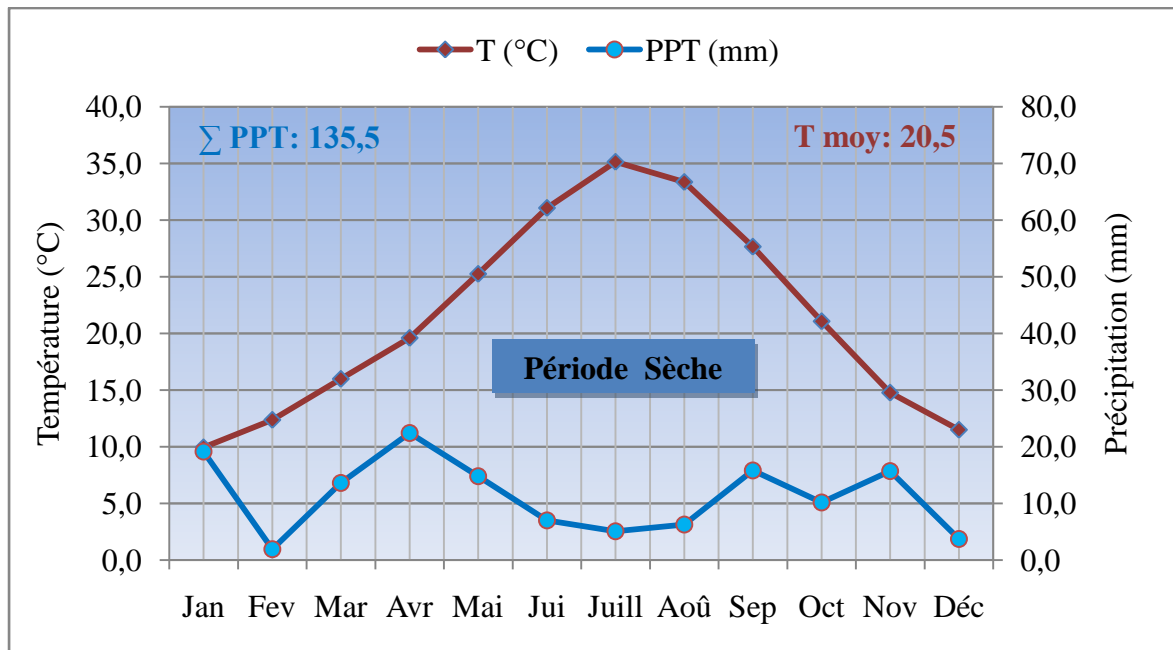
Au niveau de la wilaya de Batna la somme moyenne des précipitations pour les quatre années d'études est nettement supérieure à celle de la wilaya des M'sila avec un total des précipitations de 269,4 mm/an avec un maximum en mars (40,8 mm) et un minimum durant le mois de juillet (2,2 mm).

La pluviométrie annuelle la plus faible est enregistrée durant l'année d'étude 2017 qui été de l'ordre de 172,8 mm avec un maximum en janvier (36,5 mm), et un minimum durant le mois de mars (0,0 mm), tandis que l'année d'étude où l'on à enregistré plus de précipitation est celle de l'année 2019 qui était de l'ordre de 346,4 mm avec un maximum en mars (61,3 mm), et un minimum durant les mois de juin (0,0 mm), et à un degré moins pour l'année d'étude 2018 qui été de l'ordre de 314,2 mm avec un maximum en mars (64,8 mm), et un minimum durant les mois de novembre (0,0 mm). Concernant l'année d'étude de 2020 elle à enregistrée des valeurs de précipitation intermédiaire entre l'année 2017 et celle de 2019 soit 244,4 mm avec un maximum en décembre (38,2 mm), et un minimum durant les mois de février (0,0 mm).

Le volume annuelle des précipitations constaté au cours de ces quatre années d'étude au niveau des deux régions reste largement insuffisant par rapport aux exigences hydriques de l'abricotier, ajouter à cela l'irrégularité interannuelles de ces précipitations, où il est observé que dans certaines années ces précipitations ne coïncident pas avec les périodes où les besoins de l'abricotier sont les plus intense (phases de durcissement du noyau, de grossissement du fruit et à la maturation), ces phases correspondent généralement à la période allant du mois d'avril au mois de juin selon le cultivar et la région. De ce fait l'insuffisance et l'irrégularité des précipitations doivent être comblées par des apports hydriques supplémentaires, en quantités adéquates et au moment opportun.

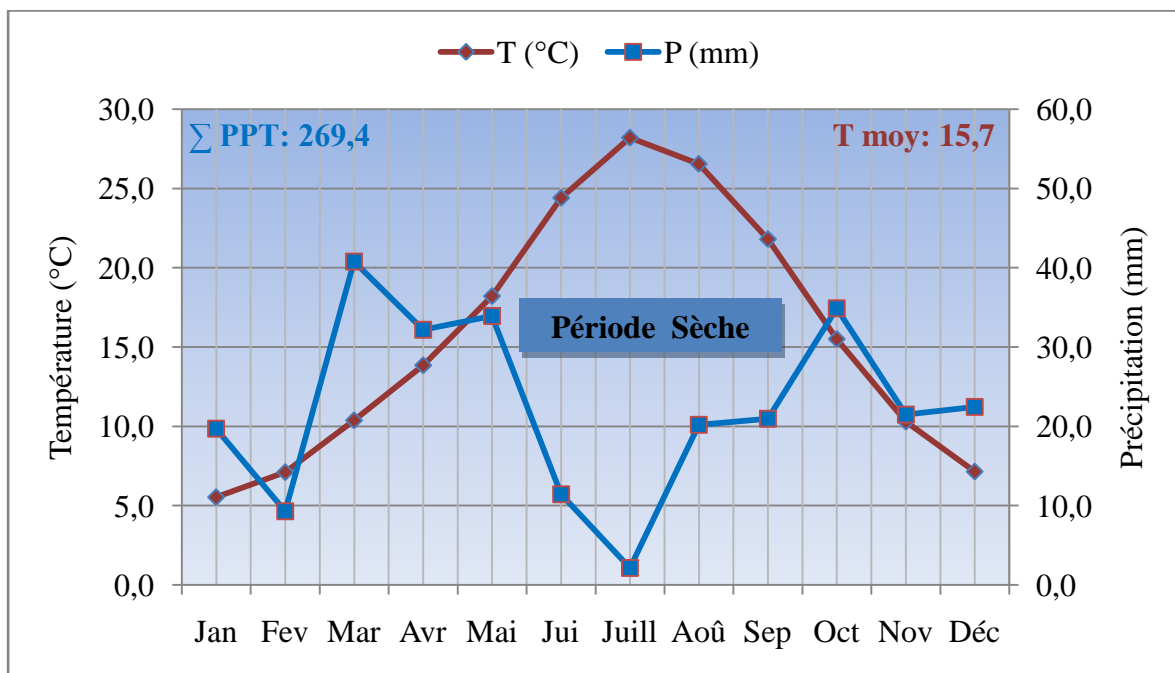
### **3.3. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN :**

Le diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls est une méthode qui permet de définir les périodes sèches et humides de l'année, de cette manière, il est possible d'observer directement s'il y a lieu à une période sèche lorsque la courbe des précipitations est inférieure aux températures où la moyenne des températures est supérieure à deux fois la moyenne des précipitations.



**Figure 24 :** Diagramme Ombrothermique de la wilaya de M'sila (2017-2020).

D'après le diagramme Ombrothermique illustré dans la figure 24, la période sèche s'étale sur toute l'année au niveau de la wilaya de M'sila, cette période est plus accentuée durant l'été.



**Figure 25 :** Diagramme Ombrothermique de la wilaya de Batna (2017-2020).

Concernant la wilaya de Batna le Diagramme Ombrothermique (Figure 25) montre l'existence de deux périodes, une sèche qui s'étale entre le mois de mai à octobre, et une relativement humide pour le reste des mois.

### 3.4 Vents :

Dans les wilayas de M'sila et Batna, le vent est la principale limitation de la culture des abricotiers, ils surviennent généralement pendant la période de floraison et début nouaison (Tableau 12). Les vents les plus fréquents sont du sud-ouest au Nord-est pour les deux régions, il s'observe surtout au printemps et en été c'est surtout le sirocco (très desséchant en été). En effet, pour créer un verger dans ces conditions il est impératif d'installer des brise-vent un an avant sa plantation.

**Tableau 12:** Vitesse du vent mensuelle (m/s) au cours des quatre années d'étude (2017-2020) au niveau des wilayas de M'sila et Batna.

Vitesse du Vent (m/s)	Région	Mois Année												
		Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	
	M'sila	2017	3,3	3,1	3,3	2,8	2,5	2,3	2,7	2,2	2,0	2,1	3,5	3,9
		2018	3,8	4,6	6,3	4,2	4,3	3,9	3,6	3,0	3,0	4,1	3,7	2,5
		2019	5,2	3,8	3,4	4,9	4,3	4,5	3,8	3,5	3,1	3,9	5,4	4,4
		2020	2,6	2,4	4,4	4,0	4,1	4,4	3,1	3,4	3,2	3,2	2,7	4,5
		(2017-2020)	3,7	3,5	4,4	4,0	3,8	3,8	3,3	3,0	2,8	3,3	3,8	3,8
	Batna	2017	3,7	3,4	4,3	3,6	3,4	3,5	3,5	3,2	3,4	2,6	3,4	3,3
		2018	3,3	3,6	5,4	3,2	3,2	3,4	3,9	3,1	3,0	3,6	3,3	2,5
		2019	3,8	3,4	3,0	3,5	3,2	3,7	3,4	3,1	3,0	3,0	4,0	3,2
		2020	2,3	2,2	3,7	2,6	2,9	2,7	2,6	3,0	2,5	2,4	2,5	2,3
		(2017-2020)	3,3	3,2	4,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,1	3,0	2,9	3,3	2,8

(Source : O.N.M, 2017-2020).

### 3.5. Humidité relative :

L'humidité relative élevée a un effet probant sur la culture du point de vue phytosanitaire, l'humidité relative au cours des quatre années d'étude au niveau des wilayas de M'sila et Batna (Tableau 13) est variable d'un mois à l'autre et d'une année à une autre, elle est plus ou moins élevée dans la wilaya de Batna par rapport à la wilaya de M'sila, mais ces valeurs restent relativement faibles et n'ont aucun effet sur l'état sanitaire des cultures vu que les valeurs les plus élevées sont atteintes durant le repos végétatif des arbres fruitiers, et à des températures basses défavorables au développement de n'importe quel agent pathogène.

**Tableau 13:** Humidité relative (%) au cours des quatre années d'étude (2017-2020) au niveau des wilayas de M'sila et Batna.

Région	Mois Année	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	
		HR (%)	M'sila	2017	65%	56%	42%	40%	34%	32%	25%	28%	28%	51%
2018	65%			62%	57%	59%	52%	36%	26%	41%	43%	64%	71%	71%
2019	64%			56%	56%	56%	47%	30%	28%	31%	51%	51%	62%	67%
2020	70%			55%	64%	68%	56%	32%	21%	22%	38%	36%	55%	55%
(2017-2020)	66%			57%	55%	56%	47%	33%	25%	31%	40%	51%	61%	66%
Batna	2017		65%	67%	58%	60%	50%	47%	38%	41%	50%	64%	67%	77%
	2018		68%	73%	64%	64%	68%	51%	36%	61%	62%	71%	70%	78%
	2019		78%	70%	66%	64%	59%	34%	35%	43%	55%	60%	68%	70%
	2020		71%	56%	67%	67%	47%	42%	37%	34%	56%	55%	64%	75%
	(2017-2020)		71%	67%	64%	64%	56%	44%	37%	45%	56%	63%	67%	75%

(Source : O.N.M, 2017-2020).

#### 4. Caractérisation phénotypique des accessions d'abricotier :

La caractérisation phénotypique des 84 accessions d'abricotier concerne l'évaluation de 37 caractères répartis sur 16 caractères quantitatifs et 21 caractères qualitatifs dont 11 qualitatives ordinales et 10 qualitatives nominales, ces caractères concernent des paramètres phénologiques, pomologiques et la morphologie de l'arbre (Tableau 14).

##### 4.1. Évaluation des caractères phénologiques :

L'évaluation phénologiques des accessions étudiées, a été réalisée durant les quatre années d'étude (2017, 2018, 2019 et 2020) où quatre paramètres phénologiques quantitatifs ont été étudiés suivants les stades repères décrits par Baggionili (1952) et selon l'échelle BBCH (Meier *et al.*, 2001).

##### 4.1.1. Date de débournement :

Le suivi du stade de débournement au niveau des différents sites à été effectué depuis le début du mois de février, et cela au moment du gonflement des bourgeon, correspondant au stade B de Baggionini, avec un nombre de sorties sur site variant de 2 à 4 sorties par semaine selon les accessions qui ont atteint le stade B au niveau de chaque site expérimentale, la date du débournement est enregistré lorsque 50% des bourgeons soient totalement débourrés sur l'ensemble de l'arbre, elle correspond au code 55 selon le code BBCH et le stade C du code Baggionini durant ce stade le calice est perceptible. Cinq modalités ont été choisies pour la date de débournement : très précoce, précoce, moyennement précoce, semi tardive et tardive, variable selon les accessions et le site.

**4.1.2. Date de floraison :**

La floraison est précédé par le stade E du code Baggiolini qui correspond à l'apparition des anthères, la date de floraison est enregistrée lorsque 50% des fleurs soient complètement ouvertes (stade F de Baggiolini). Le nombre de sortie durant ce stade varie de 2 à 4 sorties par semaine selon les accessions qui ont atteint le stade F au niveau de chaque site expérimental. Cinq modalités ont été choisies pour la date de floraison : très précoce, précoce, moyennement précoce, semi tardive et tardive, variable selon les accessions et le site.

**4.1.3. Période de développement des fruits :**

La période de développement des fruits dépend fortement des cultivars (Jackson et Coombe, 1966), cependant des recherches antérieures ont montré une influence des températures printanières sur le date de récolte des cultivars d'abricotier (Drogoudi *et al.*, 2008). La durée du cycle de développement du fruit à été déterminée par la période écoulée en jours entre la floraison et la maturation. Cinq modalités ont été choisies pour la période développement du fruit : assez courte, courte, moyenne, semi longue et longue, variable selon le cultivar et le site.

**4.1.4. Date de maturation :**

La date de maturation est l'une des caractéristiques les plus importantes du point de vue commercial. La maturation marque la fin du cycle de développement du fruit. Elle est considérée lorsque les fruits ont atteint la maturité demandée pour la consommation avec une fermeté et une couleur appropriée au stade de la maturité commerciale, ce stade correspondant au code 89 de l'échelle BBCH, le suivi du stade de maturation au niveau des différents sites expérimentales été effectué avec un nombre de sorties variant de 2 à 4 fois par semaine selon les accessions qui ont atteint le stade de maturation au niveau de chaque site expérimentale , Cinq modalités ont été choisies pour la date de maturation : très précoce, précoce, moyennement précoce, semi tardive et tardive, variable selon les accessions et le site.

**4.2. Évaluation des caractères Pomologiques :**

L'évaluation pomologiques des accessions étudiées, a été réalisée durant deux années, 26 caractères quantitatifs et qualitatifs ont été évalués suivant le descripteur UPOV(2007), pour cela des échantillons représentatifs de fruits ont été collectés au moment optimal de maturation en fonction de la couleur de la peau (entièrement coloré) et de leur fermeté approprié selon la procédure décrite par Audergon *et al.* (1991,1993) et Monestiez *et al.* (1990), où chaque arbre a été divisé en quatre faces (nord, sud, est, ouest) et chaque face a été divisée en trois niveaux (haut, milieu, bas). Ainsi, chaque unité était représentée dans

l'échantillon collecté. La caractérisation pomologique est réalisée durant la fin du mois d'Avril, Mai, Juin et début Juillet, pour les accessions spontanées le prélèvement des fruits a été effectué sur un seul arbre, alors que pour quelques accessions issues du greffage le prélèvement était effectué sur un ou deux arbres a cause du défaut d'arbre pour certaines accessions.

#### 4.2.1. Caractérisation quantitatif sur les fruits et noyaux :

##### 4.2.1.1. Poids moyen du fruit:

Le poids moyen du fruit pour chaque accession, a été calculé à partir de la moyenne de 25 fruits pesés à l'aide d'une balance de précision 0,01 g, les mesures sont exprimées en g.

##### 4.2.1.2. Poids moyen du noyau:

Le poids moyen du noyau pour chaque accession, a été calculé à partir de la moyenne de 25 noyaux pesés à l'aide d'une balance de précision 0,01 g, les mesures sont exprimées en g.

##### 4.2.1.3. Rapport poids du fruit/poids du noyau :

Un rapport entre le poids moyen du fruit et le poids moyens des noyaux à été calculé pour chaque accession et cela pour les deux années d'étude.

##### 4.2.1.4. Hauteur moyenne du fruit :

La hauteur moyenne du fruit pour chaque accession a été calculée à partir de la moyenne des hauteurs des 25 fruits mesurée à l'aide d'un pied à coulisse, les mesures sont exprimées en cm (Figure 26).

##### 4.2.1.5 Largeur latérale moyenne du fruit:

La largeur latérale moyenne du fruit pour chaque accession a été calculée à partir de la moyenne des largeurs latérales des 25 fruits mesurée à l'aide d'un pied à coulisse, les mesures sont exprimées en cm (figure 26).

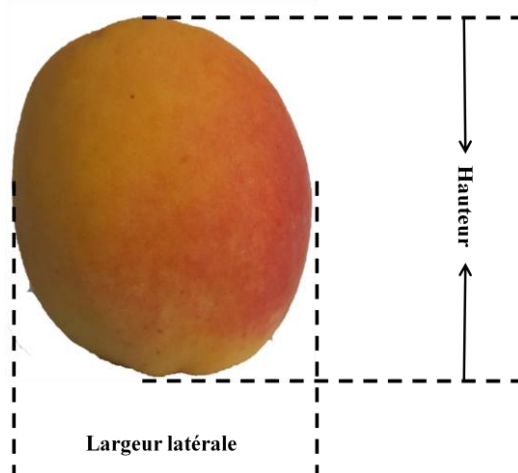


Figure 26 : Hauteur et largeur de la vue latérale du fruit d'abricotier (Photo originale).

#### 4.2.1.6. Largeur ventrale moyenne du fruit :

La largeur ventrale du fruit pour chaque accession a été calculée à partir de la moyenne des largeurs ventrales des 25 fruits mesurée à l'aide d'un pied à coulisse, les mesures sont exprimées en cm (figure 27).

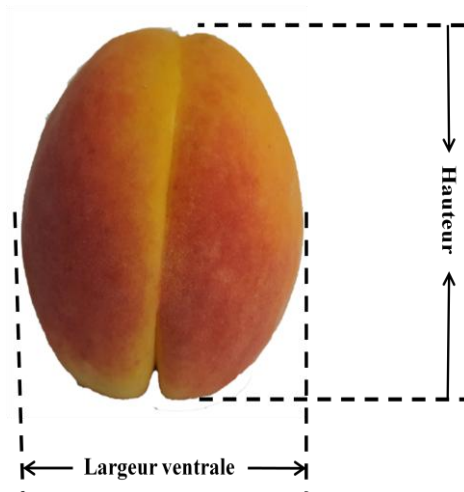


Figure 27: Largeur de la vue ventrale du fruit d'abricotier (Photo originale).

#### 4.2.1.7. Rapport hauteur/largeur ventrale du Fruit:

Un rapport entre la hauteur moyenne du fruit et la largeur ventrale moyenne du fruit à été calculé pour chaque accession.

#### 4.2.1.8. Rapport largeur latérale/largeur ventrale du Fruit:

Un rapport entre la largeur latérale moyenne du fruit et la largeur ventrale moyenne du fruit à été calculé pour chaque accession.

#### 4.2.1.9. Acidité titrable et pH du fruit :

10 fruits de chaque accession ont été broyés et homogénéisés, Les mesures du pH de chaque accession ont été effectuées en utilisant le pH mètre (Bio block scientific modèle 93517, Herisau, Suisse) à 20 °C.

L'acidité (TA) a été déterminée par titration avec la solution d'hydroxyde de sodium 0,1N en combinant la méthode colorimétrique par usage d'indicateur coloré (phénolphtaléine) et par pH mètre. 5 g de la mixture à été placé dans un bicher de 50ml, 20 ml d'eau distillée et 3 à 4 goutte de phénolphtaléine ont été ajoutés. Cette solution a été titrée jusqu'au point final (pH = 8,1 ± 0,1) et au moment du changement de la couleur en rose. Le volume de NaOH a été converti en pourcentage d'acide (%) selon la formule (Garner *et al.*, 2003) suivante:

$$TA \% = \frac{[ Vol ] \times [ N NaOH ] \times [ Fact meq ] \times [100]}{P}$$

P

TA : Taux d'acidité en pour cent. Vol: Volume d'NaOH utilisé au titrage.

N NaOH : Normalité de la solution de l'hydroxyde de sodium N/10 utilisé pour le titrage.

Fact meq (facteur Milliéquivalent) : la quantité d'acide qui correspondant à 1ml de soude

P : Poids du produit à analyser.

#### **4.2.2. Caractérisation qualitative sur les fruits et noyaux :**

Les caractères qualitatifs des fruits et noyaux sont appréciés visuellement, par toucher ou par gustation afin de choisir la modalité la plus représentatif au sein de chaque accession pour un caractère qualitatif donné.

##### **4.2.2.1. Couleur de fond de la peau du fruit:**

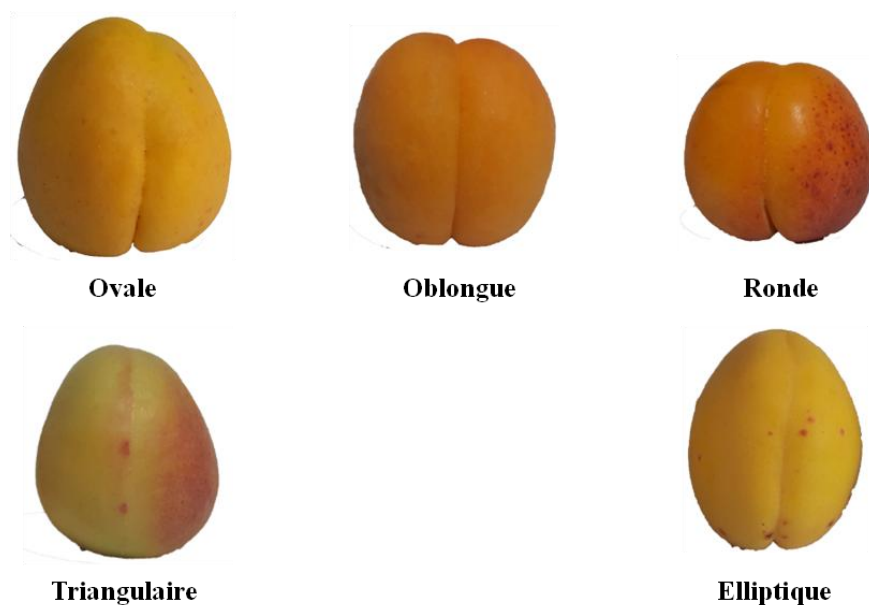
La couleur de fond de la peau du fruit dans chaque accession a été appréciée visuellement en choisissant la couleur la plus dominante dans les 25 fruits de chaque accession. sept modalités ont été définis pour la couleur de fond de la peau: jaune, jaune-vert et rouge, jaune et rouge, orange clair, orange, orange claire et rouge, orange et rouge.

##### **4.2.2.2. Couleur de la chair du fruit :**

La couleur de la chair des fruits a été appréciée visuellement en choisissant la couleur la plus dominante dans les 25 fruits. Trois modalités ont été utilisées pour la couleur de la chair: jaune, orange clair, orange.

##### **4.2.2.3. Forme en vue ventrale du fruit :**

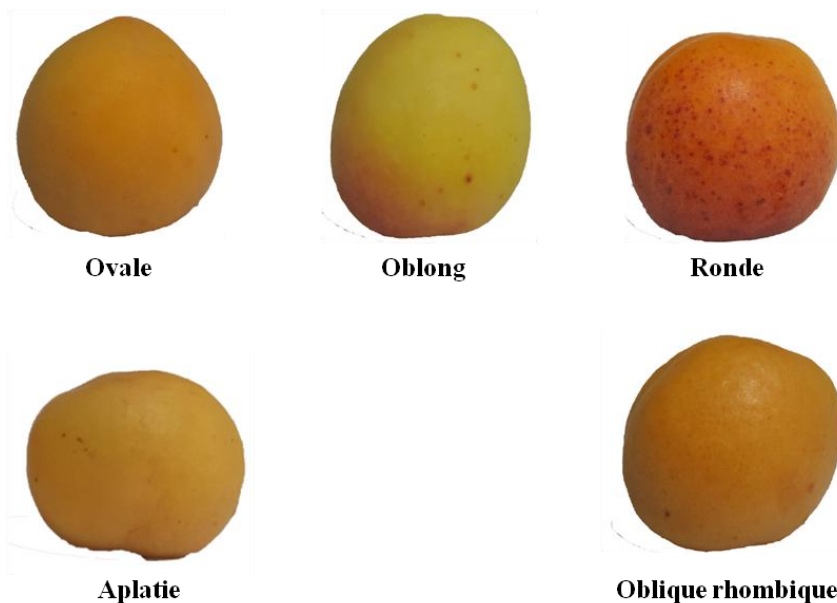
L'observation portée sur la forme en vue ventrale du fruit a été appréciée visuellement, en choisissant la forme la plus dominante dans les 25 fruits de chaque accession, cinq modalités ont été observés et utilisées: ovale, oblongue, ronde, triangulaire, elliptique (Figure 28).



**Figure 28:** Forme du fruit des différentes accessions d'abricotiers (vue ventrale) (Photo originale).

#### 4.2.2.4. Forme en vue latérale du fruit :

L'observation portée sur la forme en vue latérale a été appréciée visuellement, en choisissant la forme la plus dominante dans les 25 fruits de chaque accession, cinq modalités ont été observé et utilisées: ovale, oblongue, ronde, aplatie, oblique rhombique (Figure 29).



**Figure 29:** Forme des fruits des différentes accessions d'abricotiers (vue latérale) (Source : Photo originale).

#### 4.2.2.5. Symétrie en vue ventrale du fruit :

L'observation portée sur la symétrie en vue latérale du fruit a été appréciée visuellement, en choisissant la symétrie la plus dominante dans les 25 fruits de chaque accession, trois modalités ont été utilisées: symétrique, légèrement dissymétrique, nettement dissymétrique (figure 30)

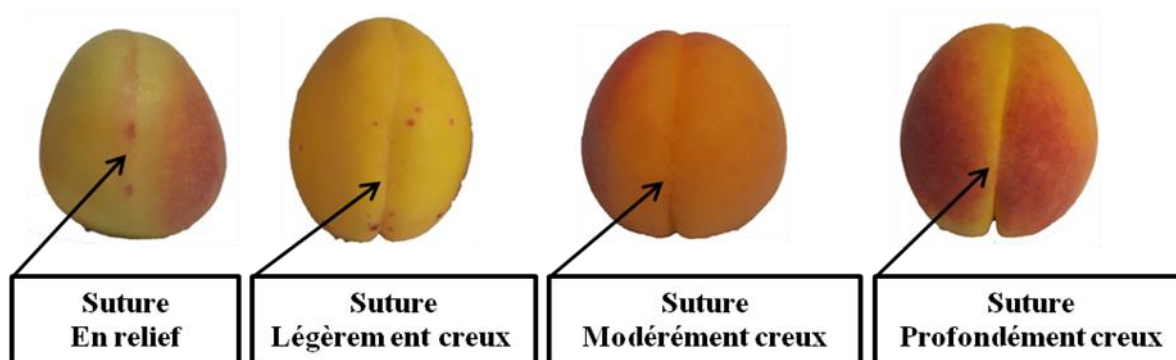


**Figure 30:** Symétrie en vue ventrale du fruit chez les différentes accessions d'abricotier (Source : Photo originale).

#### 4.2.2.6. Suture du fruit :

L'observation portée sur la suture du fruit a été appréciée visuellement, en choisissant la suture la plus dominante dans les 25 fruits de chaque accession, quatre modalités ont été

utilisées: en relief, légèrement en creux, modérément en creux, profondément en creux (Figure 31).



**Figure 31:** Suture en vue ventrale du fruit chez les différentes accessions d'abricotier (Source : Photo originale).

#### 4.2.2.7. Profondeur de la dépression pédonculaire du fruit :

L'observation portée sur la profondeur de la dépression pédonculaire du fruit a été appréciée visuellement en choisissant la profondeur la plus dominante dans les 25 fruits de chaque accession. Deux modalités ont été utilisées pour la profondeur de la dépression pédonculaire : peu profonde, profonde

#### 4.2.2.8. Présence de mucron sur le fruit :

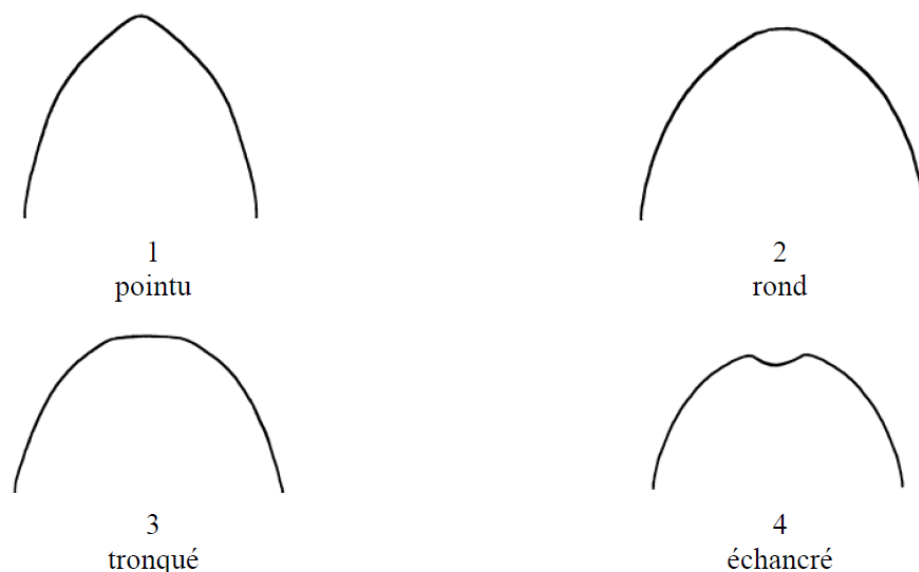
L'observation portée sur la présence de mucron sur le fruit a été appréciée visuellement en choisissant la présence ou non du mucron selon le cas dominant dans les 25 fruits de chaque accession. Deux modalités ont été utilisées: Présent ou absent (Figure 32)



**Figure 32 :** Vue de dessus montrant la présence ou l'absence du mucron chez les différentes accessions d'abricotier (Source : Photo originale).

#### 4.2.2.9. Forme de l'apex du fruit :

L'observation portée sur la forme de l'apex du fruit a été appréciée visuellement sur des fruits en section transversale latérale : quatre modalités ont été utilisées : pointu, rond, tronqué, échancré (Figure 33).



**Figure 33 :** Différents formes de l'Apex en coupe transversale latérale chez l'abricot (UPOV, 2007).

#### 4.2.2.10. Surface de la peau :

L'observation portée sur la surface de la peau a été appréciée visuellement et par le touché. Deux modalités ont été utilisées : lisse, bosselée

#### 4.2.2.11. Pilosité du fruit :

L'observation portée sur pilosité du fruit a été appréciée visuellement et par le touché. Deux modalités ont été utilisées : Présente ou absente

#### 4.2.2.12. Brillance de la peau :

L'observation portée sur brillance de la peau a été appréciée visuellement. Quatre modalités ont été utilisées : nulle, faible, moyenne et forte

#### 4.2.2.13. Texture de la chair :

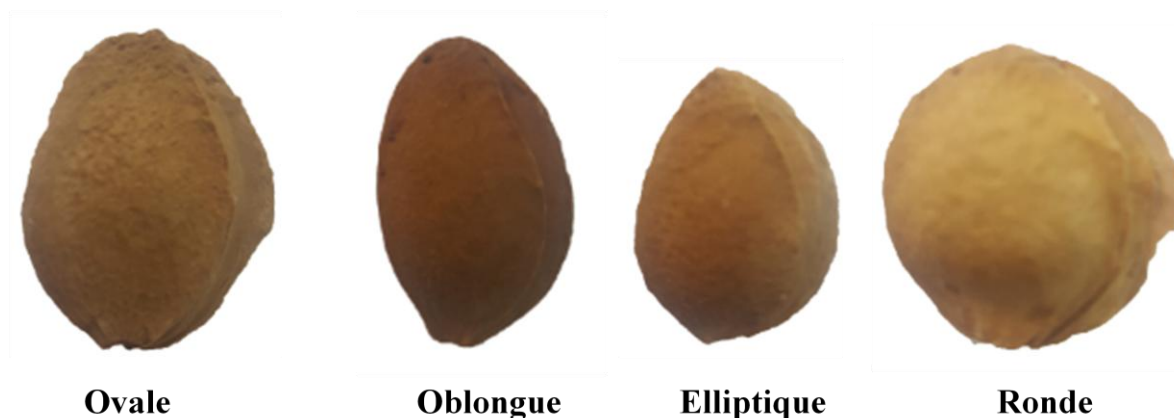
L'observation portée sur la texture de la chair a été appréciée par gustation. Trois modalités ont été utilisées : fine, moyenne, grossière.

#### 4.2.2.14. Adhérence du noyau à la chair :

L'observation portée sur l'adhérence du noyau à la chair a été appréciée visuellement et selon la difficulté d'extraction du noyau. Quatre modalités ont été utilisées : nulle ou très faible, faible, moyenne, forte.

#### 4.2.2.15. Forme en vue latérale du noyau:

L'observation portée sur la forme en vue latérale du noyau a été appréciée visuellement. Quatre modalités ont été observé et utilisées: ovale, oblong, elliptique, ronde, (Figure 34).



**Figure 34:** Différents formes du noyau en vue latérale chez les différentes accessions d'abricotier étudiées (Source : Photo originale).

#### 4.2.2.16. Amertume:

L'observation portée sur l'amertume de l'amande a été appréciée par mastication de l'amande et dégustation, quatre modalités ont été utilisées: nulle, faible, moyenne et forte.

#### 4.2.2.17. Fermeté de la chair:

La fermeté de la chair des fruits de chaque accession a été évaluée et cinq modalités ont été utilisées : très molle, molle, moyenne, ferme et très ferme.

#### 4.2.2.18. Compatibilité pollinique :

Pour ce caractère deux modalités ont été utilisées selon que l'accession soit auto-compatible ou auto-incompatible.

### 4.3 Évaluation des caractères morphologiques de l'arbre :

L'évaluation morphologique des accessions étudiées, a été réalisée durant deux années, 04 caractères ont été évalués selon le descripteur UPOV (2007).

#### 4.3.1. Port de l'arbre :

Le port de l'arbre a été apprécié visuellement à travers la forme naturelle de l'arbre et la répartition des branches au cours de l'hiver. Six modalités ont été utilisées: très dressé, dressé, dressé à étalé, étalé, retombant, pleureur (figure 35).

#### 4.3.2. Vigueur de l'arbre :

La vigueur de l'arbre a été appréciée par l'abondance générale de la croissance végétative, une note de 1 à 5 a été attribuée selon la vigueur de la croissance végétative de chaque accession où cinq modalités correspondant à chaque note ont été utilisées : très faible, faible, moyenne, forte, très forte.

#### 4.3.3. Densité florale:

L'évaluation de la densité florale sur l'arbre a été appréciée visuellement pour chaque accession durant les quatre années, une note de 1 à 5 a été attribuée selon la densité florale de

chaque accession pour chaque année, cinq modalités correspondants à chaque note moyenne ont été utilisées : très faible, faible, moyenne, élevée, très élevée.

#### 4.3.4. Rendement par arbre :

Le rendement par arbre a été calculé en divisant la production globale récolté pour chaque accession sur le nombre d'arbre appartenant à cette accession au niveau d'un site donné.

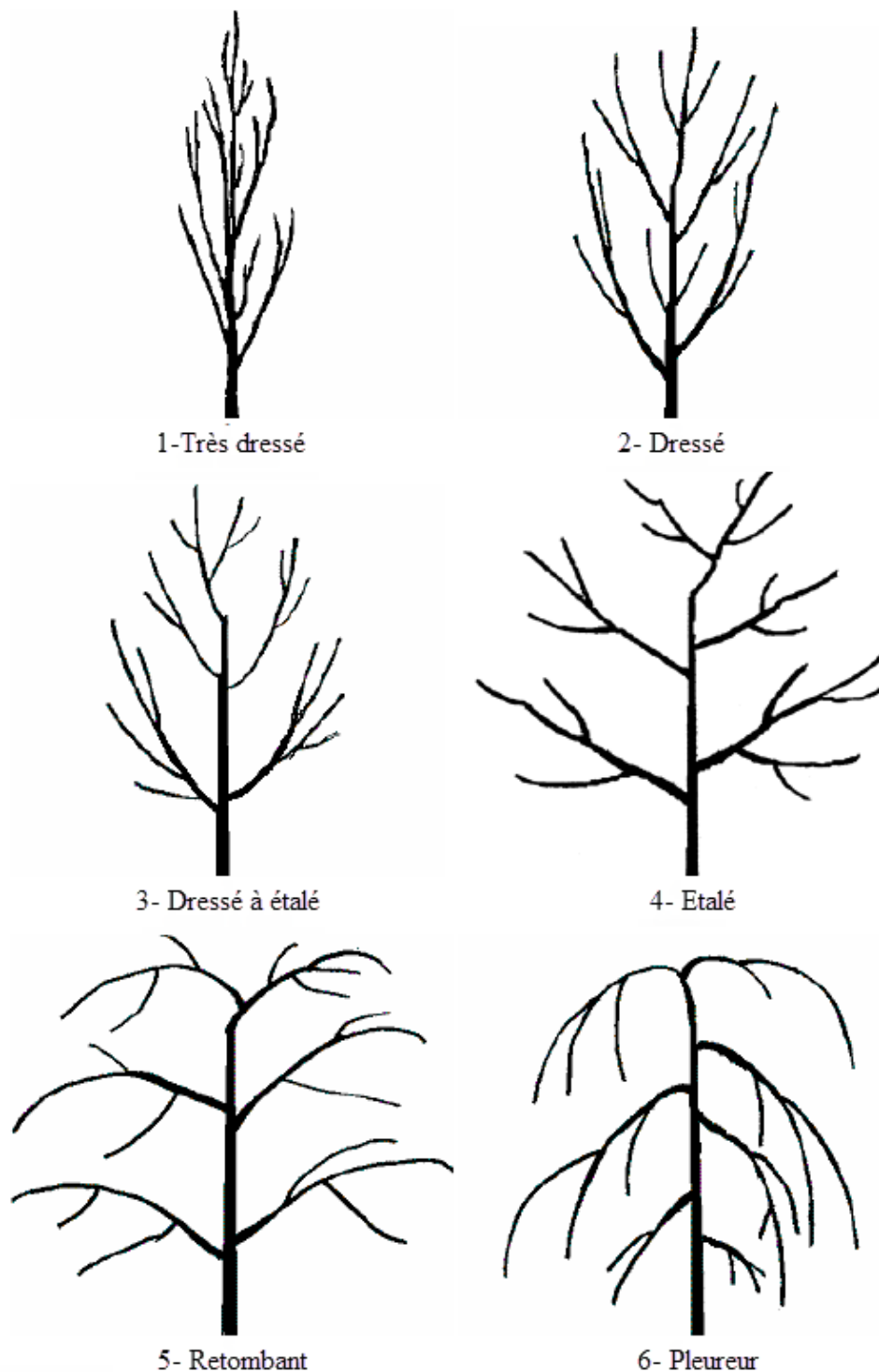


Figure 35: Différents ports d'arbre chez l'abricotier (UPOV, 2007)

**Tableau 14:** Liste des 37 caractères phénotypiques utilisés pour l'analyse de la variabilité des 84 accessions d'abricots algériens.

Paramètre ou organe	Caractères et modalité	
Stade phénologique	Débourrement	Date de débourrement (DDB) (JJ)
	Floraison	Date de floraison (DF) (JJ)
	Période de développement	Période de développement du Fruit (PDF) (J)
	Maturation	Date de Maturation des fruit (DMF) (JJ)
Fruit	Poids	Poids du fruit (PF) (g)
		Poids du Noyau (PN) (g)
	Calibe fruit	Hauteur Fruit (HF) (cm)
		Largeur Latéral Fruit (LLF) (cm)
		Largeur Ventrale Fruit (LVF) (cm)
	Ration	Poids Fruit/Poids Noyau (PF/PN)
		Hauteur Fruit/Largeur Ventrale Fruit (HF/LVF)
		Largeur Latéral Fruit/Largeur Ventrale Fruit (LLF/LVF)
	Acidité	Taux d'acidité du Fruit (TA) (%)
	pH	pH Fruit (pHF)
	Couleur de la Peau Fruit (CPF)	1: Jaune, 2: Jaune-Vert et rouge, 3: Jaune et rouge, 4: Orange claire, 5: Orange, 6: Orange claire et rouge, 7: Orange et rouge
	Couleur de la Chair Fruit (CCF)	1: Jaune, 2: Orange claire, 3: Orange
	Forme Vue Ventrale Fruit (FVVF)	1: Ovale, 2: Oblongue, 3: elliptique, 4: Ronde, 5: Triangulaire
	Forme Vue Latérale Fruit (FVLF)	1: Ovale, 2: Oblongue, 3: Ronde, 4: Aplatie, 5: Oblique Rhombique
	Symetrie en Vue Ventrale (SVV)	1: Symétrique, 2: Légèrement déssymétrique, 3: Nettement déssymétrique
	Suture du Fruit (SF)	1: En relief, 2: Légèrement en creux, 3: Modéremment en creux, 4: Profondément en creux
Profendeur de la Dépression Pédenculaire du Fruit (PDPF)	1: Peu profonde, 2: Profonde	
Mucron (M)	1: Absent, 2: Présent	
Forme Apex Fruit (FAF)	1: Pointue, 2: rond, 3: tonqué, 4: échancré	

Paramètre ou organe	Caractères et modalité	
Fruit	Surface de la Peau (SP)	1: lisse, 2: bosselée
	Pilosité du Fruit (PF)	1: Absent, 2: Présent
	Brillance de la Peau (BP)	1: Nulle, 2: faible, 3: moyenne, 4: forte
	Texture de la chair (TC)	1: fine 2: moyenne, 3: grossière
	Adhérence du Noyau à la chair (ANC)	1: nulle ou très faible, 2: faible, 3: moyenne, 4: forte
	Forme en Vue Latérale du noyau (FVLN)	1: Ovale, 2: Oblongue, 3: elliptique, 4: Ronde
	Amertume Amande (AA)	1: nulle, 2: faible, 3: moyenne, 4: forte
	Fermeté de la chair (FC)	1: très molle, 2: molle, 3: moyenne, 4: ferme, 4: très ferme
	Compatibilité pollinique(CP)	1: auto-compatible, 02: auto-incompatible
Arbre	Rendement (Rdt)	Rendement par Arbre (Rdt) (Kg)
	Taux de nouaison (TN)	Taux de nouaison fruit (%)
	Port de l'arbre (PA)	1: Très dressé, 2: dressé, 3: dressé à étalé; 4: étalé, 5: retombant
	Vigueur de l'arbre (VA)	1: très faible, 2: faible, 3: moyenne, 4: forte, 5: très forte
	Densité Florale (DeF)	1: très faible, 2: faible, 3: moyenne, 4: élevée, 5: très élevée

## **5. Caractérisations moléculaires des accessions d'abricotier :**

Il est admis que la caractérisation phénotypique est soumise à des difficultés liées à l'appréciation de l'observateur pour les caractères qualitatifs. En effet, la caractérisation moléculaire représente une approche complémentaire à celle de la caractérisation phénotypique. On a opté pour des marqueurs microsatellites SSR (Simple Sequence Repeat) pour caractériser les accessions étudiées, les différentes analyses moléculaires ont été effectuées au niveau du centre de recherche CEBAS-CSIC, Murcie en Espagne dans le laboratoire de recherche du département d'amélioration des plantes.

Ce type d'analyse moléculaire appliquée afin de détecter la diversité génétique chez le l'abricotier (*Prunus Arméniaca L.*) nécessite plusieurs étapes :

### **5.1 Collecte des échantillons de Feuilles :**

Au printemps de l'année 2018 des échantillons de jeunes feuilles d'abricotier (4 à 5 feuilles) de chaque accession ont été collectées au niveau des différents sites d'étude, les feuilles ont été choisies selon les critères suivants : jeunes de couleur verte indemne de toute maladie ou aspect extérieur dégradé, car l'ADN obtenu est de meilleure qualité et contient moins de composés phénoliques que dans les feuilles âgées., une fois les feuilles collectées elles ont été mises dans de petits sacs en plastique codifiés auparavant par des numéros et des lettres puis elles ont été conservées dans une glacière à une température moyenne de 4°C. Une fois au labo les échantillons ont été conservés à une température -20°C jusqu'à leur utilisation ultérieure.

### **5.2. Extractions de l'ADN génomique Total :**

L'extraction de l'ADN génomique total des feuilles des 84 accessions d'Abricotiers a été réalisée, suivant le protocole d'extraction CTAB décrit par Doyle et Doyle (1987), commençant par le broyage des échantillons à l'aide d'un Vibro-broyeur mm400 retsch en présence de boule en acier, jusqu'à la dissolution des culots d'ADN dans 50 µl d'eau Ultra-pure (Annexe 1).

### **5.3. Quantification et dilution de l'ADN génomique Total :**

Les concentrations d'ADN ont été quantifiées en utilisant un spectrophotomètre Nanodrop (Thermo Scientific™ NanoDrop™, USA). Selon la concentration obtenue dans chaque échantillon un volume d'ADN a été prélevé pour être dilué à 50ng/µl dans un volume finale de 150 µl pour chaque échantillon afin d'être utilisé comme matrice pour la PCR.

#### **5.4. Amplification des l'ADN génomique total par l'utilisation d'Amorces SSRs :**

L'ADN isolé et dilué précédemment est amplifié par PCR en utilisant 10 paires d'amorces SSR. Ces séquences SSR sont distribuées sur l'ensemble du génome et précédemment décrites comme étant liées à différentes QTL associés aux caractères phénotypiques spécifiques. Ils proviennent tous de l'abricotier (Tableau 15).

##### **❖ Mise en place des réactions PCR :**

Les 10 réactions de PCR ont été réalisées dans un volume total de 12.5 µl contenant:

- 50 ng/µl d'ADN génomique,
- 10 mM de chaque amorce (sens et anti-sens),
- 10 mM de chaque DNTp,
- Tampon de réaction 10X,
- 2 mM de MgCl<sub>2</sub>,
- 1U/µl Taqbiotoolpolymerase,
- H<sub>2</sub>O.

Les réactions PCR ont été réalisées dans un thermocycleur de 96 puits «Simpli Amp™ Thermal Cycler» (Applied Biosystems by Life Technologies Corporation | Carlsbad, CA 92008 USA) selon les conditions suivantes : une phase de dénaturation initiale pendant 3 min à 95 °C, suivie de 35 cycles de 1 min à 94 °C, 1 min à 57 °C d'hybridation, 1 min à 72 °C et une extension finale de 10 min à 72 °C.

#### **5.5. Visualisation et analyse de la PCR :**

Au terme de la PCR, les produits d'amplification ont été séparés par électrophorèse pendant 2 h à 90 V sur gel Metaphor® agarose à 3% et coloré avec du Gel Red™ (Biotium, Hayward, CA, USA) dans un tampon TBE (89 mM TRIS, 89 mM Acide borique, 2 mM EDTA disodiumsalt) de concentration (0.5 x). Un ladder ADN Plus de taille 1Kb a été utilisé comme marqueur de taille standard (Invitrogen, Barcelone, Espagne). Ces gels sont par la suite visualisés par un Imager 600 UV (Amersham™ Imager 600) sous une lumière UV.

La taille des allèles a été analysée avec le logiciel d'analyse de gel ImageJ1.52® (National Institutes of Health, USA) (annexe 2), qui est un logiciel d'analyse de gel permettant d'identifier la taille des allèles selon leurs distances de migration au niveau des gels.

**Tableau 15:** Origine des 10 marqueurs microsatellites testés, leur groupes de liaison (GL), la position génétique en centimorgans (cM), la position physique au niveau du génome de référence des *Prunus* (Peach v1.0), le trait morphologique lié au QTL et les références

Marqueur	Espèce d'origine	GL	Position (cM)	Pêche v1.0	Référence	Trait morphologique	Référence des QTL
pgs 1,21	Abricotier	1	23,9	Scaffold_1	Soriano et al., 2012	Couleur de la chair	Salazar et al., 2013
			16,5	Scaffold_1	Soriano et al., 2012	Couleur de la peau	Salazar et al., 2013
Udap-404	Abricotier	4	28,2	Scaffold_4	Messina et al., 2004	Maturation	Salazar et al., 2013
Udap-404			28,2	Scaffold_4	Messina et al., 2004	Fermeté du fruit	Salazar et al., 2013
Udap-407	Abricotier	7	27,1	Scaffold_7	Messina et al., 2004	Calibre fruit	Salazar et al., 2013
Udap-414	Abricotier	1	60,8	Scaffold_1	Dondini et al., 2007	Débourremnt	Socquet-Juglard et al, 2013
Udap-439	Abricotier	4	36,5	Scaffold_4	Messina et al., 2004	Fermeté du fruit	Salazar et al., 2013
			43,0	Scaffold_4	Messina et al., 2004	matière soluble solide	García-Gómez et al., 2019
			74,7	Scaffold_4	Messina et al., 2004	Maturation	Salazar et al., 2016
			43,0	Scaffold_4	Messina et al., 2004	Floraison	Salazar et al., 2016
			49,6	Scaffold_4	Messina et al., 2004	Période de développement du fruit,	Salazar et al., 2016

Marqueur	Espèce d'origine	GL	Position (cM)	Pèche v1.0	Référence	Trait morphologique	Référence des QTL
Udap-440	Abricotier	1	0,0	Scaffold_1	Dondini et al., 2007	Acidité	Salazar et al., 2013
			0,0	Scaffold_1	Dondini et al., 2007	Calibre fruit	Salazar et al., 2013
Udap-456	Abricotier	2	33,9	Scaffold_2	Messina et al., 2004	Poid du noyau	Salazar et al., 2013
			33,7	Scaffold_2	Messina et al., 2004	acidité	García-Gómez et al., 2019
Udap-460	Abricotier	7	27,6	Scaffold_7	Messina et al., 2004	Poids du fruit	Salazar et al., 2013
			28,4	Scaffold_7	Messina et al., 2004	Floraison	Fan et al., 2010
			28,6	Scaffold_7	Messina et al., 2004	poids noyau	Ruiz et al 2010
			36,7	Scaffold_7	Messina et al., 2004	Calibre fruit	Salazar et al., 2013
Udap-463	Abricotier	1	6,1	Scaffold_1	Messina et al., 2004	Maturation	Salazar et al., 2013
			2,5	Scaffold_1	Messina et al., 2004	couleur peau	Salazar et al., 2013
			6,1	Scaffold_1	Messina et al., 2004	Période de développement du fruit,	Salazar et al., 2013
Udap-471	Abricotier	7	9,7	Scaffold_7	Messina et al., 2004	Floraison	Salazar et al., 2013
			79,6	Scaffold_7	Messina et al., 2004	Acidité	Salazar et al., 2013
			9,7	Scaffold_7	Messina et al., 2004	Poids du noyau	Salazar et al., 2013

## 6. Détermination de l'auto(in)-compatibilité chez les différentes accessions d'abricotiers au niveau de la zone du Hodna et des Aurès :

### 6.1. Matériel végétal :

Quatre-vingt-douze accessions d'abricotier (dont huit cultivars d'abricotier espagnoles de contrôle) provenant des régions du Hodna et des Aurès dans six sites différents (Boukhmissa, Maadid, Khoubana, Rahbat, Kochbi et Sefiane,) ont été évaluées pendant deux ans dans le but de déterminer leurs auto(in)-compatibilité (Figure 36). Ces accessions cultivées comprenaient des accessions spontanées et des accessions issues du greffage (Tableau 09).

### 6.2. L'évaluation de l'auto(in)-compatibilité sur site :

L'évaluation de l'auto(in)-compatibilité a été effectuée pendant deux saisons différentes, pour les années 2018 et 2020 en condition de terrain par ensachage, 3 rameaux de chaque accession ont été choisis à des directions différentes selon les 4 points cardinaux, contenant chacun un nombre important de bouton à fleur au stade 57 selon l'échelle BBCH, Les fleurs ouvertes et les boutons tardifs ont été éliminés, les rameaux choisis ont été ensachés (figure 36) pour éviter la pollinisation croisée par l'intermédiaire des abeilles. Les sacs ont été enlevés après quatre semaines, Le taux de nouaison, obtenu par autofécondation, a été évalué en faisant le rapport du nombre de fruits noués sur le nombre de fleurs initiales après huit semaines (Burgos *et al.*, 1997).



**Photo 36 :** Evaluation de l'auto(in)-compatibilité par ensachage des rameaux débourrement(A), Floraison (B), Chute des pétales(C), Nouaison(D), (Source : Photo originale).

Cependant, l'efficacité de cette technique d'évaluation est conditionnée par des facteurs environnementaux incontrôlés, y compris des conditions météorologiques défavorables, qui peuvent entraîner un échec de la pollinisation (Rodrigo et herrero., 2002), ce qui peut conduire à des diagnostics erronés d'auto-incompatibilité.

### 6.3. L'évaluation de l'auto-(in)compatibilité par l'identification de l'allèle S :

L'évaluation de l'auto-(in)compatibilité des 84 accessions sur champs au niveau des différents sites d'étude est complétés par une évaluation des allèles d'auto-compatibilité au niveau du laboratoire à travers l'identification de l'allèle S par l'analyse PCR en utilisant des amorces spécifiques pour l'identification et la différenciation des allèles d'auto-compatibilités (Sc) et d'auto-incompatibilités (S8), l'identification de l'allèle S s'est effectuée selon les étapes suivante :

#### 6.3.1. Extractions de l'ADN :

- Prélèvement des échantillons de 4-5 feuilles dans le champ au printemps. Il est recommandé d'échantillonner les feuilles à des stades jeunes.
- L'extraction, quantification et dilution des échantillons d'ADN s'est déroulées suivant la même procédure décrite précédemment dans les étapes de caractérisation moléculaire des différentes accessions et suivant la procédure décrite par Doyle et Doyle (1987).

#### 6.3.2. Identification des allèles S par analyse de la PCR :

L'ADN isolé et dilué précédemment est amplifié par PCR en utilisant les amorces spécifiques directe APRFBC8-F et inverse APRFBC8-R (Tableau 16), qui amplifient les régions variables V2 et HVb du gène SFB (Figure 37) pour l'identification et la différenciation des deux allèles Sc ( $\approx 500$  pb) et S8 ( $\approx 150$  pb) (Herrera *et al.*, 2018), l'identification a été effectuée selon les conditions de PCR de Halasz *et al* (2010).

**Tableau 16 :** Amorces utilisées pour l'identification des allèles S chez les différentes accessions d'abricotiers

Amorces	Région amplifié	Séquence	Référence
AprFBC8-F	SFB	5'-CATGGAAAAGCTGACTTATGG-3'	Halász et al 2010
AprFBC8-R	SFB	5'-GCCTCTAATGTCATCTACTCTTAG-3'	Halász et al 2010

#### ❖ Mise en place des réactions PCR

- Tampon de réaction 1X (Sigma, Budapest, Hungary), avec une concentration fin de 10mM Tris-HCl (pH 8.3), 50mM KCl, 1.5 mM Cl<sub>2</sub>Mg
- 0.2 mM de chaque dNTP
- 0.4  $\mu$ M de chaque amorce

- 80 ng/  $\mu$ l d'ADN génomique
- 0.625 U/ $\mu$ l d'ADN polymérase BioTaq™ (Sigma)
- H<sub>2</sub>O

Les réactions PCR ont été Amplifiées dans un thermocycleur de 96 puits «SimpliAmp™ Thermal Cycler» (Applied Biosystems by Life Technologies Corporation/Carlsbad, CA 92008 USA), en utilisant un profil de température avec une dénaturation initiale de 94 °C pendant 2 min, 35 cycles de 94 °C pendant 30 s, 55 °C pendant 1,5 min et 72 °C pendant 2 min, et une extension finale de 72 °C pendant 5 min.

### **6.3.3. Visualisation et analyse de la PCR :**

Les produits PCR ont été séparés par électrophorèse sur des gels d'agarose à 2% à 90V pendant 2 h et les bandes d'ADN ont été colorées avec du Gel Red™ (Biotium, Hayward, CA, USA), dans un tampon TAE a 2% (40 mM Tris, 20 mM acide acétique, et 1mM EDTA) de concentration (1x). Un ADN de taille 1Kb Plus ladder a été utilisé comme marqueur de taille standard (Invitrogen, Barcelone, Espagne). Ces gels sont par la suite visualisés par un Imager 600 UV (Amersham™ Imager 600) sous une lumière UV, pour la détection de la présence ou non des allèles S<sub>c</sub> et S<sub>g</sub>.

## **Chapitre II : Analyse des données**

## **1. Analyse des données phénotypiques des accessions d'abricotier :**

Le but de cette analyse est de faire déceler des similitudes et/ou des différences entre les différentes accessions étudiées, appartenant aux deux types d'accessions (issues du greffage et spontanées) pour ensuite, faire ressortir les variables les plus discriminantes dont les niveaux d'expression bien observés permettant de les classées.

### **1.1. Analyse descriptive uni variée des données phénotypiques des différentes accessions :**

Le programme IBM® SPSS® statistics version 26.0 (2019) a été utilisé pour traiter les données issues de la caractérisation phénotypique. D'une part, une analyse statistique descriptive des données obtenues dans chaque accessions a été réalisée (valeurs moyennes, écart-types, écarts interquartiles, médianes, valeurs minimales et maximales), ainsi que l'élaboration d'histogrammes représentant la distribution, les fréquences des accessions par origines d'accessions, par zone, par région, par cultivar, et origine d'accession selon chaque caractère étudié. Les histogrammes représentent les valeurs moyennes par accessions et par origine d'accession pour chaque trait.

### **1.2. Analyse descriptive multidimensionnelles des données phénotypiques des différentes accessions :**

Dans le but de déceler les ressemblances et/ou les différences entre les différentes accessions étudiées, trois méthodes statistiques multidimensionnelles ont été utilisées.

#### **1.2.1. Analyse en composante principale (ACP):**

Constitue l'une des méthodes statistiques les plus utilisés dans le cas d'analyse de plusieurs variables quantitatives simultanément pour plusieurs individus. Une analyse en composante principale (ACP) a été réalisée dans le but de déceler la corrélation entre les caractères quantitatifs étudiés et faire ressortir les caractères les plus discriminants, et déceler les ressemblances qui existent entre les différentes accessions étudiées à travers leurs profils des caractères quantitatifs (poids, dimensions des fruits, acidité ...etc).

L'analyse en composante principale a été appliquée sur la matrice des corrélations, obtenue à partir de l'ensemble des seize variables quantitatives mesurées sur les quatre-vingt quatre accessions ayant fait l'objet de cette étude. La projection de l'ensemble des accessions sur les plans des principaux axes permet d'apprécier leurs dispersions et de mieux comparer la variabilité entre eux.

**1.2.2. Analyse des correspondances multiples (ACM) :**

C'est une méthode qui porte sur l'analyse simultanée de plusieurs variables qualitatives, il s'agit d'une extension de l'AFC (deux caractères qualitatifs), elle possède les mêmes objectifs que l'ACP, en résumant l'information contenu dans un grand nombre de variables qualitatives afin de faciliter l'interprétation des corrélations existantes entre les différentes modalités des différentes variables, et ressortir les différences et similarités qui existe entre les différentes accessions étudiées.

Ces deux méthodes permettent essentiellement de réorganiser l'ensemble des données contenant des variables corrélées, en petits groupes de composantes. Pour l'analyse factoriel on retient les premières composantes principales ayant une valeur propre supérieure ou égale à 1 et qui prennent en compte la majeure partie de la variation observée (HUSSON et al., 2009). La détermination, pour chaque composante principale, des variables qui y sont fortement corrélées permet de ressortir les variables qui contribuent le plus à la variabilité au sein de chaque composante dans un plan donné.

**1.2.3. Classification hiérarchique ascendante (CAH) :**

La CAH fournit une autre forme de synthèse des données qu'une analyse factorielle, Il s'agit d'une classification sur facteurs issus de l'ACP ou de l'ACM. L'objectif de cette méthode est la construction de classes ou regroupements d'accessions qui se ressemblent sur l'ensemble des caractères qui les décrivent, elle permet de mettre en évidence les différences ou les ressemblances entre les accessions et groupe d'accessions. La CAH conduit ainsi à la construction d'un arbre de classification (ou dendrogramme), elle repose sur la mesure précise de la similarité/ dissemblance entre les accessions que l'on veut regrouper, en utilisant la procédure de la distance euclidienne pour construire des classes aussi homogènes. La CAH a été réalisée à partir des matrices de similarité afin de grouper les accessions étudiées selon leurs degrés des ressemblances morphologiques (caractères quantitative et qualitatives) sur la base du critère d'agrégation de Ward.

Les trois méthodes multidimensionnelles (ACP, ACM et CAH) ont été réalisées à l'aide du logiciel IBM® SPSS® statistics version 26.0 (2019).

## 2. Analyse de la diversité moléculaire au sein des accessions :

### 2.1. Analyse des paramètres de la diversité génétique :

Pour étudier le potentiel informatif des données SSR, des paramètres génétiques ont été calculés pour les 84 accessions, sur la base des produits d'amplification des dix locus microsatellites étudiés. La diversité génétique a été estimée en calculant plusieurs indices génétiques les plus communs tels que : le nombre d'allèles ( $N_a$ ), leur fréquences ( $F_a$ ), l'hétérozygotie observée ( $H_o$ ), l'hétérozygotie attendue ( $H_e$ ) définie par Weir (1996) comme étant la probabilité que deux allèles différents soient choisis de manière aléatoire dans une même population et l'indice de fixation ou le coefficient de consanguinité dans la population ( $F_{is}$ ) pour les microsatellites, tous ces indices génétiques ont été calculés.

### 2.2. Détermination du pouvoir de discrimination(PD) :

Le pouvoir de discrimination (PD) à été calculé pour chaque paire d'amorces selon (Tessier *et al.*, 1999) où la fréquence allélique est remplacée par la fréquence génotypique, en utilisant la formule suivante :

$$PD = 1 - \sum P_i^2$$

$P_i$  : Fréquence du  $i^{\text{ème}}$  génotype.

### 2.3. Analyse de la distance génétique entre les accessions et arbre phylogénétique:

Dans le but d'analyser les relations génétiques entre les 84 accessions d'abricotier, une matrice binaire a été construite sur la base des profils amplifiés où il a été noté dans chaque locus « 1 » pour présence et « 0 » pour absence d'un allèle donnée selon sa taille. Les distances génétiques standard par paires (GDS) (Nei, 1972) ont été calculées entre les groupes d'accessions selon l'indice de Jaccard et un dendrogramme a été construit selon la méthode de regroupement neighbor-joining avec des tests de bootstrap (1000), à l'aide du logiciel MEGA 10.1.6 (Kumar *et al.*, 2018).

## 3. Analyse des données de détermination d'auto (in)-compatibilité chez les différentes accessions d'abricotiers :

Les données ont été analysées à l'aide du logiciel R (Core Team, 2020). L'estimation des moyenne marginales (EMM) et des packages CAR ont été utilisés pour effectuer l'analyse de la variance (ANOVA) et les comparaisons multiples (Fox *et al.*, 2019 ; R Core Team, 2020) respectivement afin d'évaluer l'effet des facteurs origine de l'accession, région et année sur le pourcentage de nouaison ainsi que l'effet de leurs interactions.

**3<sup>es</sup> partie :**

---

**Résultats et discussions**

**Chapitre I : Caractérisation  
phénotypiques des accessions  
d'abricotier étudiées**

---

## Chapitre I : Caractérisation phénotypiques des accessions d'abricotier :

Pour l'estimation de la variabilité associée à chaque caractère, on procéda à une analyse descriptive uni-variée pour les différents caractères phénologiques, pomologiques et morphologiques (qualitatifs et quantitatifs) de la partie végétative (arbre), et reproductrice (Fruit) de différentes accessions étudiées selon leur origine (spontanée ou issue du greffage), la région, zone et année. Suivie d'une analyse multidimensionnelle de ces caractères au sein des accessions étudiées afin de déceler des similitudes et/ou des différences entre les différentes accessions, appartenant aux deux types d'accessions (issues du greffage et spontanée).

### 1. Analyse descriptive uni-variée des caractères phénotypiques des accessions d'abricotier :

#### 1.1. Analyse descriptive uni-variée des caractères phénologiques :

Les dates de différents stades phénologiques ont été enregistrés pour tous les accessions spontanées et issues du greffage au niveau de différentes zones et sites d'études, et cela pour quatre années.

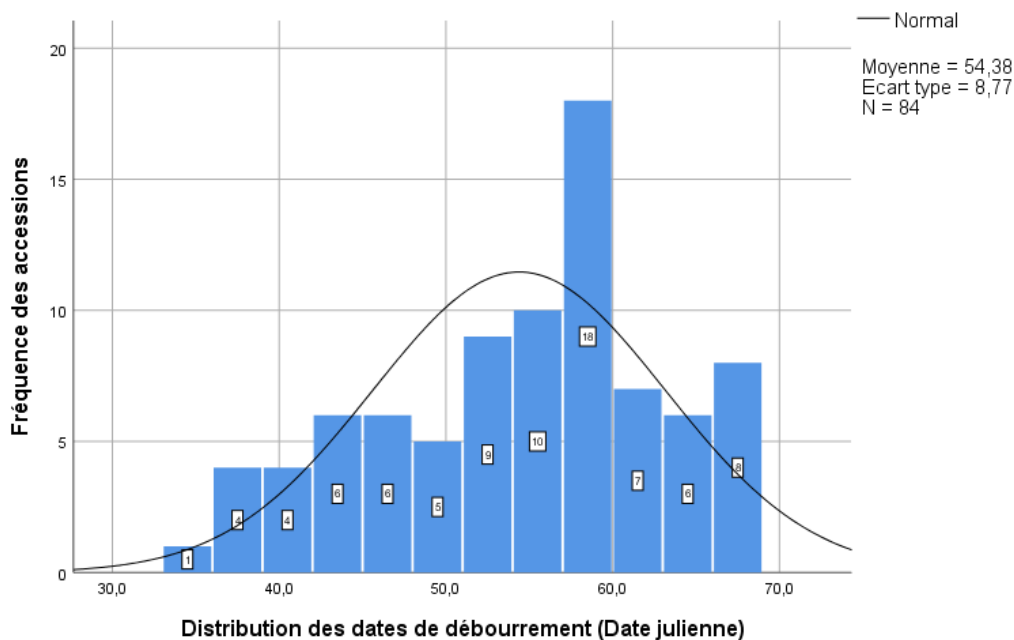
**Tableau 17:** Résumé de l'analyse descriptive des caractères phénologiques étudiés selon l'origine de l'accession.

Caractère phénologique	Origine accession	Moyenne	Ecart type	Minimum	Maximum
Date de débourrement (Date julienne)	Spontanée	54,49	5,21	40,25	61,50
	Issue du greffage	54,35	9,76	35,50	68,50
	Total	54,38	8,77	35,50	68,50
Floraison (Date julienne)	Spontanée	63,41	5,17	48,00	73,00
	Issue du greffage	63,00	7,82	43,75	74,50
	Total	63,11	7,19	43,75	74,50
Maturation (Date julienne)	Spontanée	157,95	10,16	141,75	176,50
	Issue du greffage	151,07	12,71	124,75	178,75
	Total	152,88	12,42	124,75	178,75
Période de développement des fruits (jour)	Spontanée	94,55	9,21	74,50	111,50
	Issue du greffage	86,23	11,17	60,25	114,00
	Total	88,41	11,25	60,25	114,00

##### 1.1.1. Date de débourrement :

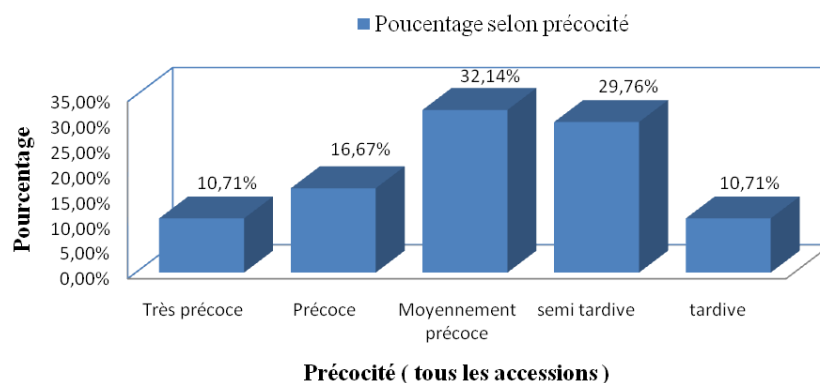
D'après la figure 37 : et le tableau 17 : Les dates de débourrement des différentes accessions quelque soit leurs origines suit une distribution normale (selon le test normalité de Kolmogorov-Smirnov) avec un écart type de 8,77 jours et une moyenne de 54,38 DJ, ce qui

montre une variabilité importante de la date de débourrement au sein accessions étudiées, près de 68,2 % des accessions étudiées ont une date de débourrement comprise entre 45,61 DJ et 63,15 DJ, l'étendue chez les accessions étudiées pour la date de débourrement entre l'accession la plus précoce et l'accession la plus tardive est de 33 jours. Les accessions issues du greffage présentent une variabilité plus importante, avec un écart type de 9,76 jours contre 5,21 jours chez les accessions spontanées. L'accession la plus précoce chez les accessions issues du greffage a une date de débourrement de 35,50 DJ (04/02) (Tounsi Bo), pour les accessions spontanées Arbi 02 Se est la plus précoce avec 40,25 DJ (09/02) soit un décalage dans la date de débourrement de 5 jours, alors que pour les accessions les plus tardives elles sont respectivement Louzi blanc Bo avec 68,50 DJ (8/03) et Arbi 02 Ko avec 61,50 DJ (01/03) soit une différence de 7 jours. La date de débourrement est plus étalée chez les accessions issues du greffage que chez les accessions spontanées avec respectivement 33 jours (04 février - 08 mars) et 21,25 jours (09 février- 01 mars).



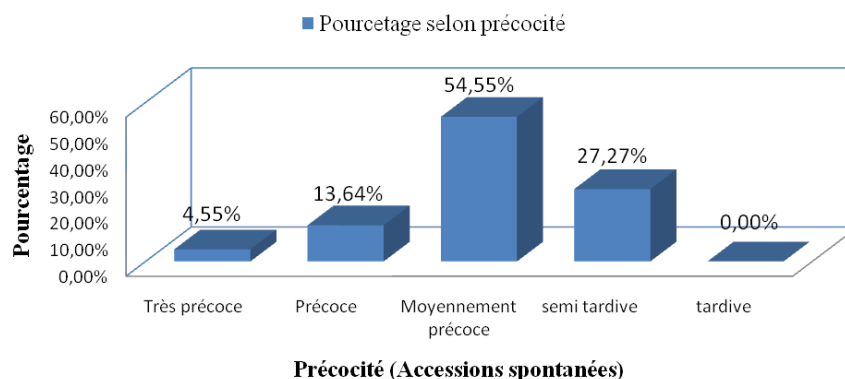
**Figure 37 :** Distribution des fréquences des accessions étudiées pour la date de débourrement des années combinées (2017-2018-2019-2020)

Une grande partie des accessions étudiées présentent une date de débourrement moyennement précoce à semi tardive avec respectivement 32,14% (soit 27 accessions dont 15 issues du greffage et 12 spontanées) et 29,76% (soit 25 accessions dont 19 issues du greffage et 06 spontanées) suivi de ceux précoces avec 16,67 % (soit 14 accessions dont 11 issues du greffage et 03 spontanées), les accessions très précoces est tardives représentent les mêmes proportions avec 10,71% chacune (09 accessions très précoces dont 8 issues du greffage et 1 spontanée) et (09 accessions tardives dont 09 issues du greffage et 0 spontanée). (Figure 38)



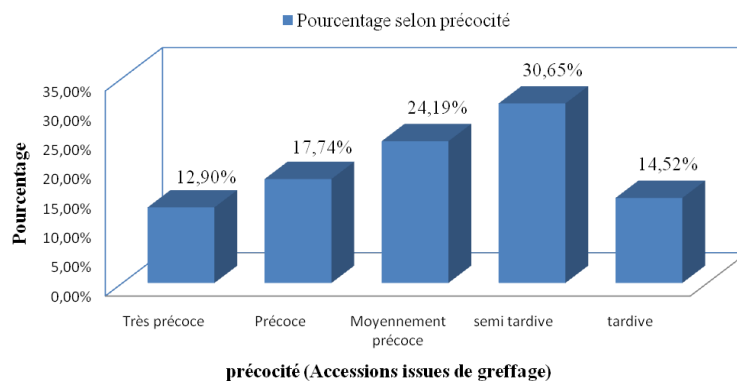
**Figure 38:** Proportion des accessions étudiées selon la précocité en date de débourrement.

La majeure partie des accessions spontanées ont une date de débourrement moyennement précoce avec 54,55% suivi d'accessions semi tardives avec 27,27%, le reste se répartit sur les accessions très précoces et précoces avec respectivement 4,55% et 13,54%. On remarque aussi l'absence des accessions tardives (0,00%) chez les accessions spontanées (Figure 39).



**Figure 39 :** Proportions des accessions spontanées selon leurs précocités en date de débourrement.

Pour les accessions issues du greffage 30,65% sont semi tardives suivi des accessions moyennement précoces avec 24,19%, le reste des proportions se répartissent sur les accessions très précoces, précoces et tardives (Figure 40).

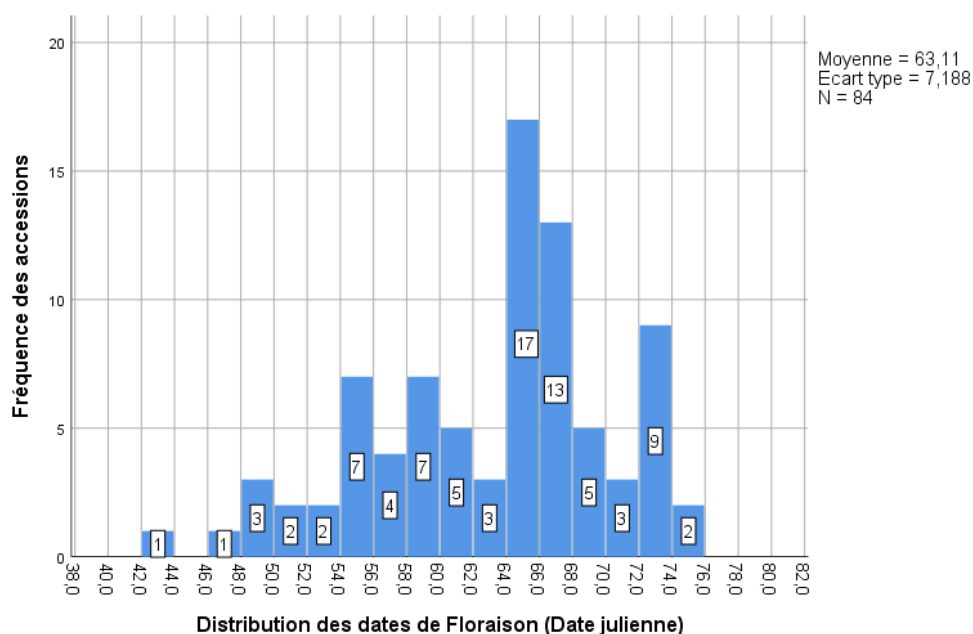


**Figure 40 :** Proportions des accessions issues du greffage selon leurs précocités en date de débourrement.

### 1.1.2. Date de floraison :

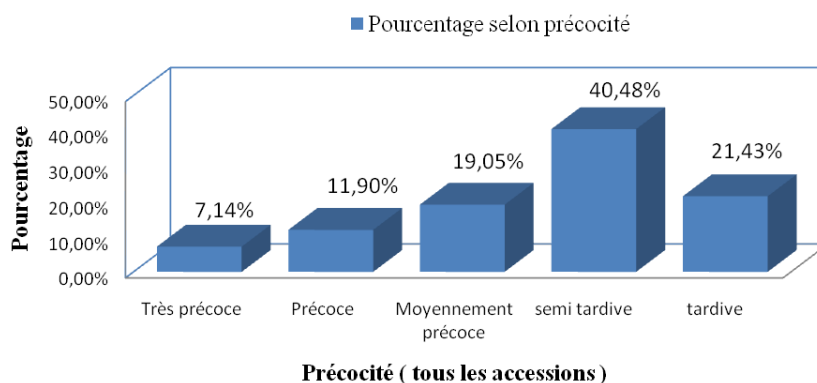
D'après la Figure 41 : Les dates de floraison des différentes accessions quelque soit leurs origines suit une distribution multimodale avec un étirement vers la droite où le mode le plus grand se trouve plutôt vers la droite de distribution avec une date floraison de 65 DJ ce qui veut dire que la majorité des accessions étudiées ont des dates de floraison allant de moyennement précoces à semi tardives avec un écart type de 7,19 jours et une moyenne de 63,11 DJ (03 mars), cela montre une variabilité importante de la date de floraison au sein des accessions étudiées et la présence de plusieurs sous populations, où près de 61,90 % des accessions étudiés ont une date de floraison comprise entre 63,25 DJ (03 mars) et 74.50 DJ (14 mars), l'étendue chez les accessions étudiées pour la date de floraison entre l'accession la plus précoce et l'accession la plus tardive est de 30,75 jours.

Les accessions issues du greffage présentent un écart type de 7,82 jours légèrement supérieur à l'écart type calculé chez les accessions spontanées qui ont compte à eux ont un écart type de 5,17 jours soit un décalage de 2,65 jours. L'accession la plus précoce chez les accessions issues du greffage a une date de floraison de 43,75 DJ (12 février) il s'agit de l'accession Bedai 06 Se, pour les accessions spontanées Arbi 02 Se est la plus précoce avec 48 DJ (17 février) soit un décalage dans la date de floraison de 5 jours , alors que pour les accessions les plus tardives elles sont respectivement Louzi blanc Bo et Rosé Bo avec 74,50 DJ (14 mars) pour les accessions issues du greffage et Arbi 02 Kh avec 73 DJ (13 mars) soit une différence de 01 jour. La date de floraison est plus étalée chez les accessions issues du greffage que chez les accessions spontanées avec respectivement 38 jours (12 février- 14 mars) et 28 jours (17 février- 13 mars).



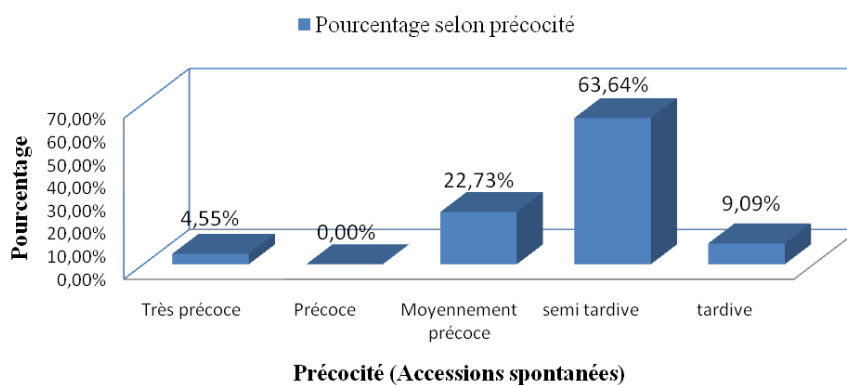
**Figure 41:** Distribution des fréquences des accessions étudiées pour la date de floraison des années combinées (2017-2018-2019-2020).

Plus de 61 % des accessions étudiées présentent une date de floraison de semi tardive à tardive avec respectivement 40,48% (soit 34 accessions dont 20 issues du greffage et 14 spontanées) et 21,43% (soit 18 accessions dont 16 issues du greffage et 02 spontanées), le reste se répartit comme suite : les accessions moyennement précoces avec 19,05 % (16 accessions dont 11 issues du greffage et 05 spontanées), les accessions précoces avec 11,90 % (10 accessions dont 10 issues du greffage et 0 spontanée) et en dernier on trouve les accessions très précoces avec 7,14% (06 accessions dont 05 issues du greffage et 01 spontanée) (Figure 42). Dans certains cas quelques accessions changent de groupe de point de vue précocité où elles étaient par exemple précoces dans la date de débourrement elles sont devenues moyennement précoces dans la date de floraison cela peut être due à la longue période nécessaire à la floraison de ces accessions et l'inverse peut être observée dans d'autres accessions (moyennement précoces en date de débourrement deviennent précoces au moment de la floraison).



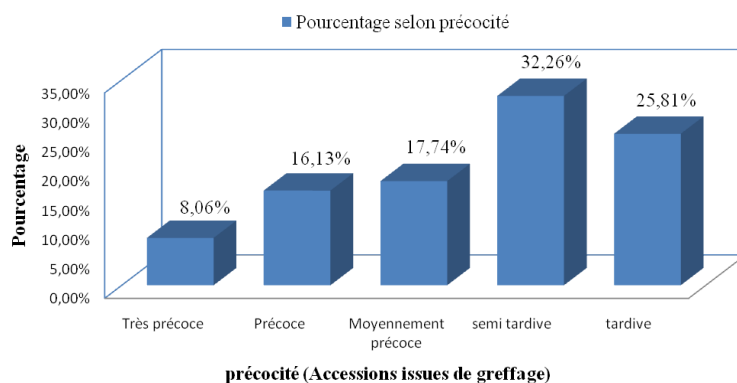
**Figure 42:** Pourcentage des accessions étudiées selon leurs précocités en date de floraison.

Plus de 83 % des accessions spontanées ont une date de floraison de moyennement précoces à semi tardives avec respectivement 22,73 % et 63,64% suivi d'accessions tardive et très précoces, tandis qu'aucune des accessions spontanées n'est précoces (00%) (Figure 43).



**Figure 43:** Proportions des accessions spontanées selon leurs précocités en date de floraison.

Pour les accessions issues du greffage la majeure partie des accessions sont semi tardives à tardives avec respectivement 32,26% et 25,81%, suivi par les accessions moyennement précoces avec 17,74%, pour le reste des accessions les proportions sont réparties entre accessions précoces avec 16,13% et très précoces avec 8,06% (Figure 44).



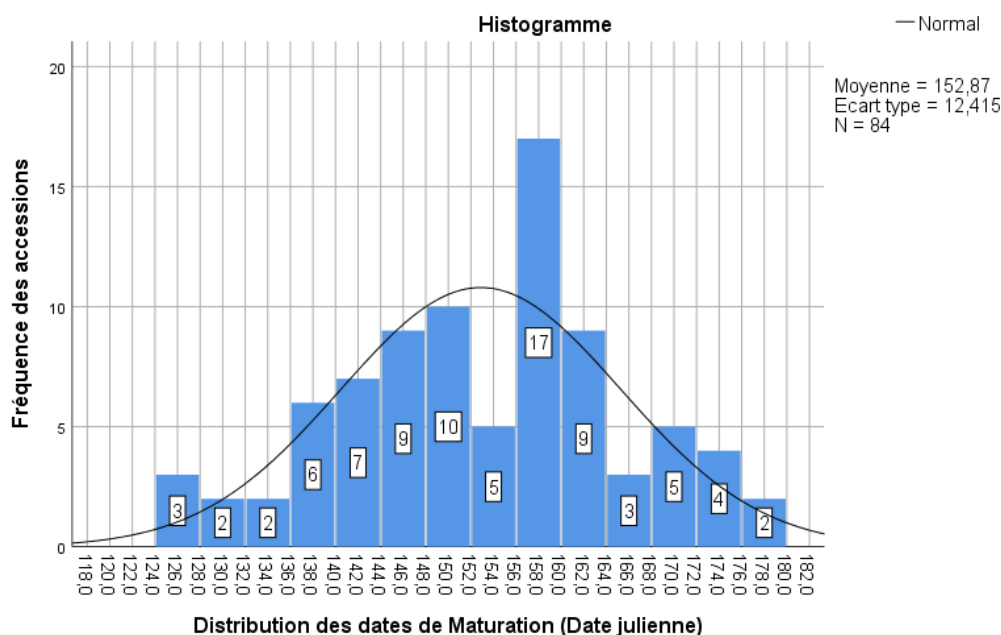
**Figure 44:** Proportions des accessions issues du greffage selon leurs précocités en date de floraison.

### 1.1.3. Date de maturation :

La date de maturation indique le moment de la maturité optimale du fruit et de la consommation pour le marché du frais, indiquant la fin de son cycle de développement

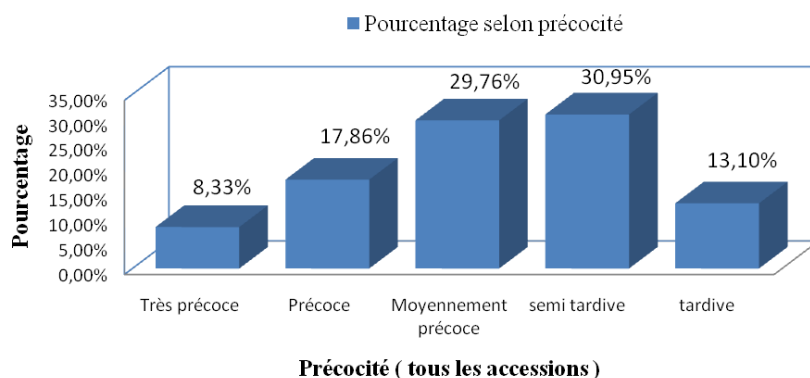
D'après la Figure 45 : Les date de maturation des différentes accessions quelque soit leur origine suit une distribution normale (selon le test normalité de Kolmogorov-Smirnov) avec un écart type de 12,42 jours et une moyenne de 152,88 DJ, ce qui démontre l'existence d'une variabilité importante de la date de maturation au sein des accessions étudiées, près de 68,2 % des accessions étudiés ont une date de maturation comprise entre 146,50 DJ et 166 DJ, l'étendue chez les accessions étudiées pour la date de maturation entre l'accession la plus précoce et l'accession la plus tardive est de 54 jours.

Les accessions issues du greffage présentent une variabilité légèrement supérieure à celle des accessions spontanées, avec un écart type de 12,71 jours alors que chez les accessions spontanées, l'écart type est de 10,16 jours. L'accession la plus précoce chez les accessions issues du greffage a une date de maturation de 118 DJ (03 mai) (Tounsi Bo et Bedai 06 Se), pour les accessions spontanées Arbi 03 Bo est la plus précoce avec 141,75 DJ (20 mai) soit un décalage dans la date de maturation de 17 jours, alors que pour les accessions les plus tardives elles sont respectivement Rosé Ra avec 178,75 DJ (26 juin) et Arbi 04 Ra avec 176,50 DJ (24 juin) soit une différence de 02 jours. La période de maturation est plus étalée chez les accessions issues du greffage que chez les accessions spontanées avec respectivement 54 jours (03 mai-26 juin) et 34,75 jours (20 mai-24 juin).



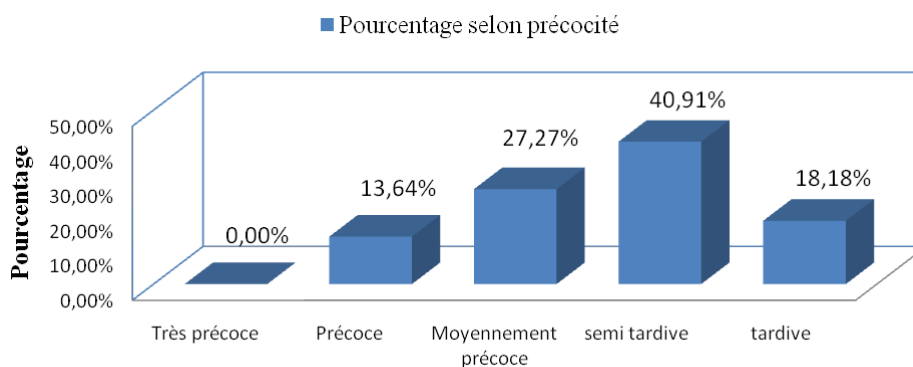
**Figure 45 :** Distribution des fréquences des accessions étudiées pour la date de maturation des années combinées (2017-2018-2019-2020).

La majorité des accessions étudiées sont caractérisées par une maturation moyennement précoce à semis tardive avec respectivement 29,76% (soit 25 accessions dont 19 issues du greffage et 06 spontanées) et 30,95% (soit 26 accessions dont 17 issues du greffage et 09 spontanées). Suit des accessions précoces avec 17,86% (soit 15 accessions dont 12 issues du greffage et 03 spontanées), les accessions tardives 13,10% (soit 11 accessions dont 07 issues du greffage et 04 spontanées) et les accessions très précoces avec 8,33% (soit 7 accessions dont 7 issues du greffage et 0 spontanées) (Figure 46) dans certains cas des accessions considérées comme ayant une floraison moyennement précoce à semi tardive, ont une maturation précoce ou moyennement précoce cela est surtout due à la courte période de développement du fruit, l'inverse peut être observé pour d'autres accessions c'est-à-dire il y'a des accessions précoces de point de vue débourrement ou floraison mais elles sont moyennement précoces à semi tardives voir même tardives de point de vue maturation.



**Figure 46:** Pourcentage des accessions étudiées selon leurs précocités en date de maturation.

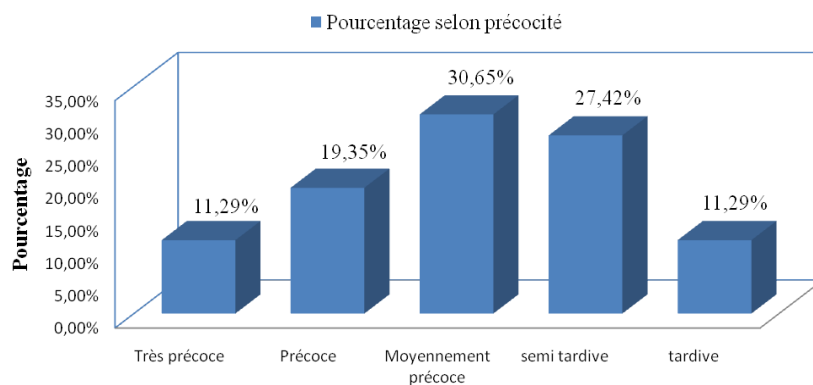
La majeure partie des accessions spontanées ont une maturation semi tardives avec 40,19%, suivi des accessions moyennement précoces avec 27,27%, le reste des proportions se répartissent comme suite : 18,18% accessions tardives, 13,64% accessions précoces et 0% accession très précoce (Figure 47)



**Précocité (Accessions spontanées)**

**Figure 47:** Proportions des accessions spontanées selon leurs précocités en date de maturation.

Pour les accessions issues du greffage une grande partie ont une maturation de moyennement précoce à semi tardive avec respectivement avec 30,65% et 27,42%, suivi des accessions précoces avec 19,35%, tandis que les accessions très précoces et tardives ne représentent que 11,29% chacune (Figure 48)



**précocité (Accessions issues de greffage)**

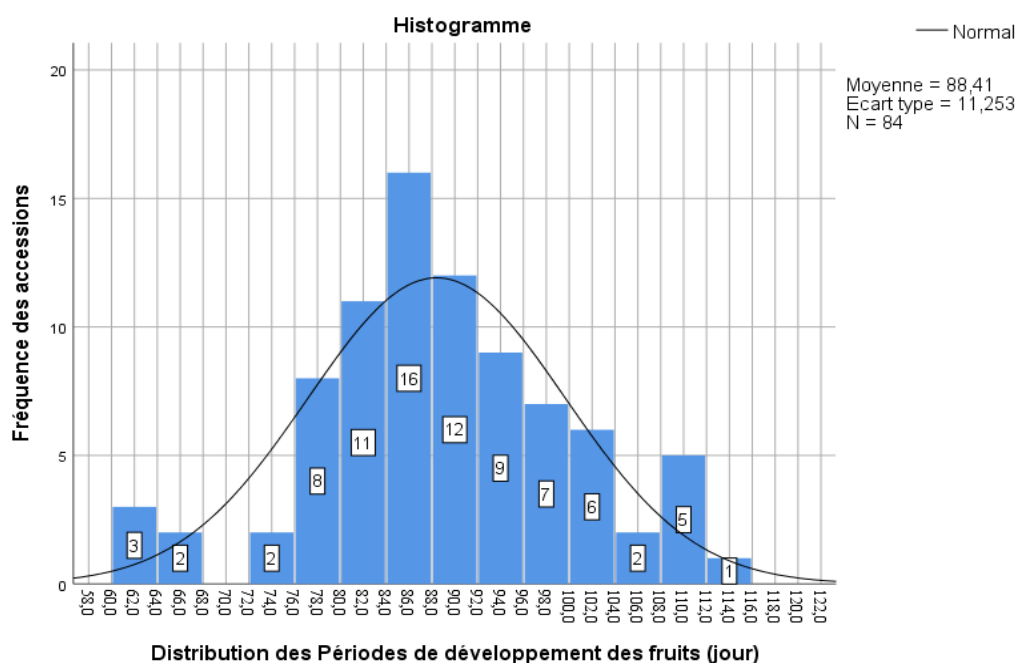
**Figure 48:** Proportions des accessions issues du greffage selon leurs précocités en date de maturation.

#### 1.1.4. Période de développement des fruits :

La période de développement des fruits comprend la période entre la date de floraison et la date de maturité optimale du fruit, ce paramètre étant lié au degré de précocité de chaque accession. En outre, elle est également influencée par les conditions environnementales de chaque année, tant par l'accumulation d'heures de froid pendant la période hivernale que par les températures qui surviennent après la floraison pendant le processus de développement et de maturation du fruit.

La Figure 49 montre que la période de développement des fruits des différentes accessions quelque soit leurs origines suit une distribution normale selon le test de normalité de Kolmogorov-Smirnov, avec un écart type de 11,25 jours et une moyenne de 88,41 jours (tableau 17), ce qui démontre l'existence d'une variabilité importante dans la période de développement des fruits, plus de 77% des accessions étudiées ont une période de développement des fruits comprise entre 78 jours et 97 jours, l'étendue chez les accessions étudiées pour la période de développement des fruits entre l'accession dont la période de développement est plus la courte et celle la plus longue est de 53,75 jours.

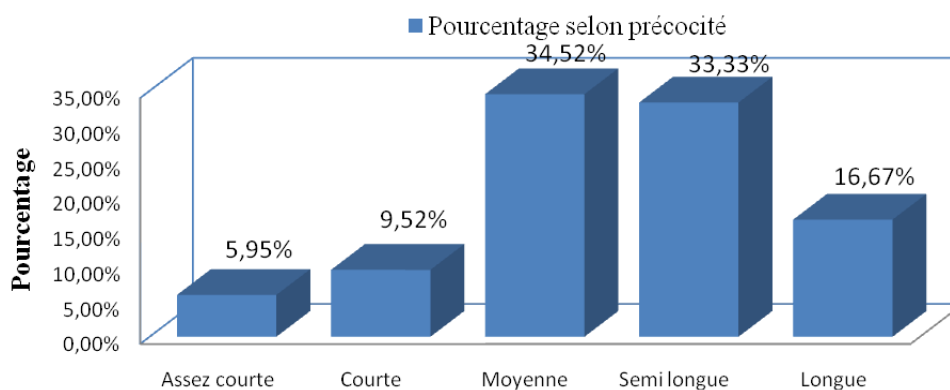
Les accessions issues du greffage présentent une variabilité supérieure à celle des accessions spontanées, avec un écart type de 11,17 jours pour les accessions issues du greffage et 9.21 jours chez les accessions spontanées. L'accession présentant la plus courte période de développement des fruits chez les accessions issues du greffage est Pavit 02 Bo avec 60,25 jours, pour les accessions spontanées c'est Arbi 02 Kh avec 74,50 jours soit 14,25 jours, tandis que pour les accessions présentant la plus longue période de développement sont respectivement Rosé 01Ra avec 114 jour et Arbi 01 Ra avec 111,5 DJ soit une différence de 2,5 jours. La période de développement du fruit est plus étalée chez les accessions issues du greffage que chez les accessions spontanées avec respectivement 53.75 jours et 37 jours.



**Figure 49 :** Distribution des fréquences des accessions étudiées pour la période de développement du fruit des années combinées (2017-2018-2019-2020).

Plus de 77% des accessions étudiées ont une période de développement des fruits de moyennement longue à semis longue avec respectivement avec 34,52% (soit 29 accessions

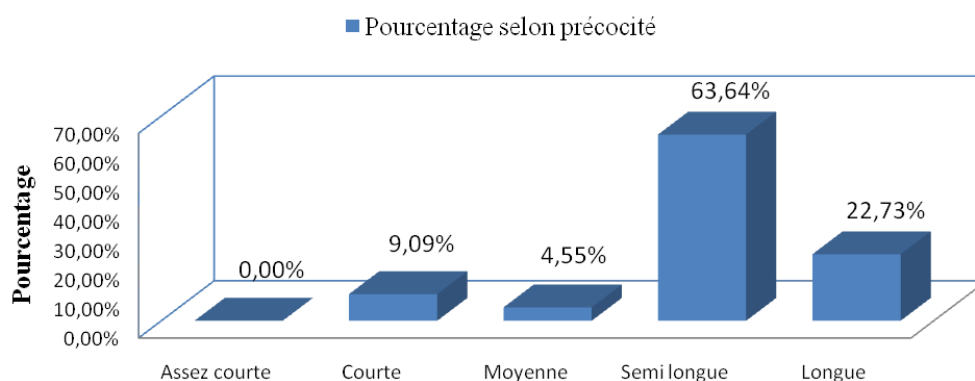
dont 28 issues du greffage et 01 spontanées) et 33,33% (soit 28 accessions dont 14 issues du greffage et 14 spontanées). Le reste des proportions se répartissent de la façon suivante : accessions à longue PDF 16,67% (soit 14 accessions dont 09 issues du greffage et 05 spontanées), à courte PDF avec 9,52% (soit 08 accessions dont 06 issues du greffage et 02 spontanées) et à assez courte PDF 5,95% (soit 05 accessions dont 05 issues du greffage et 00 spontanée) (Figure 50).



**Précocité ( tous les accessions )**

**Figure 50:** Pourcentage des accessions étudiées selon leur précocité en période de développement des fruits.

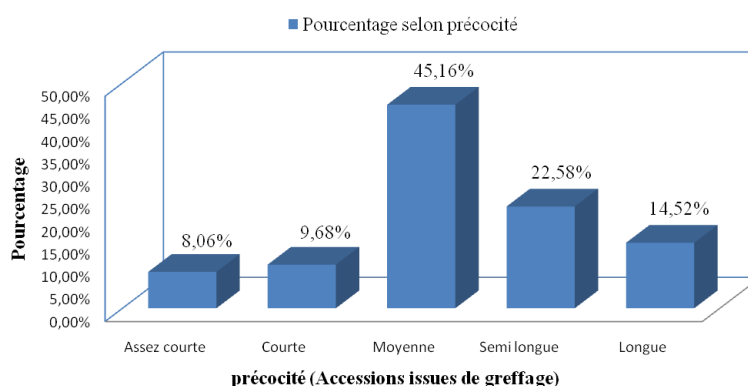
La plus grande partie des accessions spontanées ont une PDF semi tardive avec 63,64%, suivi des accessions à PDF longue avec 22,73%, le reste des proportions se répartissent comme suite : 9,09% à PDF courte, 4,55% à PDF moyenne et 0% à PDF assez courte (Figure 51)



**Précocité (Accessions spontanées)**

**Figure 51:** Proportions des accessions spontanées selon leurs précocités en période de développement des fruits.

A l'encontre des accessions spontanées les accessions à PDF moyenne issues du greffage occupent la première place avec 45,16% suivi d'accessions à PDF semi longues avec 22,58%, le reste des proportions sont répartis entre ceux à PDF assez courtes, courtes et longues (Figure 52)



**Figure 52:** Proportions des accessions issues du greffage selon leurs précocités en en période de développement des fruits.

## 1.2. Analyse descriptive uni-vairée des caractères pomologiques

### 1.2.1. Analyse descriptive uni-vairée des caractères pomologiques quantitatifs:

#### 1.2.1.1. Variation des différents caractères pomologiques quantitatifs selon l'origine de l'accession :

##### 1.2.1.1.1. Variabilité du poids des fruits :

Les caractères pomologiques varient considérablement selon l'origine de l'accession, cela en faveur des accessions issues du greffage, en effet le poids moyen des fruits est de 36,56g pour les accessions issues du greffage où au moins 50% des accessions issues du greffage possèdent un poids de fruits supérieur à 33,36g, contre seulement 19,25g pour les accessions spontanées (), où au moins 50% des accessions spontanées possèdent un poids de fruits inférieur à 18,74g, la variabilité du poids des fruits est plus grande chez les accessions issues du greffage avec un écart interquartile de 17,91g contre 8,08g pour les accessions spontanées (Figure 53, Tableau 18).

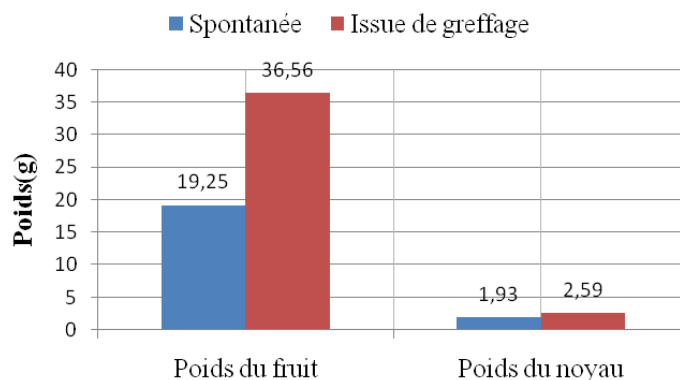
Le poids maximum des fruits des accessions issues du greffage est de 67,67g, détenu par l'accession El Khokhi 01Ma, tandis que les accessions spontanées ont un poids moyen maximum de 32,88g atteint par l'accession Arbi 07Ko. Pour le poids moyen minimum il est de 14,76g pour l'accession issue du greffage Bedai 06Se, alors que le poids moyen minimum chez les accessions spontanées est de 11,81g détenue par Arbi 6Ko (Tableau 18).

##### 1.2.1.1.2. Variabilité du poids des noyaux :

La même constatation pour le poids du noyau avec 2,59g pour les accessions issues du greffage où au moins 50% des accessions possèdent un poids moyen des noyaux supérieur à 2,61g. Pour les accessions spontanées le poids moyen du noyau est de 1,93g, au moins 50% de ses accessions possèdent un poids de noyaux inférieur à 1,87g, la variabilité du poids des noyaux est plus grande chez les accessions issues du greffage avec un écart interquartile de 0,85g contre 0,62g pour les accessions spontanées (Figure 53, Tableau 18).

Le poids moyen maximum des noyaux des accessions issues du greffage est de 4,24g par l'accession Boufarik 01 Se, tandis que les accessions spontanées ont un poids moyen

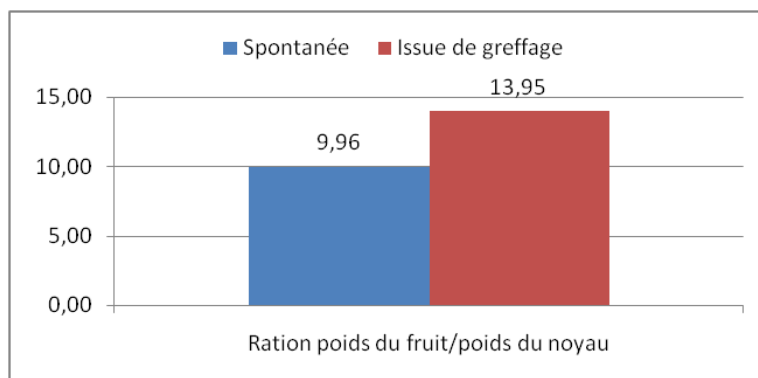
maximum de 2,90g atteint par l'accession Arbi 01 Ma. Pour le poids moyen minimum il est de 1,20g par l'accession issue du greffage M'sili 01 Ko, alors que le poids moyen minimum des noyaux des accessions spontanées est de 1,40g détenue par Arbi 01 Kh (Figure 53, Tableau 18).



**Figure 53 :** Poids moyen des fruits et des noyaux selon l'origine de l'accession.

#### 1.2.1.1.3. Variabilité du rapport poids du fruit/ poids noyau:

Le rapport poids du fruit/ poids noyau est nettement meilleur chez les accessions issues du greffage avec 13,95 et 9,96 pour les accessions spontanées (Figure 54), donc les fruits des accessions issues du greffage possèdent la caractéristique la plus désirée des consommateurs, au moins 50% des accessions issues du greffage possèdent un rapport fruit/noyau supérieur à 14,03. Tandis qu'au moins 50% des accessions spontanées ont un rapport fruit/noyau inférieur à 9,50, la variabilité du rapport fruit/noyau est légèrement supérieure chez les accession issues du greffage avec un écart interquartile de 3,58 contre 3,28 pour les accessions spontanées, le rapport poids du fruit/ poids noyau moyen maximum chez les accessions issues du greffage est de 20,02 par l'accession Pavit 06 Kh tandis que les accessions spontanées ont un rapport fruit/noyau moyen maximum de 14,93 atteint par l'accession Arbi 03 Bo. Pour le rapport fruit/noyau moyen minimum il est de 10,28 pour l'accession issue du greffage Bensarmok 01 Bo, alors que le rapport fruit/noyau minimum chez les accessions spontanées est de 6,87 détenue par Arbi 03 Se (Tableau 18).



**Figure 54 :** Rapport poids du fruit/ poids noyau moyen selon l'origine de l'accession.

**1.2.1.1.4. Variabilité de la hauteur du fruit :**

La hauteur moyenne du fruit chez les accessions issues du greffage est de 4,07cm, au moins 50% de ses accessions possèdent une hauteur de fruit supérieur à 4,10cm. pour les accessions spontanées le hauteur moyenne du fruit est plus faible par rapport aux accessions issues du greffage avec 3,29cm, où au moins 50% de ses accessions possèdent un hauteur moyenne inférieur à 3,26 cm, la variabilité de la hauteur du fruit et plus grande chez les accession issues du greffage avec un écart interquartile de 0,79 cm contre 0,52cm pour les accessions spontanées, la hauteur du fruit moyenne maximale chez les accessions issue du greffage est de 5,40 cm atteinte par l'accession El Khokhi 01Ma, tandis que les accessions spontanées ont une hauteur du fruit moyenne maximale de 4,03 cm atteinte par l'accession Arbi 07Ko. Pour la hauteur du fruit moyenne minimale elle est de 2,83cm pour l'accession issue du greffage de Bedai 06Se, alors que la hauteur du fruit minimale chez les accessions spontanées est de 2,82 cm détenue par Arbi 01Kh (Figure 55, Tableau 18).

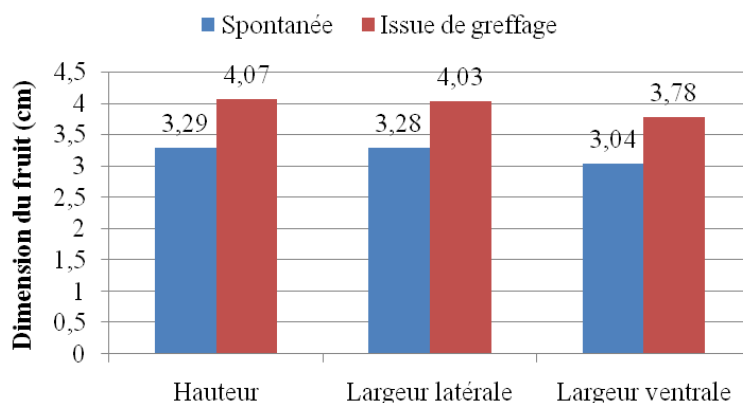
**1.2.1.1.5. Variabilité de largeur latérale du fruit :**

La largeur latérale moyenne du fruit chez les accessions issues du greffage est de 4,03cm, au moins 50% de ses accessions possèdent une largeur latérale de fruit supérieur à 4,00cm. pour les accessions spontanées le largeur latérale moyenne du fruit est plus faible par rapport au accession issues du greffage avec 3,28cm, où 50% de ses accessions possèdent un largeur latérale moyenne inférieur à 3,28cm, la variabilité de la largeur latérale du fruit et légèrement supérieur chez les accessions issues du greffage avec un écart interquartile de 0,65 cm contre 0,52cm pour les accessions spontanées, le largeur latérale moyenne maximale du fruit chez les accessions issues du greffage est de 5,09cm détenue par l'accession El khokhi 01 Ma tandis que les accessions spontanées ont une largeur latérale du fruit moyenne maximale de 4,14 cm atteinte par l'accession Arbi 07 Ko. Pour la largeur latérale minimale du fruit elle est de 2,63 cm pour l'accession issue du greffage Bedai 06 Se, alors que la largeur latérale moyenne minimale du fruit chez les accessions spontanées est de 2,83 cm détenue par Arbi 06 Ko (Figure 55, Tableau 18).

**1.2.1.1.6. Variabilité de la largeur ventrale du fruit :**

La largeur ventrale moyenne du fruit chez les accessions issues du greffage est de 3,78 cm, au moins 50% de ces accessions possèdent une largeur ventrale de fruit supérieure à 3,72cm. pour les accessions spontanées la largeur ventrale moyenne du fruit est plus faible par rapport aux accessions issues du greffage avec 3,04cm, au moins 50% de ces accessions possèdent un largeur ventrale moyenne inférieure à 3,03cm, la variabilité de la largeur ventrale du fruit est plus grande chez les accessions issues du greffage avec un écart

interquartile de 0,77cm, contre 0,47cm pour les accessions spontanées, la largeur ventrale moyenne maximale du fruit chez les accessions issues du greffage est de 4,81cm pour l'accession El khokhi 01 Ma, tandis que les accessions spontanées ont une largeur ventrale moyenne maximale de 3,75cm atteinte par l'accession Arbi 03 Bo. Pour la largeur ventrale minimale du fruit elle est de 2,77cm pour l'accession issue du greffage Bedai 06 Se, alors que la largeur ventrale moyenne minimale chez les accessions spontanées est de 2,57cm détenue par Arbi 04 Ra ((Figure 55, Tableau 18).



**Figure 55 :** Hauteur, largeur latérale et largeur ventrale moyenne du fruit selon l'origine de l'accession.

#### 1.2.1.1.7. Variabilité du rapport hauteur/largeur ventrale du fruit :

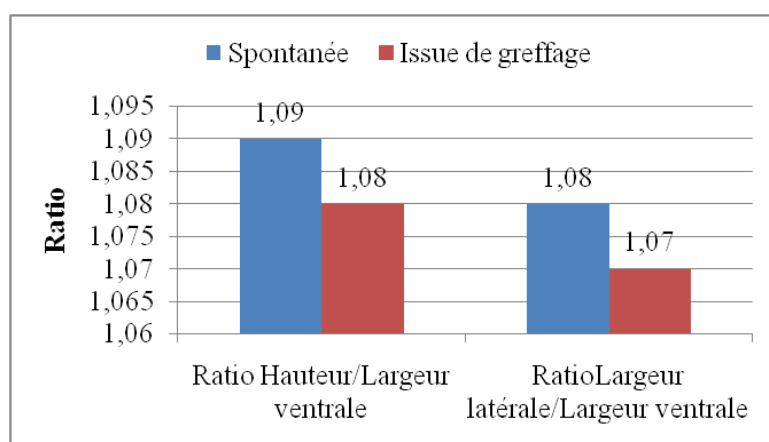
Le rapport hauteur/largeur ventrale moyen du fruit chez les accessions issues du greffage est de 1,08, où au moins 50% de ces accessions possèdent un rapport inférieur à 1,06. Pour les accessions spontanées, ce rapport est légèrement élevé par rapport aux accessions issues du greffage avec 1,09, où au moins 50% de ces accessions possèdent un rapport moyen supérieur à 1,08 (Figure 56, Tableau 18).

La variabilité du rapport hauteur/largeur ventrale du fruit est plus grande chez les accessions spontanées avec un écart interquartile de 0,06 contre 0,04 pour les accessions issues du greffage, le rapport moyen maximum du fruit chez les accessions issues du greffage est de 1,23 pour l'accession Rosé 01 Se, tandis que les accessions spontanées ont un rapport moyen maximum de 1,25 atteint par l'accession Arbi 05 Ko. Pour le rapport moyen minimum du fruit est de 0,96 pour l'accession issue du greffage Bedai 04Se, alors que le rapport moyen minimum chez les accessions spontanées est de 0,98 détenue par Arbi 01Ma (Figure 56, Tableau 18).

#### 1.2.1.1.8. Variabilité du rapport largeur latérale/largeur ventrale :

La largeur latérale/largeur ventrale moyenne du fruit chez les accessions issues du greffage est de 1,07 ; au moins 50% de ces accessions possèdent un rapport inférieur à 1,06.

Pour les accessions spontanées le rapport moyen du fruit est légèrement élevé par rapport aux accessions issues du greffage avec 1,09, où au moins 50% de ses accessions possèdent une largeur latérale/largeur ventrale moyenne supérieure à 1,08. La variabilité du rapport est plus grande chez les accessions spontanées avec un écart interquartile de 0,06 contre 0,04 pour les accessions issues du greffage, le rapport moyen maximal des fruits chez les accessions issues du greffage, est de 1,16 par l'accession Rosé 01Bo, tandis que les accessions spontanées ont un rapport moyen maximal de 1,14 atteinte par l'accession Arbi 02Ma. Pour le rapport moyen minimale du fruit elle est de 0,94 pour l'accession issue du greffage Bedai 07Se, alors que le rapport moyen minimale chez les accessions spontanées est de 1,05 détenue par Arbi 01Bo (Figure 56, Tableau 18).

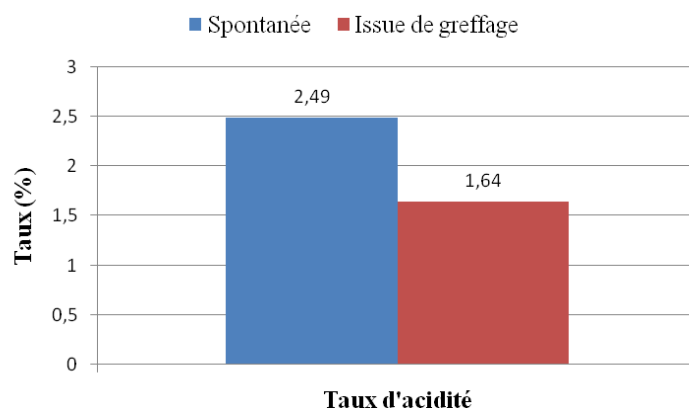


**Figure 56 :** Rapport hauteur/largeur ventrale et rapport largeur latérale/largeur ventrale moyen du fruit selon l'origine de l'accession.

#### 1.2.1.1.9. Variabilité de l'acidité des fruits :

L'Acidité moyenne des fruits chez les accessions issues du greffage est de 1,64%, au moins 50% de ces accessions possèdent un taux d'acidité des fruits inférieur à 1,67%. Pour les accessions spontanées l'acidité moyenne des fruits est très élevée par rapport aux accessions issues du greffage avec 2,49%, où plus de 50% de ces accessions possèdent un taux d'acidité supérieur à 2,53% (Figure 57, Tableau 18).

La variabilité du taux d'acidité des fruits est plus grande chez les accessions spontanées avec un écart interquartile de 1,09% contre 0,47% pour les accessions issues du greffage, le taux d'acidité moyen maximum des fruits chez les accessions issues du greffage est de 3,06% par l'accession Musca 01Bo, tandis que les accessions spontanées ont une acidité moyenne maximale de 3,37% atteint par les accessions Arbi 01Bo et Arbi 04Ra. Pour l'acidité moyenne minimale du fruit elle est de 0,89% chez les accessions issues du greffage atteints par l'accession Rosé 01Se, contre 1,36% pour l'accession Arbi 03Bo qui détient l'acidité minimale chez les accessions spontanées (Figure 57, Tableau 18).

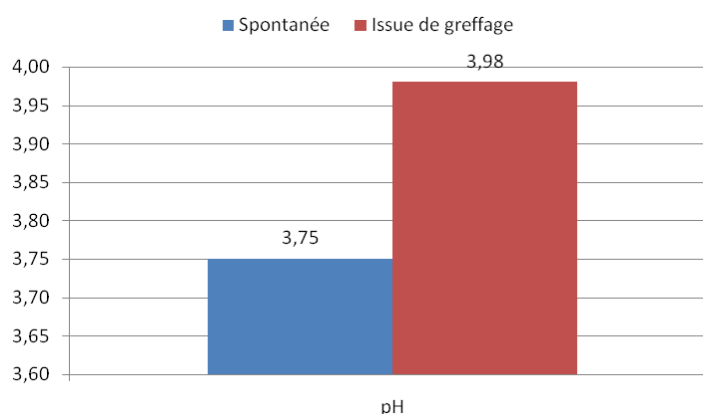


**Figure 57 :** Taux d'acidité moyenne des fruits selon l'origine de l'accession.

#### 1.2.1.1.10. Variabilité du pH des fruits :

Le pH moyen des fruits chez les accessions issues du greffage est de 3,98, au moins 50% de ces accessions possèdent un pH supérieur à 3,96. Pour les accessions spontanées le pH moyen des fruits est un peu plus bas par rapport aux accessions issues du greffage avec 3,75, où plus de 50% de ces accessions possèdent un pH inférieur à 3,71 (Figure 58, Tableau 18).

La variabilité du pH des fruit est presque la même chez les deux types d'accessions avec un léger surplus en faveur des accessions issues du greffage avec un écart interquartile de 0,21 contre 0,18 pour les accessions spontanées, le pH moyen maximum chez les accessions issues du greffage est de 4,46 par l'accession Rosé 01Ko, tandis que les accessions spontanées ont une pH moyen maximum de 4,09% atteint par l'accession Arbi 02Ra. Pour le pH moyen minimum des fruits il est de 3,64 chez les accessions issues du greffage atteint par l'accession Musca 01Bo, contre 3,56 pour l'accession Arbi 04Ra qui détient le pH minimum chez les accessions spontanées (Figure 58, Tableau 18).



**Figure 58 :** pH moyen des fruits selon l'origine de l'accession.

L'écart interquartile des accessions issues du greffage est plus élevé par rapport aux accessions spontanées avec des intervalles pouvant aller jusqu'à deux fois l'écart interquartile des accessions spontanées, à l'exception du taux d'acidité où l'écart interquartile est nettement supérieur dans les accessions spontanées avec 0,65% contre 0,36% pour les accessions issues du greffage (Tableau 18), donc une grande variabilité pour ce caractère en faveur des accessions spontanées, cette différence en faveur des accessions issues du greffage montre la grande diversité qui existe à l'intérieur de ce groupe pour les différents caractères.

**Tableau 18 :** Résumé de l'analyse descriptive des caractères pomologiques quantitatifs étudiés selon l'origine de l'accession.

Caractère étudié	Origine de l'accession	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$ Min	$\bar{x}$ Max	Me	EI
Poids des fruits (g)	Spontanée	19,25	6,19	11,81	32,88	18,74	8,08
	Issue du greffage	36,56	12,53	14,76	67,67	33,36	17,91
Poids des noyaux (g)	Spontanée	1,93	0,42	1,40	2,90	1,87	0,62
	Issue du greffage	2,59	0,67	1,20	4,24	2,61	0,85
Ratio poids du fruit/poids du noyau	Spontanée	9,96	2,08	6,87	14,93	9,50	3,28
	Issue du greffage	13,95	2,35	10,28	20,02	14,03	3,58
Hauteurs des fruits (cm)	Spontanée	3,29	0,34	2,82	4,03	3,26	0,52
	Issue du greffage	4,07	0,58	2,83	5,40	4,10	0,79
Largeur latérale des fruits (cm)	Spontanée	3,28	0,39	2,83	4,14	3,28	0,52
	Issue du greffage	4,03	0,55	2,63	5,09	4,00	0,65
Largeur ventrale des fruits (cm)	Spontanée	3,04	0,36	2,57	3,75	3,03	0,47
	Issue du greffage	3,78	0,50	2,77	4,81	3,72	0,77
Ratio hauteur/largeur ventrale	Spontanée	1,09	0,07	0,98	1,25	1,07	0,08
	Issue du greffage	1,08	0,06	0,96	1,23	1,07	0,08
Ratio largeur latérale/largeur ventrale	Spontanée	1,08	0,03	1,05	1,14	1,08	0,06
	Issue du greffage	1,07	0,04	0,94	1,16	1,06	0,04
Taux d'acidité (%)	Spontanée	2,49	0,65	1,36	3,37	2,53	1,09
	Issue du greffage	1,64	0,36	0,89	3,06	1,67	0,47
pH	Spontanée	3,75	0,15	3,56	4,09	3,71	0,18
	Issue du greffage	3,98	0,17	3,64	4,46	3,96	0,21

### 1.2.1.2. Variation des différents caractères pomologiques quantitatifs selon la Zone d'étude :

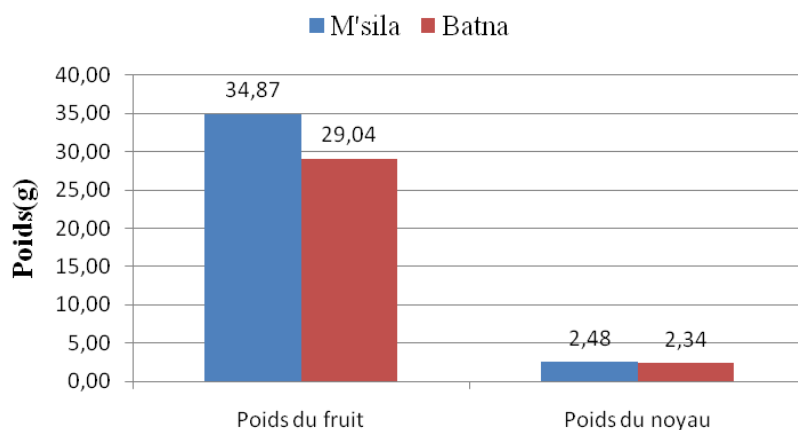
#### 1.2.1.2.1. Variabilité du poids des fruits :

Les fruits de la zone d'étude de M'sila se caractérisent par un poids plus élevé que les fruits de la zone de Batna avec 34,87 g et 29,04g respectivement, au moins 50% des accessions de M'sila ont un poids supérieur à 32,31g tandis qu'au moins 50% des accessions

de Batna ont un poids inférieur à 27,05g. Le poids moyen maximum des fruits atteint dans la zone de M'sila est celui de l'accession El khokhi 01Ma avec 67,67g, contre 63,40g pour l'accession Boufarik de la zone de Batna, pour le poids moyen minimum il est aussi supérieur dans la zone de M'sila avec 14,47g par l'accession Arbi 01Kh, contre 11,81 pour l'accession Arbi 06Ko dans la zone de Batna (Figure 59, Tableau 19).

#### 1.2.1.2.2. Variabilité du poids des noyaux :

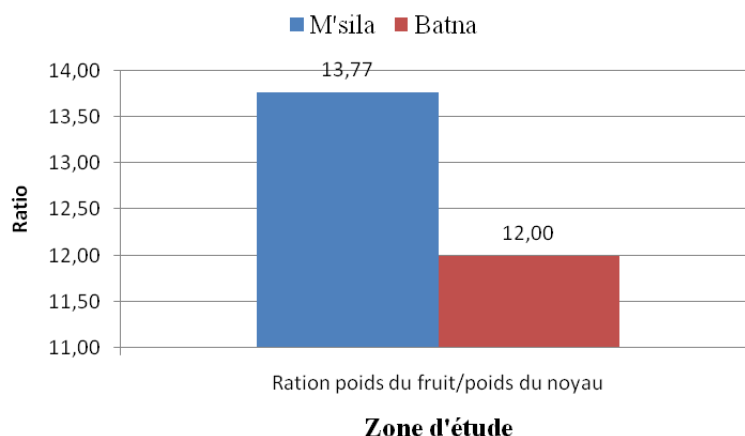
Le poids du fruit est corrélé positivement avec le poids du noyau, toujours en faveur de la zone de M'sila avec 2,48g contre 2,34g pour la zone de Batna, au moins 50% des accessions de M'sila ont un poids supérieur à 2,52g tandis qu'au moins 50% des accessions de Batna ont un poids inférieur à 2,30g. Le poids moyen maximum du noyau dans la zone de M'sila est celui de l'accession Polonais 01Kh avec 3,94g contre 4,24g pour l'accession Boufarik au niveau de la zone de Batna, Pour le poids moyen minimum dans la zone de M'sila est de 1,31g par l'accession Tounsi 01Bo, contre 1,20g pour l'accession M'sili 01Ko dans la zone de Batna (Figure 59, Tableau 19).



**Figure 59 :** Poids moyen des fruits et des noyaux selon la zone d'étude.

#### 1.2.1.2.3. Variabilité du rapport poids du fruit/ poids noyau:

Le rapport fruit/noyau qui constitue une caractéristique très importante est nettement meilleur chez les fruits de la zone de M'sila avec 13,77 contre 12,00 pour les fruits de la zone de Batna (Figure 75), au moins 50% des accessions de M'sila ont un rapport supérieur à 13,57, tandis qu'au moins 50% des accessions de Batna ont un rapport inférieur à 11,67. Le rapport moyen maximum est atteint par la zone de M'sila avec 20,02 par l'accession Pavit 06Kh contre 16,83 pour l'accession Bedai 05Se au niveau de la zone de Batna, pour le rapport moyen minimum dans la zone de M'sila il est de 8,32 par l'accession Arbi 02Ma, contre 6,87 par l'accession Arbi 03Se dans la zone de Batna (Figure 60, Tableau 19).



**Figure 60 :** Rapport poids du fruit/poids du noyau selon la zone d'étude.

#### 1.2.1.2.4. Variabilité de la hauteur du fruit :

Les fruits de la zone de M'sila possèdent en moyenne une meilleure hauteur (3,96cm), par contre les fruits de la zone de Batna ont une hauteur légèrement plus faible avec 3,76cm, où au moins 50% des accessions de M'sila ont une hauteur supérieure à 4,03cm tandis qu'au moins 50% des accessions de Batna ont une hauteur inférieure à 3,65cm. La hauteur moyenne maximale est atteinte par la zone de M'sila avec 5,40cm par l'accession El khokhi 01Ma contre 5,12cm par l'accession Boufarik 01Se au niveau de la zone de Batna, pour la hauteur moyenne minimale dans la zone de M'sila elle est presque la même que celle de la zone de Batna avec 2,82cm pour l'accession Arbi 01Kh, contre 2,83cm par l'accession Bedai 06Se dans la zone de Batna (Figure 61, Tableau 19).

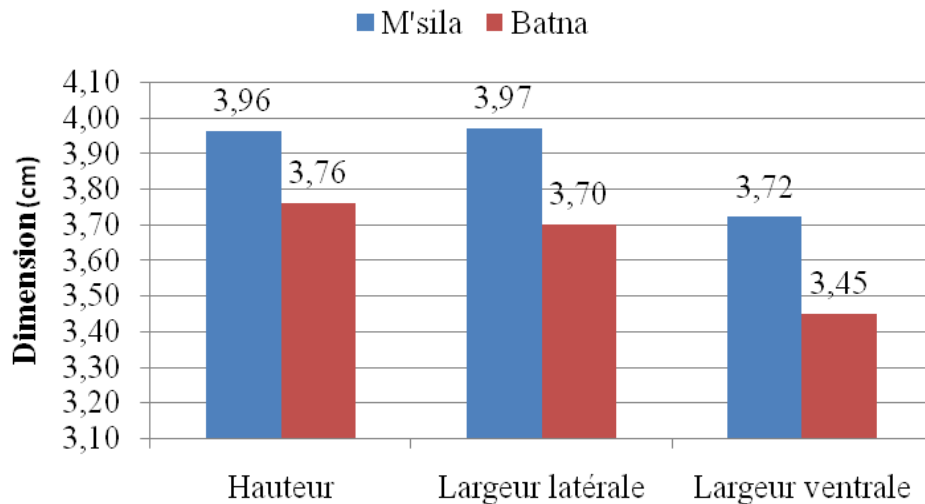
#### 1.2.1.2.5. Variabilité de la largeur latérale du fruit :

Les fruits de M'sila possèdent une meilleure largeur latérale moyenne avec 3,97cm, contre 3,70cm pour la zone de Batna. Où au moins 50% des accessions de M'sila ont une largeur latérale supérieure à 3,98cm tandis qu'au moins 50% des accessions de Batna ont une largeur latérale moyenne inférieure à 3,69cm. La largeur latérale moyenne maximale est atteinte par la zone de M'sila avec 5,09cm pour l'accession El khokhi 01Ma contre 5,06cm pour l'accession Boufarik 01Se au niveau de la zone de Batna, Pour la largeur latérale moyenne minimale dans la zone de M'sila elle est supérieure à celle de la zone de Batna avec 2,90cm pour l'accession Tounsi 01Kh, contre 2,63cm pour l'accession Bedai 06Se dans la zone de Batna (Figure 61, Tableau 19).

#### 1.2.1.2.6. Variabilité de la largeur ventrale du fruit :

Les fruits de la zone de Batna présentent une largeur ventrale légèrement plus faible avec 3,45cm contre 3,73cm pour la zone de M'sila, où au moins 50% des accessions de M'sila ont une largeur ventrale supérieure à 3,71cm tandis qu'au moins 50% des accessions de Batna ont une largeur ventrale moyenne inférieure à 3,42cm. La largeur ventrale maximale

moyenne atteinte dans la zone de M'sila est de 4,81cm pour l'accession El khokhi 01Ma contre 4,60cm pour l'accession Paviot 02Se au niveau de la zone de Batna, Pour la largeur ventrale minimale moyenne dans la zone de M'sila elle est supérieure à celle de la zone de Batna avec 2,71cm pour l'accession Arbi 01Kh, contre 2,57cm pour l'accession Arbi 04Ra dans la zone de Batna (Figure 61, Tableau 19).



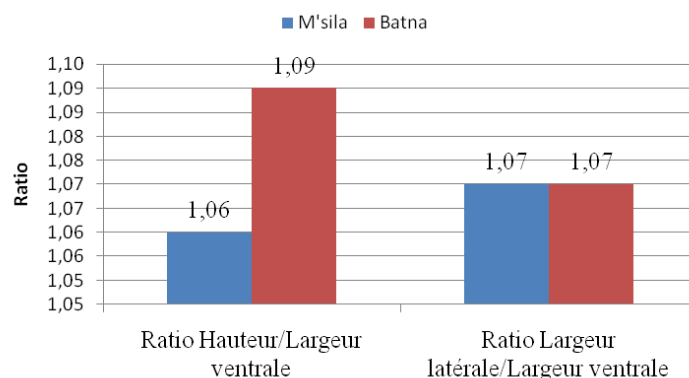
**Figure 61 :** Hauteur, largeur latérale et largeur ventrale moyenne du fruit selon la zone d'étude

#### 1.2.1.2.7. Variabilité du rapport hauteur/largeur ventrale du fruit :

Les fruits de la zone de Batna présentent un rapport hauteur/largeur ventrale supérieur avec 1,09 contre 1,06 pour la zone de M'sila, où au moins 50% des accessions de M'sila ont un rapport inférieur à 1,06 tandis qu'au moins 50% des accessions de Batna ont un rapport moyen supérieur à 1,09. Le rapport maximum moyen est atteint dans la zone de M'sila avec 1,21 par l'accession Rosé 01Bo contre 1,25 par l'accession Arbi 05Ko au niveau de la zone de Batna, Pour le rapport minimum moyen dans la zone de M'sila il est presque similaire à celui de la zone de Batna avec 0,96 par Pavit 04Kh (zone de M'sila) contre 0,97 par Bedai 04Se (zone de Batna) (Figure 62, Tableau 19).

#### 1.2.1.2.8. Variabilité du rapport largeur latérale/largeur ventrale :

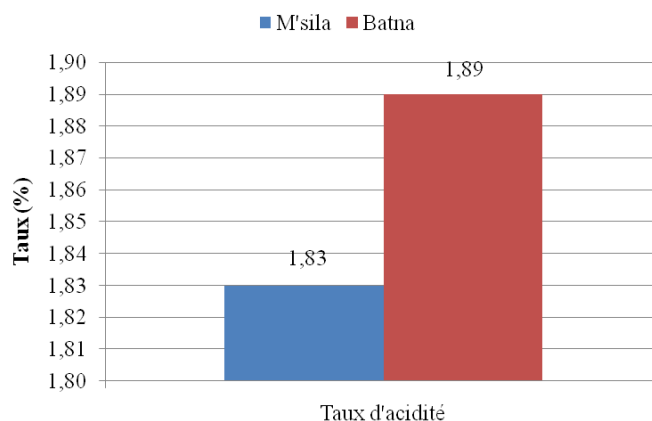
Les fruits de la zone de Batna présentent un rapport largeur latérale/largeur ventrale identique à celui de M'sila avec 1,07, où au moins 50% des accessions de M'sila ont un rapport moyen inférieur à 1,06, tandis qu'au moins 50% des accessions de Batna ont un rapport moyen supérieur à 1,07. Le rapport maximum moyen est atteint dans la zone de M'sila par l'accession Rosé 01Bo avec 1,16 contre 1,14 pour l'accession Boufarik 01Se de la zone de Batna, pour le rapport minimum moyen dans la zone de M'sila il est supérieur à celui de la zone de Batna avec 1,03 par les accessions, Louzi skikdi 01Kh et Pavit 07Kh contre 0,94 par l'accession Bedai 07Se de la zone de Batna (Figure 62, Tableau 19).



**Figure 62 :** Rapport hauteur/largeur ventrale et rapport largeur latérale/largeur ventrale moyen du fruit selon la zone d'étude.

#### 1.2.1.2.9. Variabilité de l'acidité des fruits :

Les fruits de la zone de M'sila présente un taux d'acidité légèrement inférieur à celui de Batna avec 1,83% contre 1,89% pour la zone de Batna, où au moins 50% des accessions de M'sila ont un Taux d'acidité inférieur à 1,77%, tandis que 50% des accessions de Batna ont un taux d'acidité moyen supérieur à 1,81%. Le taux d'acidité maximum moyen atteint dans la zone de M'sila est identique à celui de la zone de Batna avec 3,37%, par les accessions Arbi 01Bo pour la zone de M'sila et l'accession Arbi 04Ko pour la zone de Batna, Pour la Taux d'acidité minimum moyen dans la zone de M'sila il est légèrement supérieur avec 1,03% par l'accession de Louzi Blanc 01Bo contre 0,89% pour l'accession Rosé 01Se de la zone de Batna (Figure 63, Tableau 19).



**Figure 63 :** Taux d'acidité moyen des fruits selon la zone d'étude.

#### 1.2.1.2.10. Variabilité du pH des fruits :

Les fruits de la zone de M'sila présentent un pH identique à celui de la zone Batna avec 3,92, où au moins 50% des accessions des ces deux zones ont un pH supérieur à 3,90. Le pH maximum moyen atteint par la zone de M'sila est légèrement inférieur à celui de la zone de Batna avec 4,32, par l'accession Louzi blanc 01Bo pour la zone de M'sila et l'accession Rosé 01Ko avec 4,46 pour la zone de Batna, pour le pH minimum moyen dans la zone de

M'sila il est légèrement supérieur avec 3,61 pour l'accession Arbi 01Bo contre 3,56 pour l'accession Arbi 04Ko de la zone de Batna (Tableau 19).

Donc les fruits de la zone de M'sila sont nettement plus gros que les fruits de la zone de Batna, avec une acidité légèrement faible par rapport aux fruits de la zone de Batna. L'écart interquartile de la zone de Batna est légèrement élevé par rapport à la zone de M'sila et ce pour tous les caractères étudiés, cela veut dire que la zone de Batna possède une variabilité pour les différents caractères étudiés qui est légèrement supérieure à la variabilité observée dans la zone de M'sila. Cela n'empêche que les deux zones présentent une grande diversité l'abricotier au niveau national.

**Tableau 19 :** Résumé de l'analyse descriptive des caractères pomologiques quantitatifs étudiés selon la zone d'étude.

Caractère étudié	Zone d'étude	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$ Min	$\bar{x}$ Max	Me	EI
Poids du fruit	M'sila	34,87	12,90	14,47	67,67	32,31	15,87
	Batna	29,04	13,74	11,81	63,40	27,05	17,52
Poids du noyau	M'sila	2,48	0,65	1,31	3,94	2,52	0,85
	Batna	2,34	0,70	1,20	4,24	2,30	0,98
Ratio poids du fruit/poids du noyau	M'sila	13,77	2,69	8,32	20,02	13,57	3,77
	Batna	12,00	2,81	6,87	16,83	11,67	4,13
Hauteur	M'sila	3,96	0,61	2,82	5,40	4,03	0,65
	Batna	3,76	0,64	2,83	5,12	3,65	0,94
Largeur latérale	M'sila	3,97	0,55	2,90	5,09	3,98	0,64
	Batna	3,70	0,64	2,63	5,06	3,69	0,98
Largeur ventrale	M'sila	3,72	0,53	2,71	4,81	3,71	0,79
	Batna	3,45	0,58	2,57	4,60	3,42	0,84
Ratio Hauteur/Largeur ventrale	M'sila	1,06	0,06	0,96	1,21	1,06	0,07
	Batna	1,09	0,07	0,97	1,25	1,09	0,09
Ratio Largeur latérale/Largeur ventrale	M'sila	1,07	0,03	1,03	1,16	1,06	0,03
	Batna	1,07	0,05	0,94	1,14	1,07	0,06
Acidité	M'sila	1,83	0,54	1,03	3,37	1,77	0,39
	Batna	1,89	0,64	0,89	3,37	1,81	0,65
pH	M'sila	3,92	0,18	3,61	4,32	3,90	0,20
	Batna	3,92	0,21	3,56	4,46	3,90	0,26

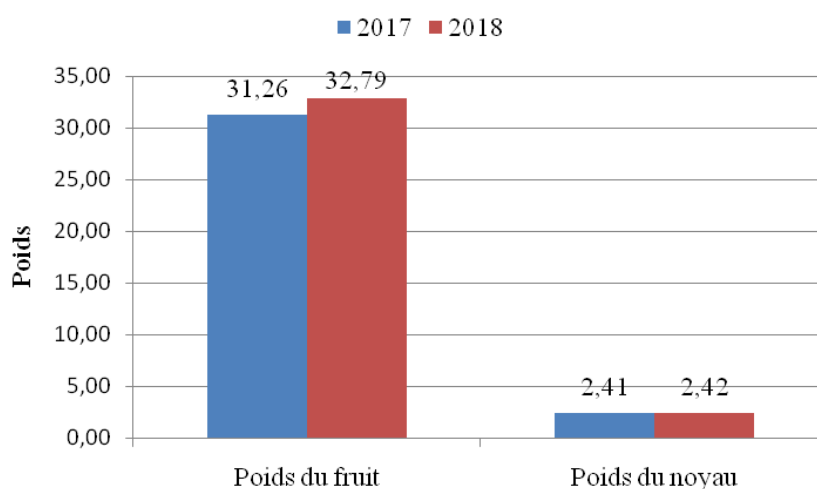
### 1.2.1.3. Variation des différents caractères pomologiques quantitatifs selon l'année d'étude :

#### 1.2.1.3.1. Variabilité du poids des fruits :

Les fruits de l'année d'étude 2018 se caractérisent par un poids légèrement élevé que les fruits de l'année 2017 avec 32,79 g et 31,26g respectivement. Le poids moyen maximum des fruits est atteint dans l'année 2017 par l'accession El khokhi 01Ma avec 82,23g contre 69,65g pour l'accession Boufarik 01Se de l'année 2018, pour le poids moyen minimum il est aussi inférieur durant l'année 2017 avec 10,02g par l'accession Arbi 01Kh, contre 11,68g pour l'accession Arbi 01Ra durant l'année 2018 (Figure 64, Tableau 20).

#### 1.2.1.3.2. Variabilité du poids des noyaux:

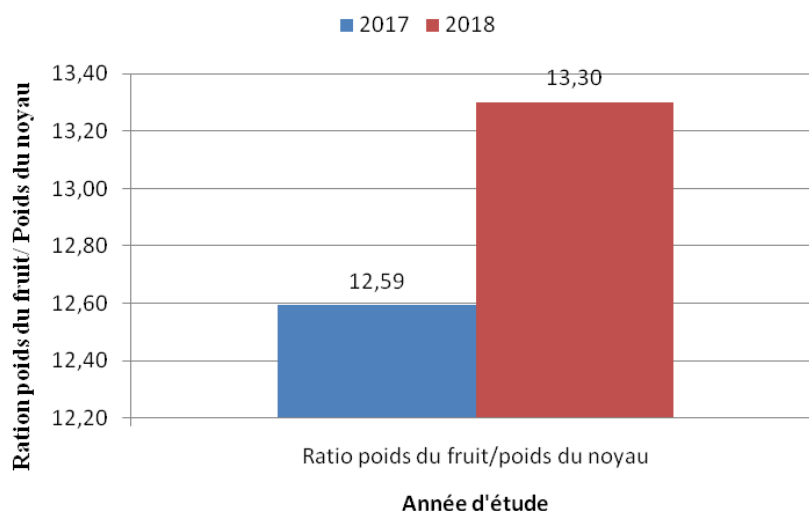
Le poids du fruit est corrélé positivement avec le poids du noyau, toujours en faveur de l'année 2018 avec 2,42 g contre 2,41 g pour l'année 2017. Le poids moyen maximum du noyau durant l'année 2017 est atteint par l'accession El khokhi 01Ma avec 4,19g contre 4,59g pour l'accession Boufarik 01Se durant l'année 2018, tandis que le poids moyen minimum durant l'année 2017 était de 1,06 par l'accession Tounsi 01Bo, contre 1,00g pour l'accession Arbi 01Ko durant l'année 2018 (Figure 64, Tableau 20).



**Figure 64:** Poids moyen des fruits et des noyaux selon l'année d'étude.

#### 1.2.1.3.3. Variabilité du rapport poids du fruit/ poids noyau:

Le rapport fruit/noyau qui constitue une caractéristique très importante est légèrement élevé durant l'année 2018 avec 13,30 contre 12,59 pour l'année 2017. Le rapport moyen maximum est atteint durant l'année 2018 avec 22,18 par l'accession Bulida 01Kh contre 19,78 pour l'accession Pavit 06Kh durant l'année 2017, pour le rapport minimum durant l'année 2017 il est de 6,58 par l'accession Arbi 08Ko, contre 6,93 par l'accession Arbi 01Ra pour l'année 2018 (Figure 65, Tableau 20).



**Figure 65 :** Rapport poids du fruit/poids du noyau moyen selon l'année d'étude.

#### 1.2.1.3.4. Variabilité de la hauteur du fruit :

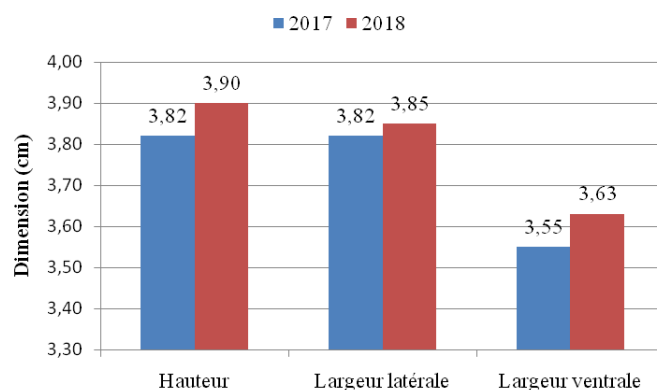
L'année 2018 présente en moyenne une hauteur légèrement supérieure à celle de l'année 2017 avec 3,90cm contre 3,82cm pour l'année 2017. La hauteur moyenne maximale est atteinte durant l'année 2017 avec 5,74cm par l'accession El khokhi 01Ma contre 5,24cm par l'accession Boufarik 01Se durant l'année 2018, pour la hauteur moyenne minimale durant l'année 2018 elle est de 2,69cm par l'accession Arbi 02Kh contre 2,41cm pour l'année 2017 par l'accession Arbi 01Kh (Figure 66, Tableau 20).

#### 1.2.1.3.5. Variabilité de la largeur latérale du fruit :

L'année 2018 présente en moyenne une largeur latérale légèrement supérieure à celle de l'année 2017 avec 3,85cm contre 3,82cm pour l'année 2017. La largeur latérale moyenne maximale est atteinte durant l'année 2017 avec 5,54cm par l'accession El khokhi 01Ma contre 5,03cm par l'accession Boufarik 01Se durant l'année 2018, pour la largeur latérale moyenne minimale durant l'année 2017 elle est de 2,50cm par l'accession M'sili 01Ko contre 2,62 cm pour l'année 2018 par l'accession Arbi 02Kh (Figure 66, Tableau 20).

#### 1.2.1.3.6. Variabilité de la largeur ventrale du fruit :

L'année 2018 présente en moyenne une largeur ventrale légèrement supérieure à celle de l'année 2017 avec 3,63cm contre 3,55cm pour l'année 2017. La largeur ventrale moyenne maximale est atteinte durant l'année 2017 avec 5,16cm par l'accession El khokhi 01Ma contre 4,63cm par l'accession Pavit 02Bo durant l'année 2018, pour la largeur ventrale moyenne minimale durant l'année 2017 elle est de 2,33cm par l'accession M'sili 01Ko contre 2,42 cm pour l'année 2018 par l'accession Arbi 01Ma (Figure 66, Tableau 20).



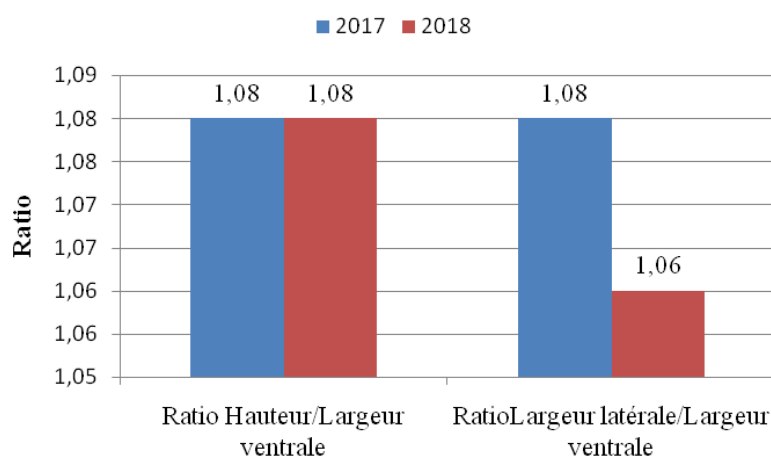
**Figure 66:** Hauteur, largeur latérale et largeur ventrale moyenne du fruit selon l'année d'étude.

#### 1.2.1.3.7. Variabilité du rapport hauteur/largeur ventrale du fruit :

L'année 2017 présente un rapport hauteur/largeur ventrale identique à celui de l'année 2018 avec 1,08 cm. Le rapport moyen maximale est atteint durant l'année 2018 avec 1,32 cm par l'accession Arbi 01Ra contre 1,25cm pour l'année 2017 par l'accession Arbi 05Ko, pour le moyen minimum il est presque similaire avec 0,93 cm pour l'année 2017 par l'accession Arbi 01Kh contre 0,94 cm durant l'année 2018 par les accessions Bedai 03Se et Bedai 04 Se (Figure 67, Tableau 20).

#### 1.2.1.3.8. Variabilité du rapport largeur latérale/largeur ventrale :

L'année 2017 présente une largeur latérale/largeur ventrale légèrement supérieure à celle de l'année 2018 avec 1,08 cm contre 1,06 cm pour l'année 2018. La largeur latérale/largeur ventrale moyenne maximale est atteinte durant l'année 2017 avec 1,18 cm par l'accession Rosé 01 Bo contre 1,16cm pour l'année 2018 par les accessions Boufarik 01 Se et Arbi 07 Ko, pour le rapport minimum il est similaire pour les deux années d'étude avec 0,94 cm par l'accession Bedai 07Se pour l'année 2017, et les accessions Bedai 03Se et Bedai04 Se pour l'année 2018 (Figure 67, Tableau 20).



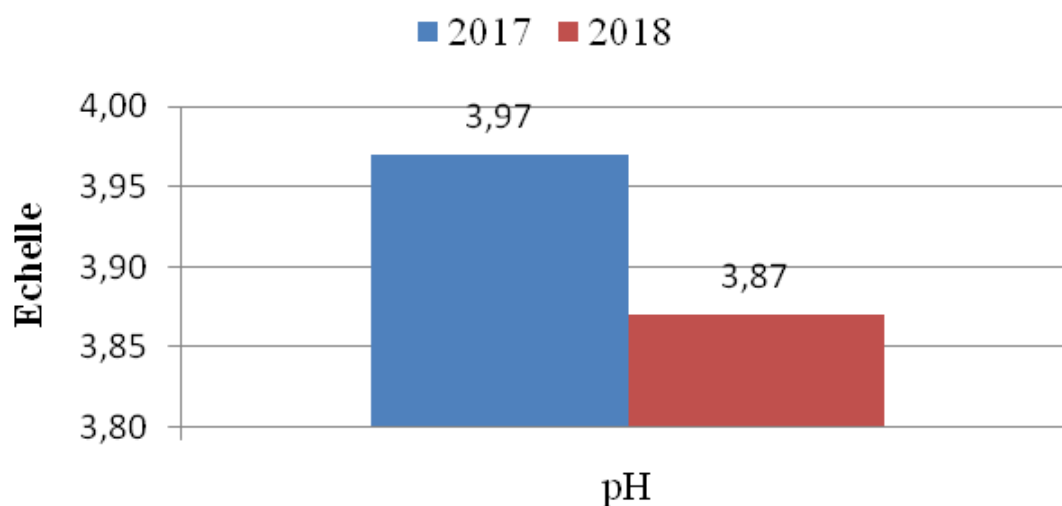
**Figure 67 :** Rapport hauteur/largeur ventrale et rapport largeur latérale/largeur ventrale moyen du fruit selon l'année d'étude.

### 1.2.1.3.9. Variabilité de l'acidité des fruits :

L'année 2017 présente un taux d'acidité moyen identique à celui de l'année 2018 avec 1,86%. Le taux d'acidité moyen maximum est identique pour les deux années d'étude avec 3,38% par les accessions Arbi 04Ko pour l'année 2017 et l'accession Arbi 01BO pour l'année 2018, pour le taux d'acidité minimum il est de 0,94% pour l'année 2017 par l'accession Rosé 02Se, contre 0,80% pour l'année 2018 par l'accession Rosé 01Se.

### 1.2.1.3.10. Variabilité du pH des fruits :

L'année 2017 présente en moyenne un pH légèrement supérieur à celui de l'année 2018 avec un pH de 3,97 contre 3,87 pour l'année 2018. Le pH moyen maximum est atteint durant l'année 2017 avec 4,50 par l'accession Rosé 01Ko contre 4,46 pour l'année 2018 par l'accession Rosé 01Se, pour le pH moyen minimum il est de 3,60 pour l'année 2017 par l'accession Arbi 04Ko contre 3,52 pour l'année 2018 par l'accession Arbi 01Bo (Figure 68, Tableau 20).



**Figure 68 :** pH moyen du fruit selon l'année d'étude.

D'une manière générale la variabilité des différents caractères étudiés est plus ou moins élevée entre l'année 2017 et 2018, où elle est très élevée durant l'année 2018 pour les caractères suivants : poids du fruit, poids du noyau, hauteur, largeur latérale, largeur ventrale et pH à l'exception du caractère taux de nouaison qui a présenté une variabilité importante durant l'année 2017 avec un écart interquartile de 42,75% contre 26,26% pour l'année 2018, le reste des caractères (rapport poids fruit/poids noyau, rapport hauteur/largeur ventrale, rapport largeur latérale/largeur ventrale acidité), la variabilité est presque similaire avec des écarts interquartiles soit identiques ou presque similaires entre les deux années d'étude avec une légère avance en faveur de l'année 2018 (Tableau 20).

**Tableau 20:** Résumé de l'analyse descriptive des caractères pomologiques quantitatifs étudiés selon l'année d'étude.

Caractère étudié	Année	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}_{\text{Min}}$	$\bar{x}_{\text{Max}}$	Me	EI
Poids du fruit	2017	31,26	14,84	10,02	82,23	30,13	17,13
	2018	32,79	14,40	11,68	69,65	30,04	23,88
Poids du noyau	2017	2,41	0,73	1,06	4,19	2,36	0,84
	2018	2,42	0,73	1,00	4,59	2,4	1
Ration poids du fruit/poids du noyau	2017	12,59	2,98	6,58	19,78	12,38	4,21
	2018	13,30	3,35	6,93	22,18	13,5	4,25
Hauteur	2017	3,82	0,68	2,41	5,74	3,87	0,89
	2018	3,90	0,65	2,69	5,24	3,89	1,01
Largeur latérale	2017	3,82	0,66	2,50	5,54	3,84	0,81
	2018	3,85	0,63	2,62	5,03	3,86	0,98
Largeur ventrale	2017	3,55	0,61	2,33	5,16	3,54	0,84
	2018	3,63	0,62	2,42	4,63	3,61	1,15
Ratio Hauteur/Largeur ventrale	2017	1,08	0,06	0,93	1,25	1,07	0,07
	2018	1,08	0,08	0,94	1,32	1,08	0,1
Ratio Largeur latérale/Largeur ventrale	2017	1,08	0,04	0,94	1,18	1,07	0,05
	2018	1,06	0,04	0,94	1,16	1,06	0,05
Acidité	2017	1,86	0,59	0,94	3,38	1,79	0,47
	2018	1,86	0,58	0,80	3,38	1,78	0,48
pH	2017	3,97	0,18	3,60	4,50	3,94	0,24
	2018	3,87	0,21	3,52	4,46	3,86	0,29

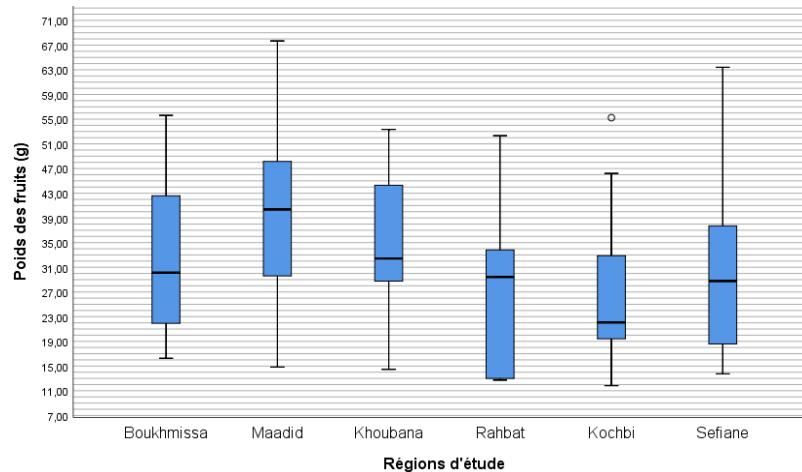
#### 1.2.1.4. Variation des différents caractères pomologiques selon la région d'étude:

##### 1.2.1.4.1. Variabilité du poids des fruits :

La valeur du poids du fruit la plus élevée est enregistrée au niveau de la région de Maadid avec une moyenne de 39,52g , nettement plus élevée par rapport aux autres régions où au moins 50% des accessions de la région de Maadid présentent un poids de fruit supérieur à 40,38 g, la région de Khoubana vient en deuxième position avec 34,60g, le plus faible poids est noté chez les fruits de la région de Kochbi avec 26,41g où au moins 50% de accessions présentent un poids de fruit inférieur à 22,06g (Figure 69, Annexe 3).

Toutes les régions étudiées présentent une variabilité importante pour le poids du fruit, la région de Rahbat est celle qui présente la plus grande variabilité pour le poids du fruit avec un écart interquartile de 25,31 g suivi des régions de Boukhmissa, Sefiane et Maadid avec 21,57g, 20,70g et 20,22 respectivement. La région de Kochbi présente la plus faible variabilité avec un écart interquartile de 15,34g. La région de Maadid a enregistré le poids moyen maximum avec 67,67 g par l'accession El khokhi 01Ma, non loin d'elle la région de Sefiane

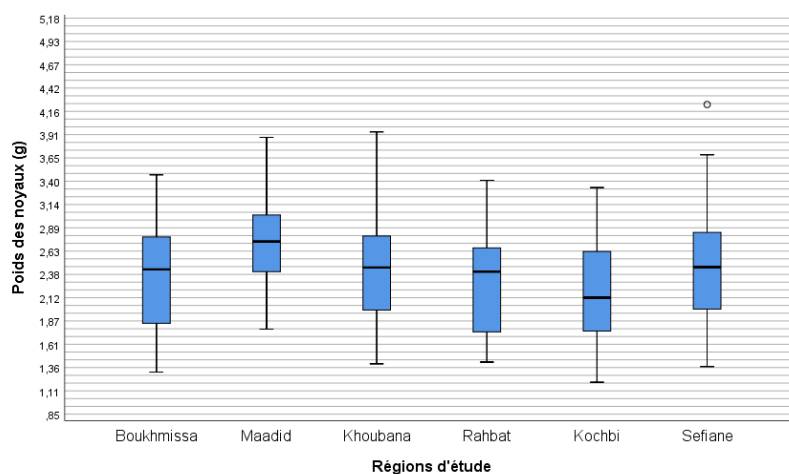
avec 63,40g par l'accession Boufarik 01Se, la valeur minimale du poids moyen des fruits est enregistrée au niveau de la région de Kochbi qui possède compte à elle des accessions dont le poids de fruit est le plus faible par rapport aux autres régions avec 11,81g par l'accession Arbi 06Ko (Figure 69, Annexe 3).



**Figure 69 :** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité du poids des fruits selon la région d'étude.

#### 1.2.1.4.2. Variabilité du poids des noyaux :

Le poids du noyau moyen suit le même ordre avec 2,73g pour les fruits de la région du Maadid, où au moins 50% des accession de cette région présente un poids du noyau supérieur à 2,74 g tandis que la région de Kochbi tient la plus faible valeur avec 2,17g, où au moins 50% des ces accession ont un poids du noyau inférieur à 2,13g, on observe une grande variabilité pour le poids du noyaux pour toutes les régions, où la région de Rahbat présente la plus grande dispersion des valeur du poids moyen du noyau par rapport aux autres régions avec un écart interquartile de 1,30g suivi de Boukhmissa et Kochbi avec 1,06g et 0,99g respectivement . La région de Khoubana présente la plus faible dispersion des valeurs du poids moyen du noyau avec un écart interquartile de 0,86g (Figure 70, Annexe 3).

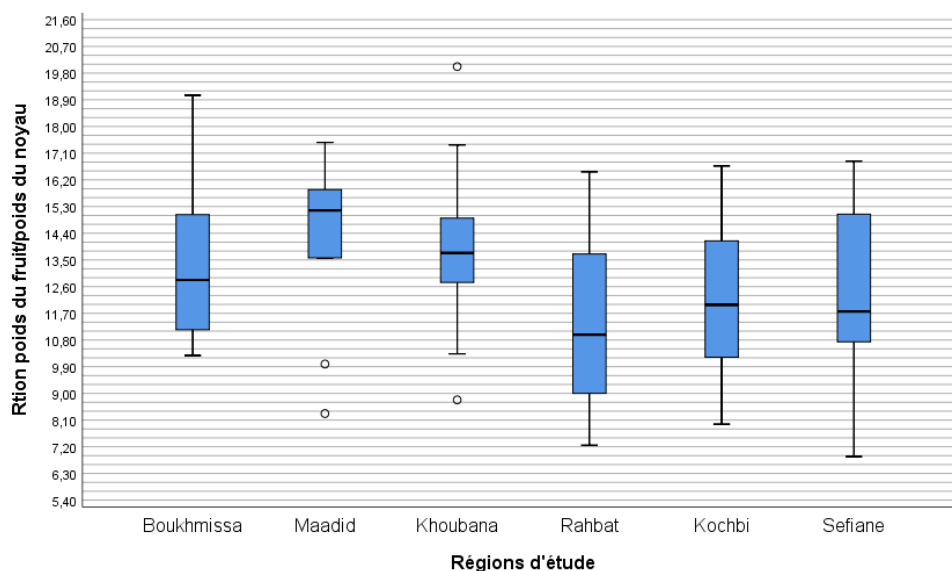


**Figure 70 :** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité du poids des noyaux selon la région d'étude.

La région de Sefiane a enregistré le poids moyen maximum du noyau avec 4,24g par l'accession Boufarik 01Se, non loin d'elle les régions de Khoubana (accession Polonais 01Kh) et Maadidi (accession El khokhi 01Ma) avec 3,94 et 3,88 respectivement, la région de Kochbi possède compte à elle des accessions dont le poids de noyau le plus faible par rapport aux autres régions avec un poids moyen minimum de 1,21g par l'accession M'sili 01Ko (Figure 70, Annexe 3).

#### 1.2.1.4.3. Variabilité du rapport poids du fruit/ poids noyau:

Le rapport fruit/noyau reste toujours en faveur des fruits de la région de Maadid avec 14,13 ; ce qui met en relief la qualité des fruits au niveau de cette région, où au moins 50% des accessions de cette région présentent un rapport supérieur à 15,17 tandis que la région de Rahbat tient la plus faible valeur du rapport avec 11,61, où au moins 50% des ces accessions ont un rapport inférieur à 10,98, on observe une grande variabilité pour ce rapport pour toutes les régions, où la région de Rahbat présente la plus grande variabilité des valeurs de ce rapport par rapport aux autres régions avec un écart interquartile de 5,62 suivi de Maadid, Sefiane et Kochbi avec 4,53, 4,47 et 4,42 respectivement. La région de Khoubana présente la plus faible dispersion des valeurs rapport poids du fruit/poids avec un écart interquartile de 2,37 (Figure 71, Annexe 3).

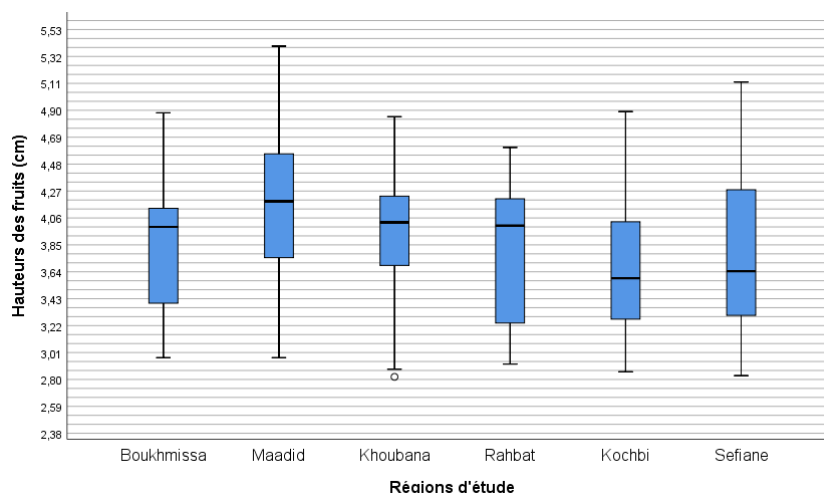


**Figure 71 :** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité du rapport poids du fruit/ poids noyau selon la région d'étude.

La région de Khoubana a enregistré le rapport poids du fruit/poids moyen maximum avec 20,02 par l'accession Pavit 06Kh, non loin d'elle les régions de Boukhmissa par l'accession Bulida Bo avec un rapport de 19,05, la région de Sefiane possède compte à elle le rapport moyen minimum avec 6,87 par l'accession Arbi 03 Se (Figure 71, Annexe 3).

#### 1.2.1.4.4. Variabilité de la hauteur du fruit :

Le poids élevé des fruits de la région du Maadid a engendré une bonne hauteur avec une moyenne de 4,16cm, nettement élevée par rapport autres régions, où au moins 50% des accessions de la région de Maadid présentent une hauteur de fruit supérieure à 4,19cm, la région de Khoubana vient en deuxième position avec 3,92cm, la plus faible Hauteur est notée chez les fruits de la région de Kochbi avec 3,65cm, où au moins 50% de accessions présentent une hauteur des fruits inférieur à 3,59cm (Figure 72, Annexe 3).



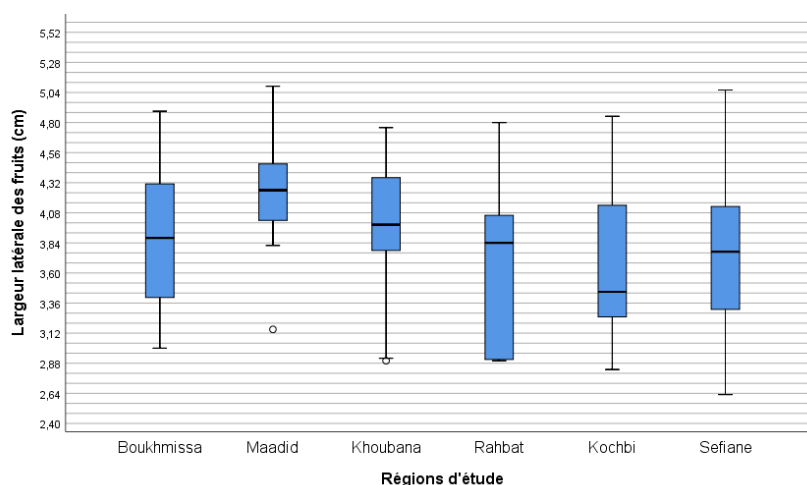
**Figure 72 :** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité de la Hauteur du fruit selon la région d'étude.

Toutes les régions étudiées présentent une variabilité importante pour la hauteur du fruit. La région de Rahbat est celle qui présente la plus grande variabilité pour la hauteur du fruit avec un écart interquartile de 1,16cm suivi des régions Sefiane et Madidi avec 1,08cm et 0,94cm respectivement. La région de Khoubana présente la plus faible variabilité avec un écart interquartile de 0,63cm. La région de Maadid a enregistré la hauteur moyenne maximale avec 5,40cm par l'accession El khokhi 01Ma, non loin d'elle la région de Sefiane avec 5,12cm par l'accession Boufarik 01Se, la hauteur moyenne minimale des fruits est enregistrée au niveau de la région de Koubana avec 2,82cm par l'accession Arbi 01Kh (Figure 72, Annexe 3).

#### 1.2.1.4.5. Variabilité de la largeur latérale du fruit :

Le poids élevé des fruits de la région du Maadid a engendré une bonne largeur latérale avec une moyenne de 4,19cm, nettement élevée par rapport autres régions, où au moins 50% des accessions de la région de Maadid présentent une largeur latérale du fruit supérieure à 4,26cm, la région de Khoubana vient en deuxième position avec 3,94cm, la plus faible largeur latérale est notée chez les fruits de la région de Kochbi avec 3,61cm, où au moins 50% des accessions présentent une largeur latérale du fruit inférieure à 3,45cm (Figure 73, Annexe 3).

Toutes les régions étudiées présentent une variabilité importante pour la largeur latérale du fruit. La région de Rahbat est celle qui présente la plus grande variabilité pour la largeur latérale du fruit avec un écart interquartile de 1,24cm suivi des régions Boukhmissa, Sefiane et Kochbi avec 0,98cm, 0,95cm et 0,94cm respectivement. La région de Maadid présente la plus faible variabilité avec un écart interquartile de 0,57cm. La région de Maadid a enregistré une largeur latérale moyenne maximale avec 5,09cm par l'accession El khokhi 01Ma, non loin d'elle la région de Sefiane avec 5,06cm par l'accession Boufarik 01Se, la largeur latérale minimale moyenne des fruits est enregistrée au niveau de la région de Sefiane avec 2,63cm par l'accession Bedai 06Se (Figure 73, Annexe 3).



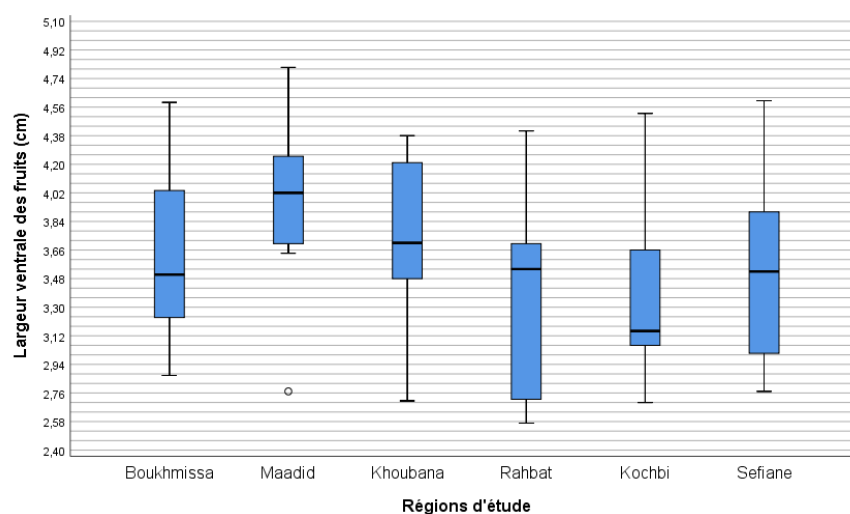
**Figure 73:** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité de la largeur latérale du fruit selon la région d'étude.

#### 1.2.1.4.6. Variabilité de la largeur ventrale du fruit :

Le poids élevé des fruits de la région du Maadid a engendré une bonne largeur ventrale avec une moyenne de 3,92cm, nettement élevée par rapport autres régions où au moins 50% des accessions de la région de Maadid présentent une largeur ventrale des fruits supérieure à 4,02cm, la région de Khoubana vient en deuxième position avec 3,70cm, la plus faible largeur ventrale est notée chez les fruits de la région de Kochbi avec 3,36cm, où au moins 50% de accessions présentent une largeur ventrale des fruits inférieure à 3,15cm (Figure 74, Annexe 3).

Toutes les régions étudiées présentent une variabilité importante pour la largeur ventrale du fruit. La région de Rahbat est celle qui présente la plus grande variabilité pour la largeur ventrale du fruit avec un écart interquartile de 1,21cm suivi des régions de Sefiane et Boukhmissa avec 0,96cm et 0,84cm respectivement. La région de Maadid présente la plus faible variabilité avec un écart interquartile de 0,60cm, mais elle a enregistré une largeur ventrale moyenne maximale avec 4,81cm par l'accession El khokhi 01 Ma, non loin d'elle les

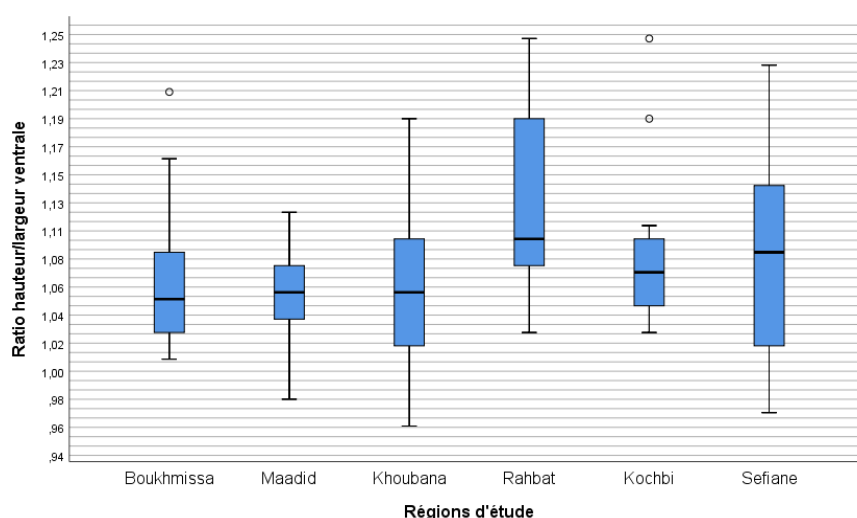
régions de Boukhmissa et Sefiane avec 4,59cm et 4,61cm respectivement par les accessions Pavit 02 Bo et Pavit 02 Se, la largeur ventrale minimale moyenne des fruits est enregistrée au niveau de la région de Rahbat avec 2,57cm par l'accession Arbi 04 Ra (Figure 74, Annexe 3).



**Figure 74:** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité de la largeur ventrale du fruit selon la région d'étude.

#### 1.2.1.4.7. Variabilité du rapport hauteur/largeur ventrale du fruit :

La région de Rahbat présente le rapport hauteur/largeur ventrale du fruit le plus élevée avec une moyenne de 1,12, où au moins 50% des accessions de la région de Rahbat présentent un rapport supérieur à 1,10. La région de Kochbi vient en deuxième position avec un rapport de 1,09, le plus faible rapport est noté chez les accessions des régions de Maadid et Khoubana avec 1,06 chacune où au moins 50% de accessions présentent un rapport inférieur à 1,06 (Figure 75, Annexe 3).

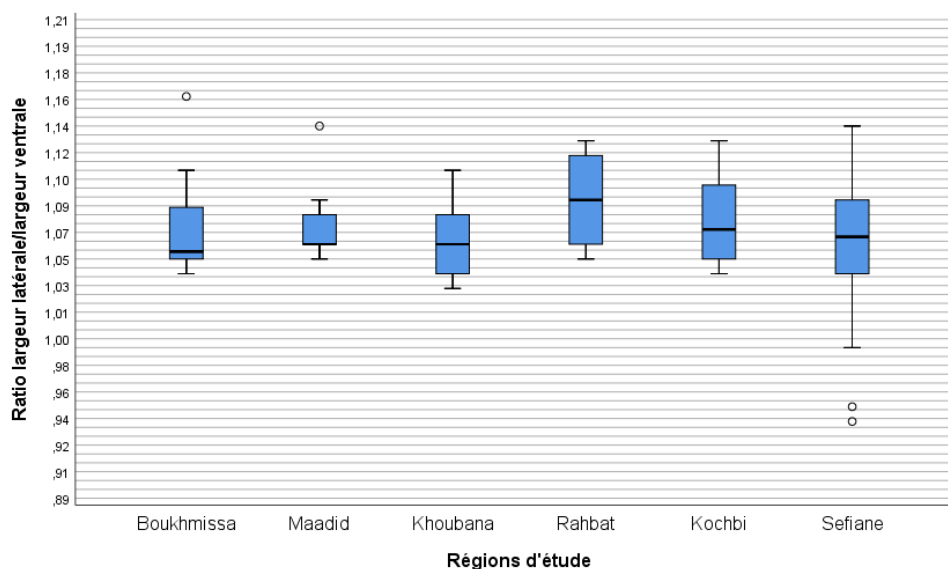


**Figure 75:** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité du rapport hauteur/largeur ventrale du fruit selon la région d'étude

Toutes les régions étudiées présentent une variabilité importante pour ce rapport. La région de Rahbat est celle qui présente la plus grande variabilité avec un écart interquartile de 0,14 suivi des régions de Sefiane et Khoubana avec 0,13 et 0,09cm respectivement. La région de Kochbi présente compte à elle la plus faible variabilité avec un écart interquartile de 0,05, le rapport moyen maximum est enregistré dans les régions de Kochbi et Rahbat avec 1,25 par les accessions Arbi 05Ko (Kochbi) et Arbi 01Ra (Rahbat), suivi par l'accession Rosé 01Se de la région de Sefiane avec 1,23, le rapport minimum moyen est enregistré au niveau de la région de Khoubana pour l'accession Pavit 04Se avec 0,96 (Figure 75, Annexe 3).

#### 1.2.1.4.8. Variabilité du rapport largeur latérale/largeur ventrale du fruit :

La région de Rahbat présente le rapport largeur latérale/largeur ventrale du fruit le plus élevée avec une moyenne de 1,09, où au moins 50% des accessions de la région de Rahbat présentent un rapport supérieure à 1,09. La région de Kochbi vient en deuxième position avec 1,08, le plus faible rapport est noté chez les accessions des régions de Sefiane et Khoubana avec 1,06 chacune, où au moins 50% de accessions présentent un rapport inférieure à 1,06 pour la région de Khoubana et 50% des accessions supérieure à 1,07 pour la région de Sefiane (Figure 76, Annexe 3).



**Figure 76 :** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité du rapport largeur latérale/largeur ventrale du fruit selon la région d'étude.

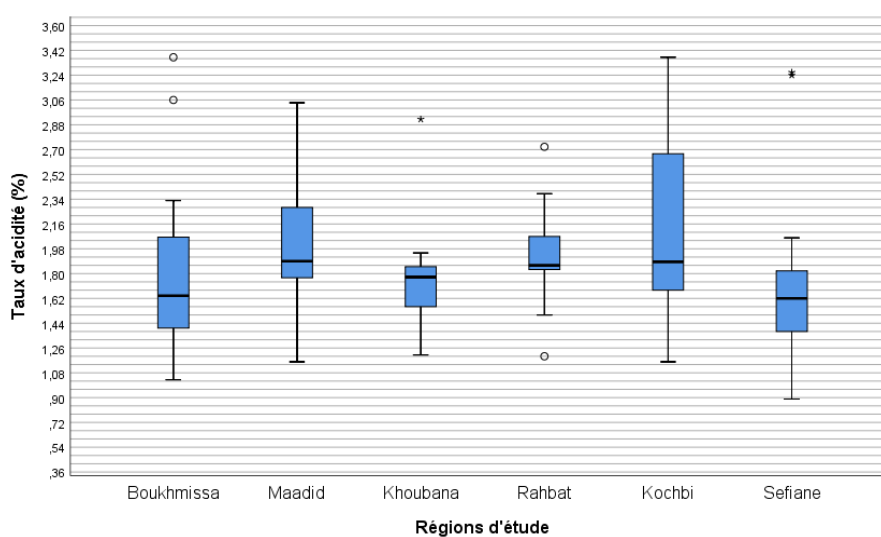
Toutes les régions étudiées présentent une variabilité importante pour le rapport largeur latérale/largeur ventrale du fruit. La région de Sefiane est celle qui présente la plus grande variabilité avec un écart interquartile de 0,07 suivi des régions de Rahbat et Kochbi avec 0,06 et 0,05 respectivement. La région de Maadid présente compte à elle la plus faible variabilité avec un écart interquartile de 0,03, le rapport moyen maximum est enregistré dans la région de Boukhmissa avec 1,16 par l'accession Rosé 01Bo, suivi par l'accession Arbi

02Ma de la région de Maadid avec 1,14, le rapport moyen minimum des fruits est enregistré au niveau de la région de Sefiane par l'accession Bedai 07Se avec 0,94 (Figure 76, Annexe 3).

#### 1.2.1.4.9. Variabilité de l'acidité des fruits :

La région de Kochbi présente le taux d'acidité du fruit le plus élevé avec une moyenne de 2,12%. Vu qu'au moins 50% des accessions de la région de Kochbi présentent un taux supérieur à 1,89%. La région de Maadid vient en deuxième position avec 2,05%. Le plus faible taux est noté chez les accessions de la région de Sefiane avec 1,70%, cela est due surtout à la présence d'accessions dont le taux d'acidité est très faible tel que le Rosé 01Se et le Rosé 02Se, ainsi que l'accession Paviot 01Se et Paviot 02Se au moins 50% de ses accessions présentent un taux inférieur à 1,62% (Figure 77, Annexe 3).

Toutes les régions étudiées présentent une variabilité importante pour le taux d'acidité du fruit. La région de Kochbi est celle qui présente la plus grande variabilité avec un écart interquartile de 1,06% suivi des régions de MAadid et Boukhmissa avec 0,82% et 0,71% respectivement. La région de Khoubana présente compte à elle la plus faible variabilité avec un écart interquartile de 0,35%, le taux d'acidité moyen maximum est enregistré dans la région de Boukhmissa et Kochbi avec 3,37% chacune par l'accession Arbi 01 Bo pour la région de Boukhmissa et Arbi 04 Ko pour la région de Kochbi, le taux d'acidité moyen minimum des fruits est enregistré au niveau de la région de Sefiane par l'accession Rosé 01Se avec 0,89% suivi par l'accession Louzi blanc de la région de Boukhmissa avec un taux de 1,03% (Figure 77, Annexe 3)

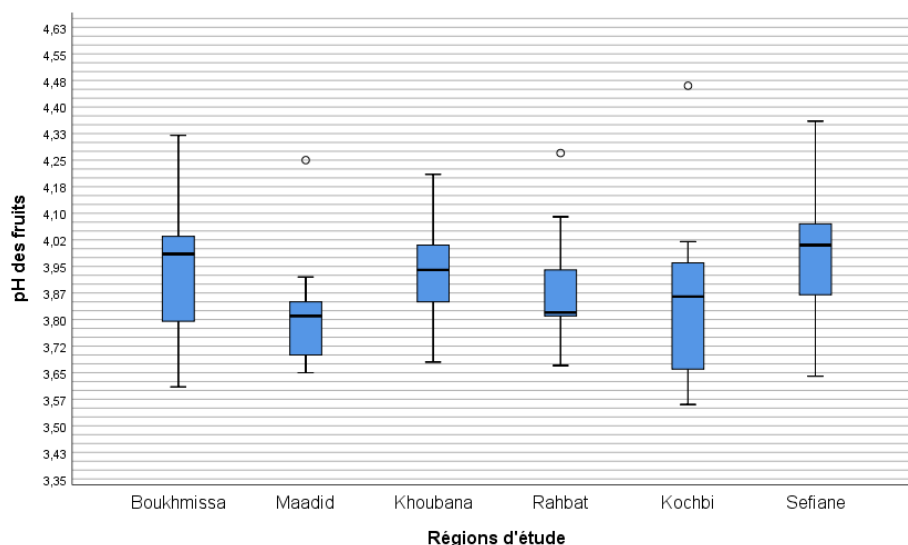


**Figure 77:** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité de l'acidité des fruits selon la région d'étude.

#### 1.2.1.4.10. Variabilité du pH des fruits :

Pour le pH des fruits les valeurs sont très rapprochés, les fruits de la région de Sefiane possèdent le pH le plus élevé avec 3,98, où au moins 50% des accessions de la région de Sefiane présentent un pH des fruits supérieur à 4,01. La région de Khoubana vient en deuxième position avec pH de 3,95. Le plus faible pH est noté chez les accessions de la région de Maadid avec une moyenne de 3,83, où au moins 50% de ses accessions présente un pH des fruits inférieur à 3,81 (Figure 78, Annexe 3).

Toutes les régions étudiées présentent une variabilité importante pour le pH du fruit. La région de Kochbi est celle qui présente la plus grande variabilité pour le pH du fruit avec un écart interquartile de 0,31 suivi des régions de Boukhmissa et Sefiane avec 0,27 et 0,22 respectivement. La région de Khoubana présente compte à elle la plus faible variabilité avec un écart interquartile de 0,16, le pH moyen maximum est enregistré dans la région de Kochbi avec 4,46 par l'accession Rosé 01Ko suivi de l'accession Rosé 01Se de la région de Sefiane avec 4,36, le pH moyen minimum des fruits est enregistré au niveau de la région de Kochbi par l'accession Arbi 04Ko avec 3,56 suivi par l'accession Arbi 01Bo de la région de Boukhmissa avec un pH de 3,61 (Figure 78, Annexe 3).



**Figure 78:** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité du pH des fruits selon la région d'étude.

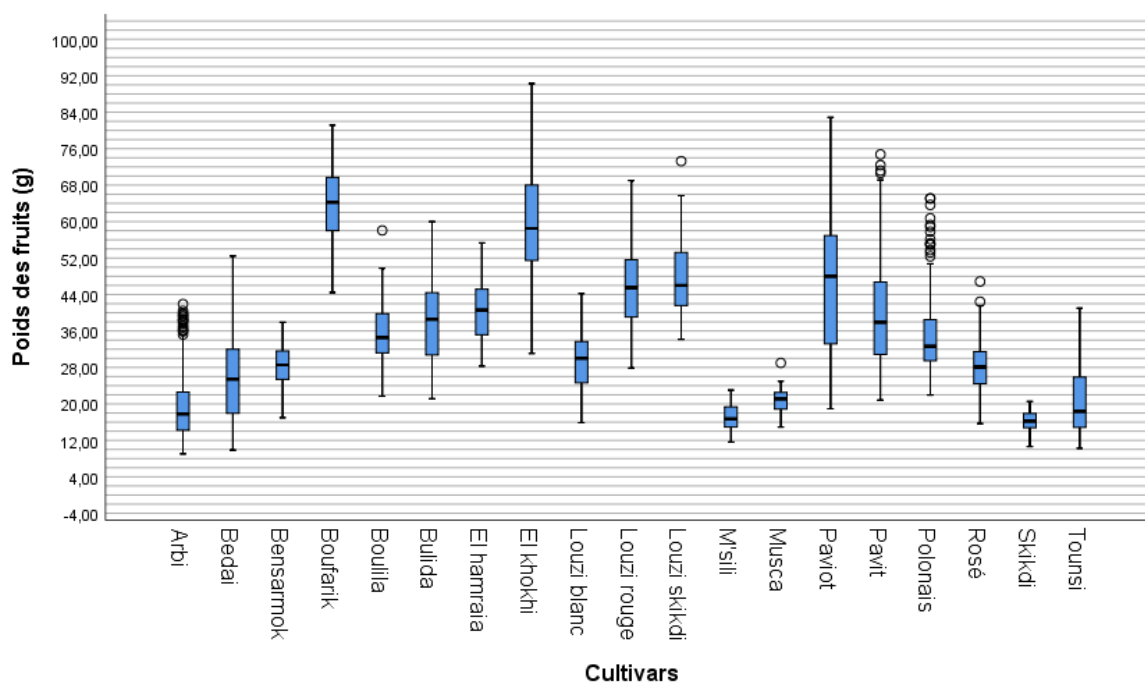
D'une manière générale toutes les régions étudiées présentent une variabilité importante pour les différents caractères étudiés, les régions dont on observe une grande variabilité pour plusieurs caractères sont Rahbat, Sofiane et Boukhmissa avec des écarts interquartiles plus élevés par rapport aux autres régions, la plus faible variabilité est constaté surtout dans les régions de Maadid et Khoubana qui possèdent compte à eux des écarts interquartiles plus ou moins faibles par rapport aux autres régions.

### 1.2.1.5. Variation des différents caractères pomologiques selon le cultivar:

#### 1.2.1.5.1. Variabilité du poids des fruits :

Le poids des fruits diffèrent d'un cultivar à un autre, les fruits des deux cultivars Boufarik et El Khokhi enregistrent les plus grandes valeurs avec 63,40g et 59,19g respectivement très loin des autres cultivars, où au moins 50% des fruits mesurés possèdent un poids supérieur à 64,21g pour le cultivar Boufarik, et > 58,49g pour le cultivar El khokhi. Les cultivars Louzi skikdi, Paviot et Louzi rouge possèdent des fruits de poids moyennement élevé avec 47,80g, 46,45g et 45,59g respectivement, tandis que les cultivars présentant les poids le plus faibles sont Arbi, M'sili et Skikdi avec 19,25g, 16,94g et 16,26g respectivement, où au moins 50% des fruits mesurés pour le cultivar Arbi ont un poids inférieur à 17,79g, pour le cultivar M'sili <16,73 pour le cultivar Skikdi <16,23 (Figure 79, Annexe 4).

Les cultivars qui présentent la plus grande variabilité pour le poids des fruits sont Paviot, El Khokhi, Pavit et Bedai, avec des écarts interquartile de 23,94g, 17,10g, 15,97g, 14,18g, cette grande variabilité du poids des fruits au sein des ces cultivars peut être expliquée par la présence des différentes accessions au sein du même cultivar, tandis que les cultivars qui ont présenté la plus faible variabilité pour le poids des fruits sont : Skikdi, Musca, M'sili et Bensarmok avec un écart interquartile de 3,44g, 4,35, 4,87g et 6,77g respectivement, le poids moyen maximum des fruits est détenue par l'accession El khokhi 01 Ma avec 67,67g et le fruit le plus gros appartient à la même accession avec 90,26g, tandis que le poids moyen minimum des fruit est celui de l'accession Arbi 06 Ko avec 11,81g, le plus petit fruit à un poids de 9,05 g par l'accession Arbi 01 Ra (Figure 79, Annexe 4).

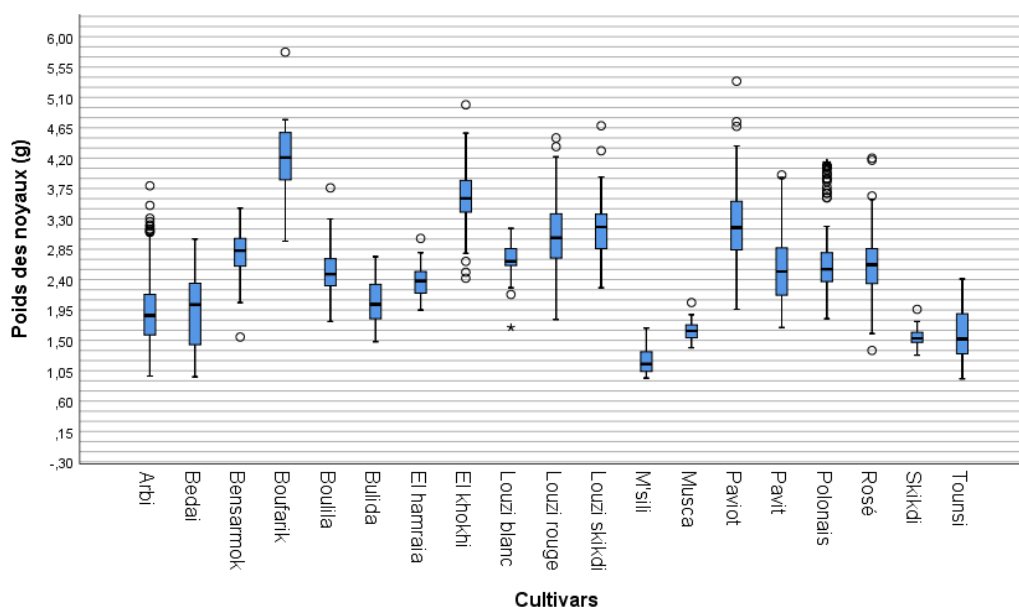


**Figure 79 :** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité du poids des fruits selon le cultivar.

### 1.2.1.5.2. Variabilité du poids des noyaux :

L'ordre des cultivars pour le poids du noyau suit le même classement, en effet les cultivars Boufarik et El Khokhi ont un poids du noyau le plus élevé avec 4,24g et 3,62g respectivement, où au moins 50% des noyaux pesés possèdent un poids supérieur à 4,21g pour le cultivar Boufarik, et >3,61g pour le cultivar El khokhi. Les cultivars Paviot, Louzi skikdi et Louzi rouge possèdent des noyaux de poids moyennement élevé avec 3,22g, 3,21g et 3,05g respectivement. Tandis que les cultivars présentant les poids des noyaux les plus faibles sont M'sili, Skikdi et Tounsi avec 1,21g, 1,55g et 1,59g respectivement, où au moins 50% des noyaux pesés ont un poids inférieur à 1,16g pour le cultivar M'sili, 1,53g pour le cultivar Skikdi et <1,52g pour le cultivar Tounsi (Figure 80, Annexe 4).

Les cultivars qui présentent la plus grande variabilité pour le poids des noyaux sont Bedai, Boufarik, Paviot et Pavit, avec des écarts interquartiles de 0,92g, 0,77g, 0,73g, 0,70g respectivement, cette grande variabilité du poids des noyaux au sein des ces cultivars peut être expliquer par la présence des différentes accessions au sein du même cultivar, tandis que les cultivars qui ont présenté la plus faible variabilité pour le poids des noyaux sont : Skikdi, Musca, Louzi blanc et M'sili avec un écart interquartile de 0,16g, 0,19g, 0,27g et 0,32g respectivement, le poids moyen maximum du noyau est détenue par l'accession Boufarik 01Se avec 4,24 g, le plus gros noyau est de 5,77g pour la même accession. tandis que le poids moyen minimum du noyau est celui de l'accession M'sili 01Ko avec 1,21g et le noyau dont le poids est le plus faible appartient à l'accession Tounsi 01Bo avec 0,93g (Figure 80, Annexe 4).



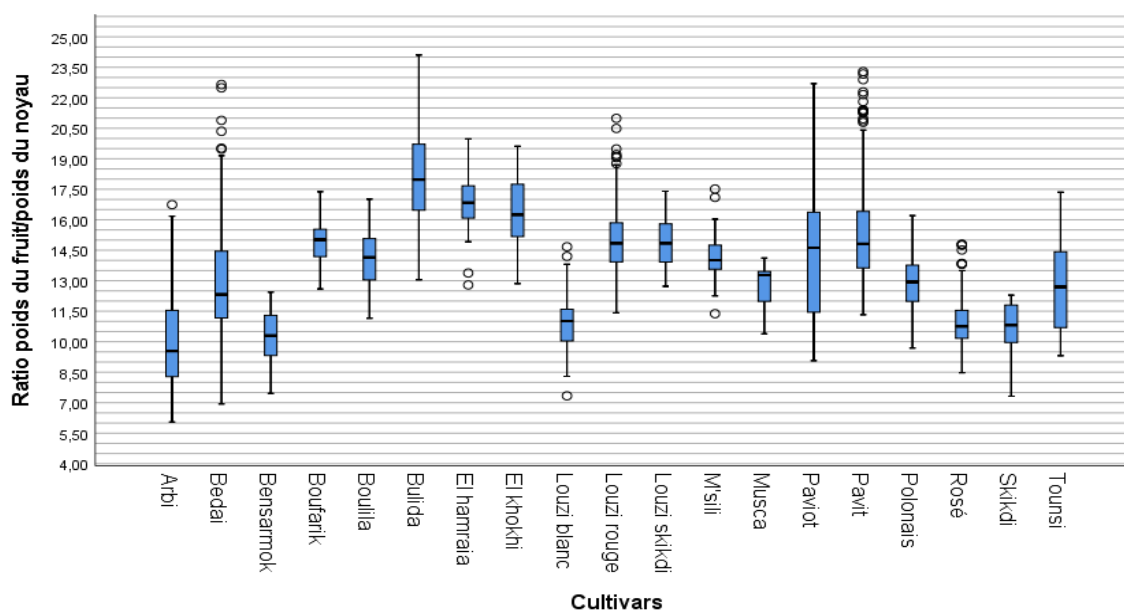
**Figure 80 :** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité du poids des noyaux selon le cultivar.

### 1.2.1.5.3. Variabilité du rapport poids du fruit/ poids noyau:

Le rapport poids du fruit/poids noyau est une caractéristique recherchée par l'agriculteur et le consommateur car elle reflète la part de la chair par rapport au noyau, le

cultivar qui possède le plus grand rapport moyen est Bulida avec 18,22 suivi par El hamraia et El Khokhi avec 16,74 et 16,29 respectivement, les rapports moyens les plus faibles sont enregistrés par les cultivars Arbi, Bensarmouk et Skikdi avec 9,96, 10,28 et 10,56 respectivement, ce qui diminue de leurs valeur marchande surtout le cultivar Arbi (Figure 81, Annexe 4).

La plus grande variabilité du rapport fruit/noyau est observée sur le cultivars Paviot avec un écart interquartile de 4,97 suivi des cultivars Tounsi, Bulida, Bedai et Arbi avec 3,86, 3,35, 3,29 et 3,27 respectivement, cette grande variabilité de ce rapport chez certains cultivars est due surtout à la présence de plusieurs accessions différentes aux sein du même cultivar, tandis que les cultivars qui ont présenté la plus faible variabilité pour ce rapport sont : M'sili, Rosé, Boufarik et Musca avec un écart interquartile de 1,36, 1,41, 1,43 et 1,48 respectivement, le rapport moyen maximum est détenue par l'accession Pavit 06Kh avec 20,02, la même accession possède le fruit dont le rapport est le plus élevé avec 23,29, tandis que le rapport moyen minimum est celui de l'accession Arbi 03Se avec 6,87, le rapport le plus faible est enregistré dans le fruit de l'accession Arbi 04Ra avec 6,05 (Figure 81, Annexe 4).



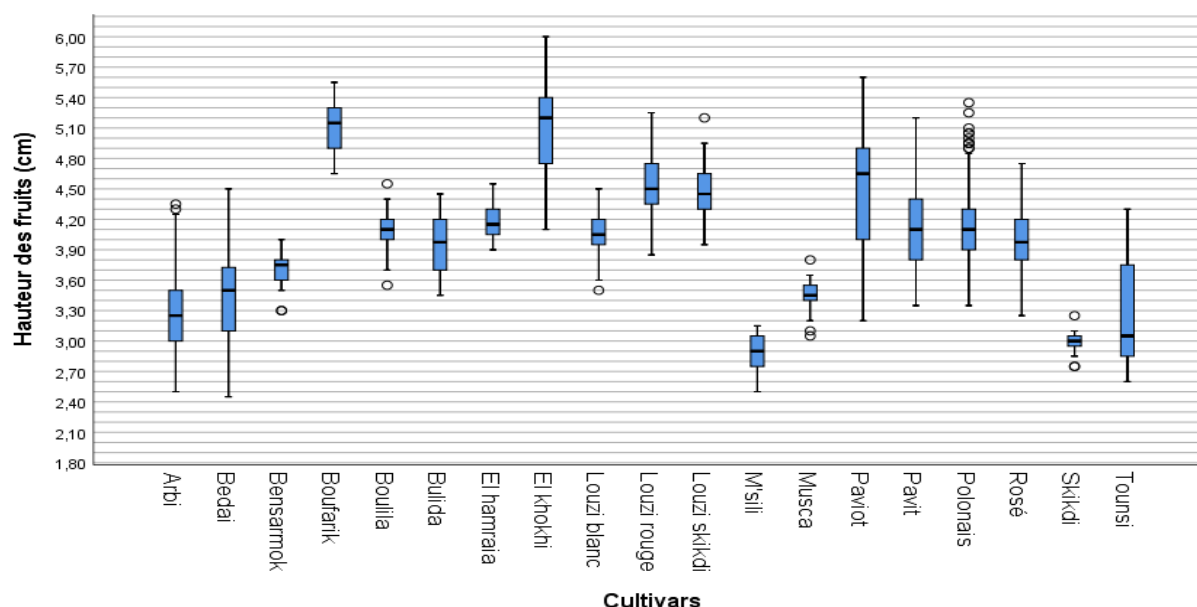
**Figure 81:** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité du rapport poids du fruit/ poids noyau selon le cultivar.

#### 1.2.1.5.4. Variabilité de la hauteur du fruit :

Les cultivars qui possèdent la plus grande hauteur moyenne sont Boufarik et El khokhi avec 5,12cm chacun, où au moins 50% des fruits possèdent une hauteur supérieure à 5,15cm pour le cultivar Boufarik, et >5,20cm pour le cultivar El khokhi suivit par Louzi rouge, Louzi skikdi et Paviot avec 4,51 cm, 4,49cm et 4,49 cm respectivement, les hauteurs moyennes les plus faibles sont enregistrés par les cultivars M'sili, Skikdi et Arbi avec 2,88cm ; 2,99cm et

3,29cm respectivement, où au moins 50% des fruits possèdent une hauteur inférieure à 2,85cm pour le cultivar M'sili, <3,00cm pour le cultivar Skikdi et <3,25 pour le cultivar Arbi ce qui diminue de leurs valeur marchande surtout le cultivar Arbi (Figure 82, Annexe 4).

La plus grande variabilité de la hauteur du fruit est observée sur les cultivars Tounsi et Paviot avec un écart interquartile de 0,90cm chacun, suivi des cultivars Bedai et El khokhi avec 0,65cm chacun, tandis que les cultivars qui ont présenté la plus faible variabilité pour la hauteur sont : Skikdi avec 0,13cm, Bensarmok et Boulila avec un écart interquartile de 0,20cm chacun, la hauteur moyenne maximale des fruit est détenue par l'accession El khokhi 01Ma avec 5,40cm, la même accession possède le fruit qui a la plus grande hauteur avec 6,00cm, tandis que la hauteur moyenne minimale est celle de l'accession Arbi 01Kh avec 2,82cm, la hauteur la plus faible est enregistrée chez le fruit de l'accession Bedai 06Se avec 2,45 (Figure 82, Annexe 4).



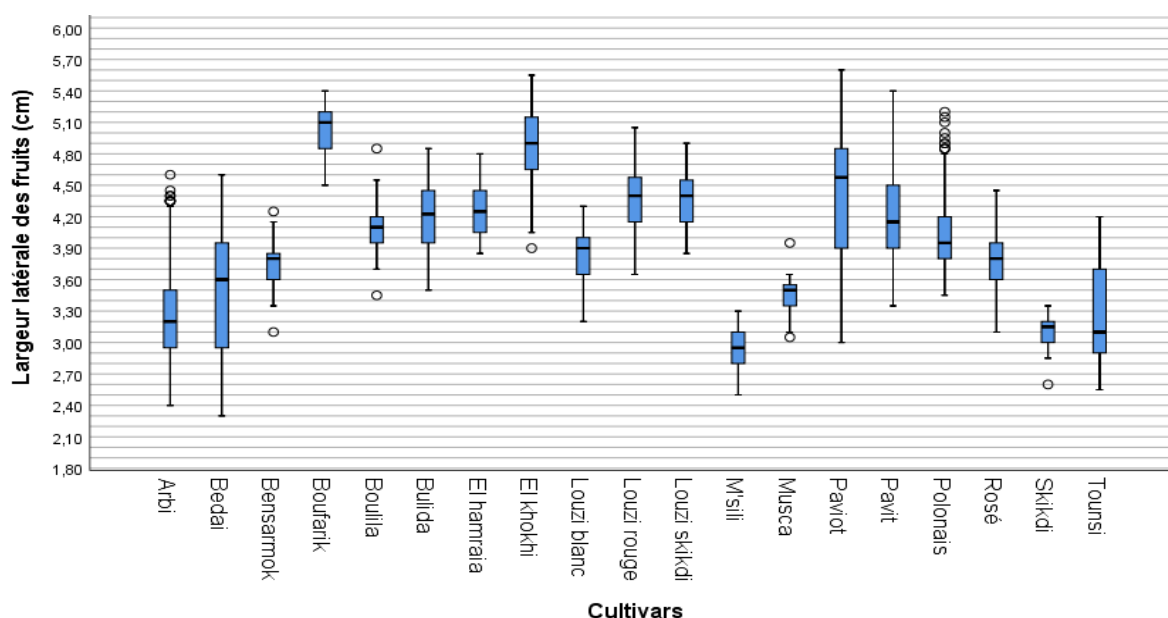
**Figure 82:** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité de la Hauteur du fruit selon le cultivar.

#### 1.2.1.5.5. Variabilité de la largeur latérale du fruit :

Les cultivars qui possèdent la plus grande largeur latérale moyenne sont Boufarik avec 5,06cm et El khokhi avec 4,87cm, où au moins 50% des fruits mesurés possèdent une largeur latérale moyenne supérieure à 5,10cm pour le cultivar Boufarik, et 4,90cm pour le cultivar El khokhi suivi par Paviot, Louzi skikdi et Louzi rouge avec 4,43 cm, 4,36cm et 4,36cm respectivement, les largeurs latérales moyennes les plus faibles sont enregistrés par les cultivars M'sili, Skikdi, Tounsi et Arbi avec 2,94cm, 3,10cm, 3,24cm et 3,28cm respectivement, où au moins 50% des fruits mesurés possèdent une largeur latérale moyenne inférieure à 2,95cm pour le cultivar M'sili, < 3,15cm pour le cultivar Skikdi < 3,10 pour le

cultivar Tounsi et < 3,20cm pour le cultivar Arbi, ce qui diminue de leurs valeurs marchandes surtout le cultivar Arbi (Figure 83, Annexe 4).

La plus grande variabilité de la largeur latérale du fruit est observée sur les cultivars Bedai, Paviot, et Tounsi avec un écart interquartile de 1,00cm, 0,96cm, et 0,85cm respectivement, tandis que les cultivars qui ont présenté la plus faible variabilité pour la largeur latérale sont : Skikdi, Musca et Boulila avec un écart interquartile 0,20cm, 0,25cm, 0,26cm respectivement, la largeur latérale moyenne maximale des fruits est détenue par l'accession El khokhi 01Ma avec 5,09cm, l'accession qui possède le fruit dont la largeur latérale est la plus élevée est Paviot 01Ra avec 5,60cm, tandis que la largeur latérale moyenne minimale est celle de l'accession Arbi 06Ko avec 2,83cm, le fruit dont la largeur latérale est la plus faible appartient à l'accession Bedai 06 Se avec une largeur latérale de 2,30cm (Figure 83, Annexe 4).

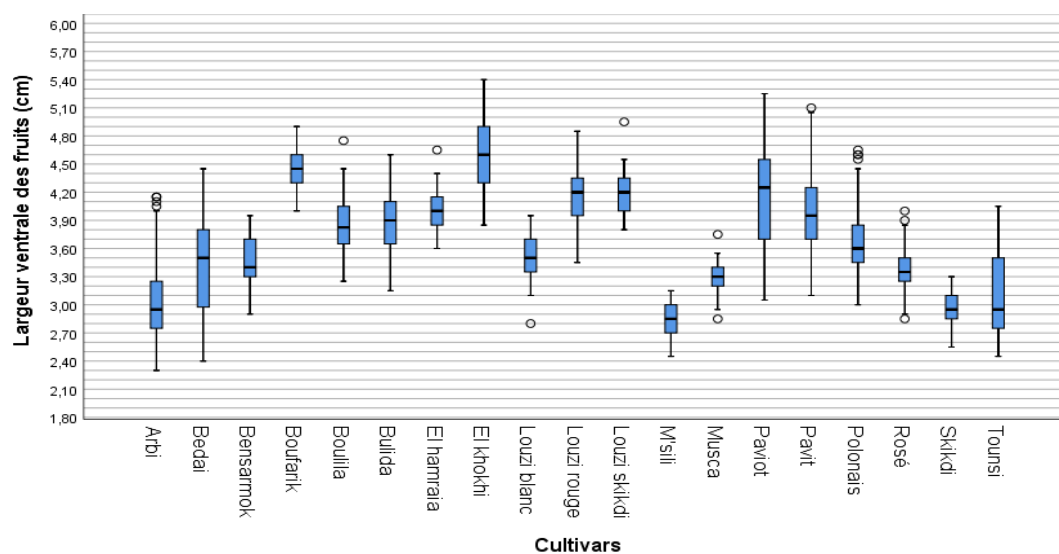


**Figure 83 :** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité de la largeur latérale du fruit selon cultivar.

#### 1.2.1.5.6. Variabilité de la largeur ventrale du fruit :

Les cultivars qui possèdent la plus grande largeur ventrale moyenne sont El khokhi avec 4,57cm et Boufarik avec 4,44cm, où au moins 50% des fruits mesurés possèdent une largeur ventrale moyenne supérieure à 4,60cm pour le cultivar El khokhi, et >4,45cm pour le cultivar Boufarik suivi par Louzi skikdi, Louzi rouge et Paviot, avec 4,22cm, 4,16cm et 4,13cm respectivement, les largeurs ventrales les plus faibles sont enregistrées par les cultivars M'sili, Skikdi et Arbi avec 2,81 ; 2,96cm et 3,04cm respectivement, où au moins 50% des fruits possèdent une largeur ventrale inférieure à 2,85cm pour les cultivars M'sili, < 2,95cm le cultivars Skikdi et < 2,98 le cultivar Arbi ce qui diminue de leurs valeurs marchandes surtout le cultivar Arbi (Figure 84, Annexe 4).

La plus grande variabilité de la largeur ventrale du fruit est observés sur les cultivars Paviot, Bedai et Tounsi avec un écart interquartile de 0,85cm, 0,85cm et 0,75cm respectivement, tandis que les cultivars qui ont présenté la plus faible variabilité pour la largeur ventrale sont :Musca, Rosé et Skikdi avec un écart interquartile 0,25cm chacun, la largeur ventrale moyenne maximale des fruits est détenue par l'accession El khokhi 01Ma avec 4,83cm, la même accession possède le fruit dont la largeur ventrale est la plus élevée avec 5,40cm, tandis que la largeur ventrale moyenne minimale est celle de l'accession Arbi 04Ra avec 2,57cm, le fruit dont la largeur ventrale est la plus faible appartient aux accessions, Arbi 04Ra et Arbi 02Se avec une largeur ventrale de 2,30cm (Figure 84, Annexe 4).



**Figure 84:** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité de la largeur ventrale du fruit selon cultivar.

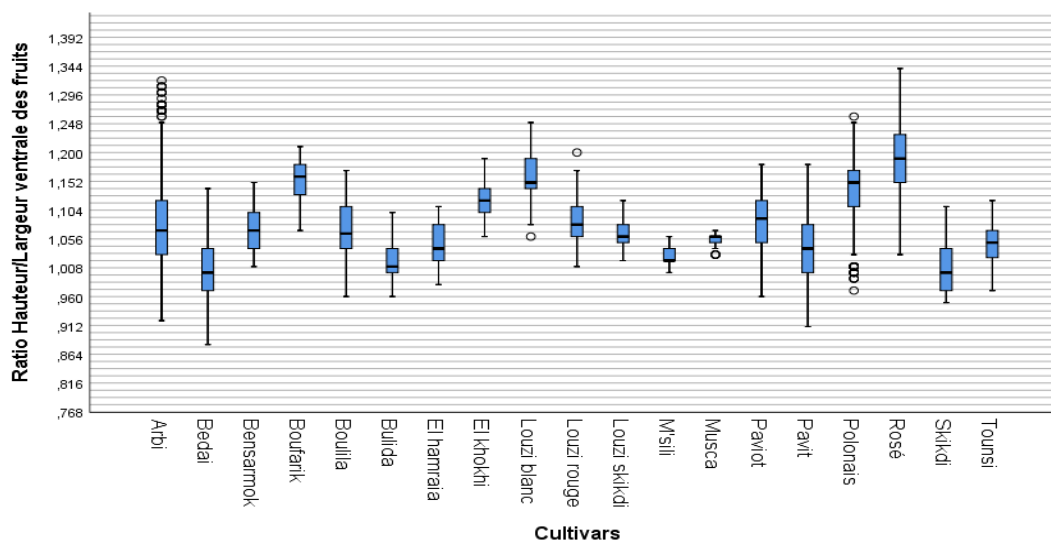
#### 1.2.1.5.7. Variabilité du rapport hauteur/largeur ventrale du fruit :

Le cultivar qui possède le plus grand rapport hauteur sur largeur ventrale moyen est Rosé avec 1,18 suivi de Louzi blanc et Boufarik avec 1,15 et 1,16 respectivement, où au moins 50% des fruits possèdent un rapport supérieur à 1,19cm pour le cultivar Rosé, et >1,16cm pour le cultivar Boufarik et >1,15 pour Louzi blanc. Les rapports moyens les plus faibles sont enregistrés par les cultivars Bedai, Skikdi, bulida et M'sili avec 1,01 ; 1,01 ; 1,02 ; et 1,03 respectivement, où au moins 50% des fruits possèdent un rapport inférieur à 1,00cm pour les cultivars Bedai et Skikdi, <1,01 pour les cultivars Bulida et <1,02 pour le cultivar M'sili (Figure 85, Annexe 4).

La plus grande variabilité du rapport hauteur sur largeur ventrale du fruit est observés chez le cultivar Arbi avec 0,09, et les cultivars Pavit, Rosé et Skikdi avec un écart interquartile de 0,08 chacun, tandis que les cultivars qui ont présenté la plus faible variabilité pour ce rapport sont :El khokhi, M'sili et Musca avec un écart interquartile de 0,03 chacun, le rapport moyen maximum des fruit est détenue par l'accession Arbi 05 Ko avec 1,25, le fruit dont le rapport est le plus élevé est celui de l'accession Rosé 02 Se avec 1,34. Tandis que le

rapport moyen minimum est celui des accessions Bedai 04 SE avec 0,97 et Pavit 04 Kh avec 0,96.

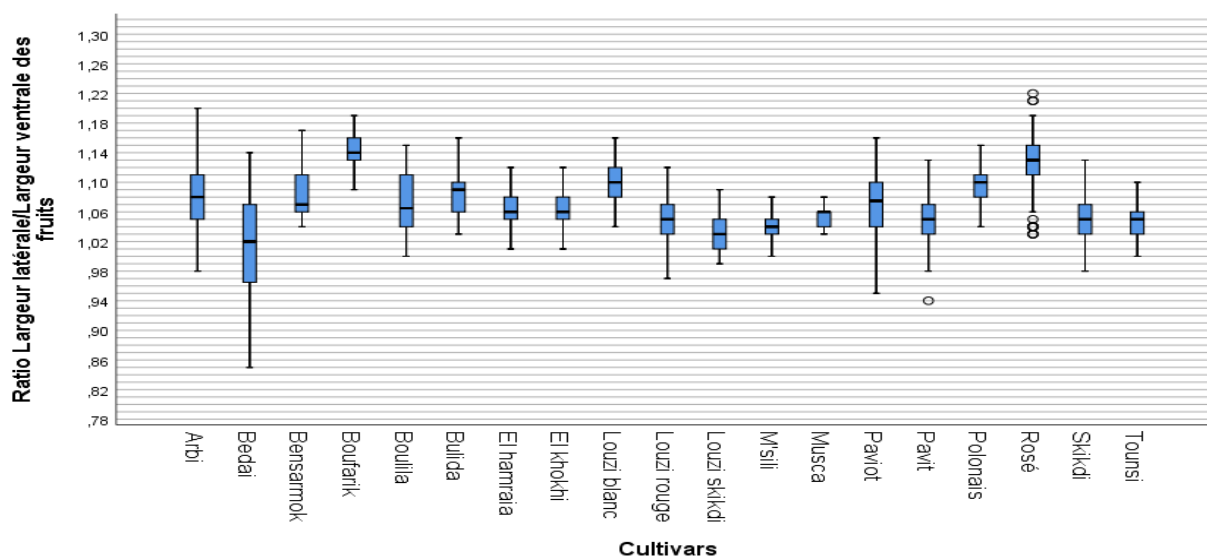
Le fruit dont le rapport est le plus faible appartient à l'accession Bedai 04 Se avec une hauteur sur largeur ventrale de 0,88 (Figure 85, Annexe 4).



**Figure 85:** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité du rapport hauteur/largeur ventrale du fruit selon cultivar.

#### 1.2.1.5.8. Variabilité du rapport largeur latérale/largeur ventrale du fruit :

Les cultivars qui possèdent le plus grand rapport largeur latérale sur largeur ventrale moyen sont Boufarik et Rosé avec 1,14 et 1,13 respectivement, où au moins 50% des fruits possèdent un rapport supérieur à 1,13cm pour le cultivar Boufarik, et >1,13cm pour le cultivar Rosé. Les rapports les plus faibles sont enregistrés par les cultivars Bedai et Louzi skikdi avec 1,02 et 1,03 respectivement, où au moins 50% des fruits possèdent un rapport inférieur à 1,02 pour le cultivar Bedai et <1,03 pour le cultivar Louzi skikdi (Figure 86, Annexe 4).

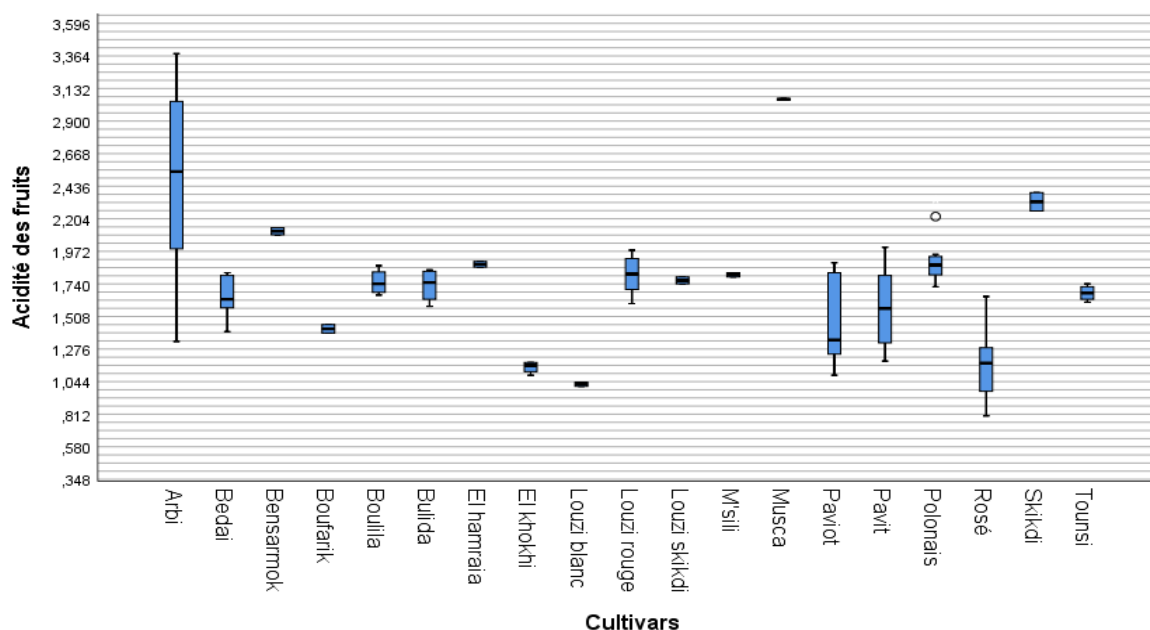


**Figure 86 :** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité du rapport largeur latérale/largeur ventrale du fruit selon cultivar.

La plus grande variabilité du rapport largeur latérale sur largeur ventrale du fruit est observés sur les cultivars Bedai, Boulila et Paviot avec un écart interquartile de 0,11 ; 0,07 et 0,06 respectivement, tandis que les cultivars qui ont présenté la plus faible variabilité pour ce rapport sont : Musca avec un écart interquartile de 0,02 suivi de El hamraia, El khokhi, M'sili, Polonais et Tounsi avec un écart interquartile de 0,03 chacun, le rapport moyen maximum des fruit est détenue par l'accession Rosé 01Bo appartenant au cultivar Rosé avec un rapport égale a 1,16 , le fruit dont le rapport est le plus élevé est celui de l'accession Rosé 01 Bo du cultivar Rosé avec 1,22. Tandis que le rapport moyen minimum est celui de l'accession Bedai 07SE avec un rapport de 0,94. Le fruit dont le rapport est le plus faible appartient à l'accession Bedai 04Se avec un rapport de 0,85cm (Figure 86, Annexe 4).

#### 1.2.1.5.9. Variabilité de l'acidité des fruits :

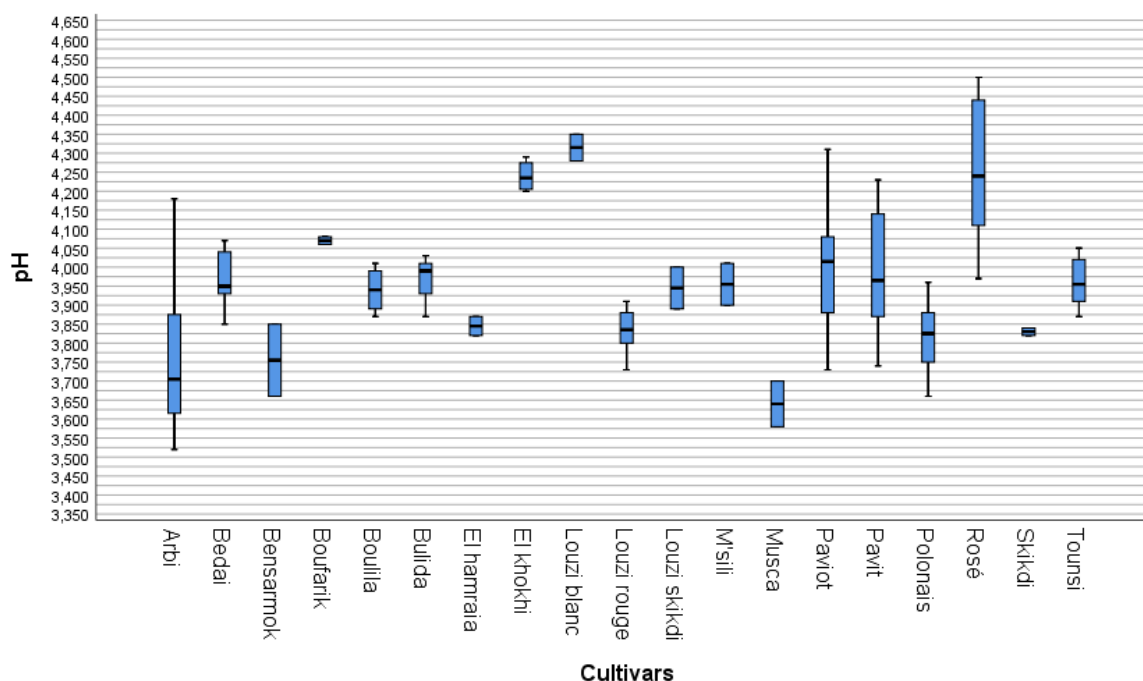
Le pourcentage d'acidité élevé constitue une mauvaise valeur marchande pour l'abricot, le cultivar Musca possède la plus grande valeur moyenne avec 3,06% suivit du cultivar arbi et Skikdi avec 2,49% et 2,33% respectivement, contre seulement 1,03% pour le cultivar Louzi blanc, suivi des cultivars El khokhi et Rosé avec 1,15% et 1,19% respectivement. La plus grande variabilité du taux d'acidité des fruit est observés sur les cultivars Arbi, Paviot et PAVit avec un écart interquartile de 1,09, 0,6 et 0,49 respectivement, cette variabilité élevée peut être due aux différences qui existe entre les accessions au sein du même cultivar, tandis que les cultivars qui ont présenté la plus faible variabilité pour le taux d'acidité sont : Tounsi avec 0,01% et Musca, Louzi blanc, M'sili et Louzi blanc avec 0,02%; 0,03% et 0,04 respectivement, la taux d'acidité moyen maximum du fruit est détenue par les accessions Arbi 01Bo et Arbi 04Ko avec un taux de 3,37% chacun, tandis que le taux moyen minimum est celui de l'accession Rosé 01 SE avec un taux de 0,89% où la mesure minimale (Figure 87, Annexe 4).



**Figure 87:** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité de l'acidité des fruits selon cultivar.

### 1.2.1.5.10. Variabilité du pH des fruits :

Les cultivars Louzi blanc, Rosé et Elkhokhi possèdent les plus grandes valeurs avec un pH moyen de 4,32 ; 4,25 et 4,24 respectivement, tandis que les cultivars ayant le pH moyen le plus faible sont : Musca, Arbi et Bensarmok avec 3,64 ; 3,75 et 3,76 respectivement. La plus grande variabilité du pH des fruits est observés sur les cultivars Rosé, Pavit, Arbi et Paviot avec un écart interquartile de 0,36 ; 0,27 ; 0,27 et 0,22 respectivement. cette variabilité élevée peut être due aux différences qui existe entre les accessions au sein du même cultivar, tandis que les cultivars qui ont présenté la plus faible variabilité pour le pH sont : Boufarik et Skikdi avec un écart interquartile de 0,02, le pH moyen maximum du fruit est détenue par l'accession Rosé 01Ko avec un pH de 4,46%, tandis que le pH moyen minimum est celui de l'accession Arbi 01Bo de l'ordre de 3,56 (Figure 88, Annexe 4).



**Figure 88:** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité du pH des fruits selon cultivar.

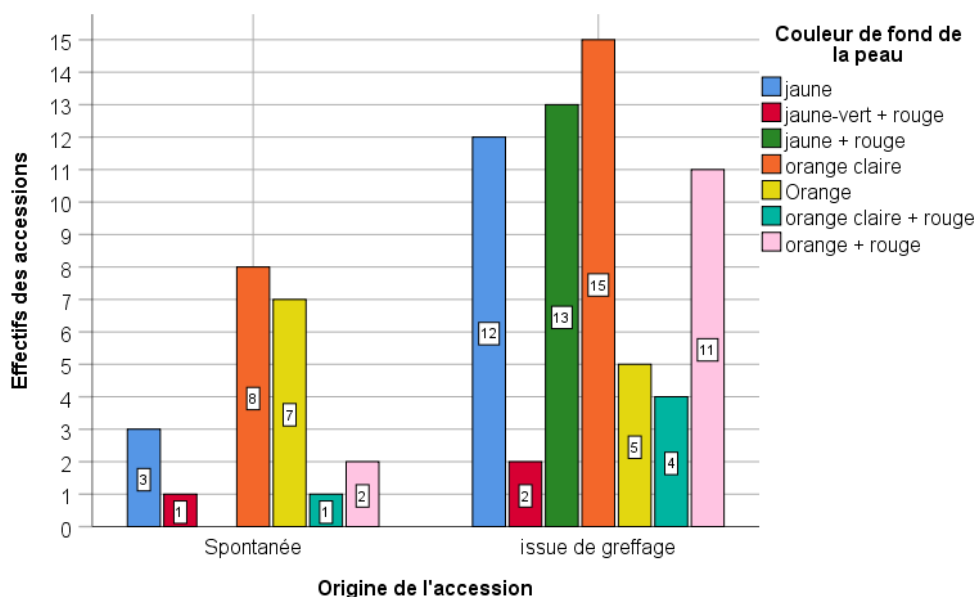
L'écart interquartile des différents caractères étudiés différent d'un cultivar à une autre. Les cultivars ayant enregistrés des variabilités élevées dans plusieurs caractères étudiés sont Paviot, Pavi et El khokhi et Bedai, cela est due surtout aux nombre et à la diversité des accessions étudiées au sein des ces cultivars, tandis que les accessions ayant des écarts interquartiles avec des valeurs basses sont surtout Skikdi, M'sili, Musca et Bensarmok vu que le nombre d'accession pour ces cultivars est d'une accession par cultivar.

## 1.2.2. Analyse descriptive uni variée des caractères pomologiques qualitatifs :

### 1.2.2.1. Couleur de fond de la peau du fruit :

Différentes couleurs de fond de la peau du fruit sont distinguées à des fréquences variables entre les différentes accessions spontanées et ceux issues du greffage, une grande partie des accessions quelque soit leurs origines ont une couleur de fond de la peau orange claire avec 27,40% (23 accessions) contre 3,60% (03 accessions) pour la couleur Jaune-vert et rouge (Figure 89, Annexe 5).

Pour les accessions spontanées 06 modalités de couleur on été constaté contre 08 modalités de couleur pour les accessions issues du greffage. Une grande partie des accessions spontanées et ceux issues du greffage ont une couleur de la peau orange clair avec une fréquence de 36,40 % (08 accessions) et 24,2% (15 accessions) respectivement, tandis que la couleur la moins représentée est la couleur Jaune-vert et rouge, et orange claire et rouge pour les accessions spontanées avec 4,5% (une accession par couleur) chacune, et la couleur jaune-vert et rouge pour les accessions issues du greffage avec 3,20% soit deux accessions de l'ensemble des accessions issues du greffage. On observe aussi l'absence des accessions spontanées dont la couleur de fond de la peau est jaune et rouge (Figure 89, Annexe 5).



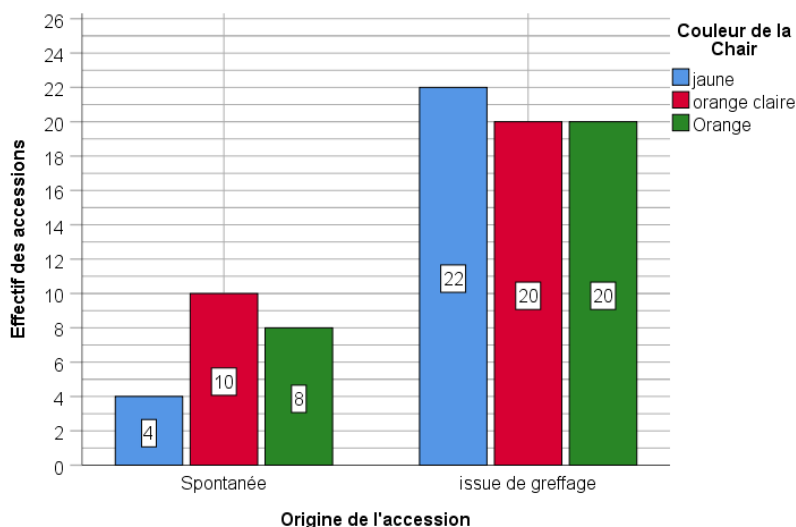
**Figure 89:** Distribution des accessions spontanées et issues du greffage selon la couleur de fond de la peau du fruit.

### 1.2.2.2. Couleur de la chair du fruit :

Pour les couleurs de la chair on observe une distribution homogène des trois couleurs entre les différentes accessions quelque soit leurs origines avec une dominance légère de la couleur orange claire avec 35,70% de l'ensemble des accessions quelque soit leurs origines soit 30 accessions sont de couleur orange claire dont 20 accessions issues du greffage et 10

spontanées. Le reste des accessions sont partagées en accessions à couleur orange avec 33,30% et jaune avec 31,00%. (Figure 91, Annexe 6).

La couleur de la chair dominante chez les accessions issues du greffage est jaune avec 35,50% soit 22 accessions de l'ensemble des accessions issues du greffage, alors quelle représente le plus faible pourcentage chez les accessions spontanées avec 18,20% soit 04 accessions de l'ensemble des accessions spontanées, la couleur orange claire est la plus dominante dans les accessions spontanées avec 45,50% des accessions spontanées (Figure 90, Annexe 6).

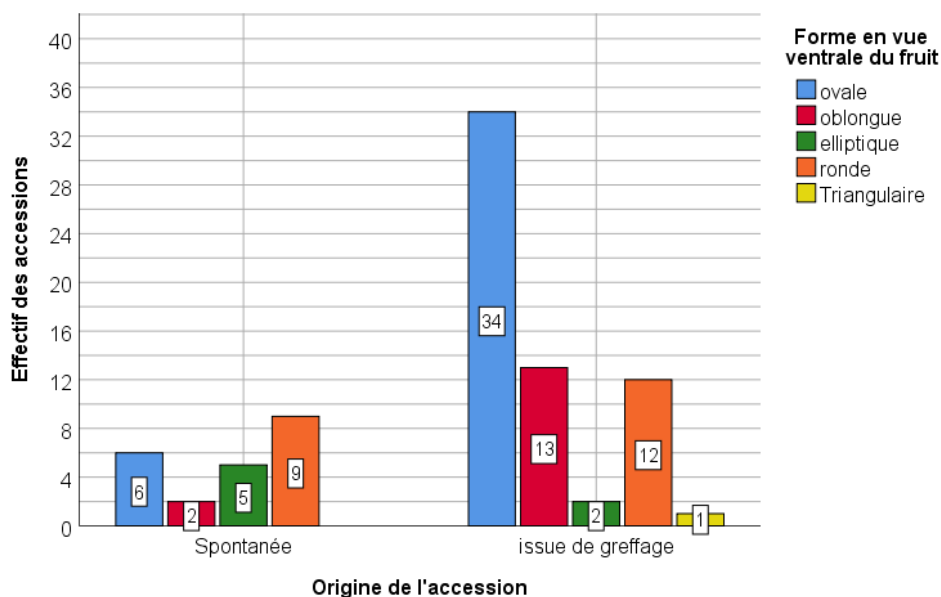


**Figure 90 :** Distribution des accessions spontanées et issues du greffage selon la couleur de la chair du fruit.

### 1.2.2.3. Forme du fruit en vue ventrale :

L'observation de la forme du fruit en vue ventrale nous a permis de distinguer 5 types de forme selon l'UPOV, une grande partie des accessions quelque soit leur origine ont une forme de fruit ovale avec 47,60% soit 40 accessions, la forme la moins représentée est la forme triangulaire avec 1,20% soit une seule accession (Louzi blanc Bo) (Figure 91, Annexe 7).

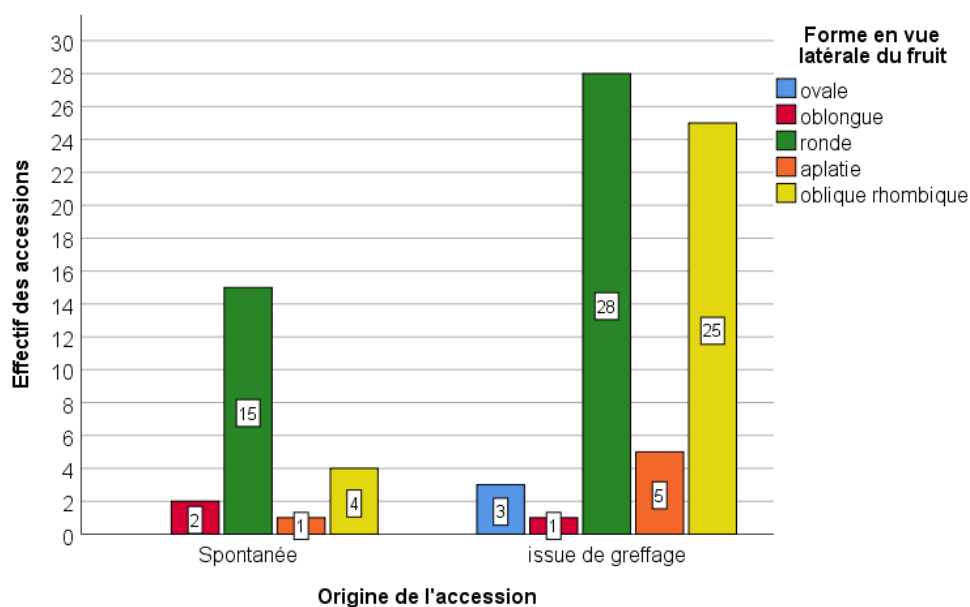
Pour les accessions spontanées 04 formes de fruit ont été constatées contre 5 formes de fruit pour les accessions issues du greffage. La majeure partie des accessions spontanées ont une forme ventrale ronde avec une fréquence de 40,90% (09 accessions) tandis que la forme la moins représentée est la forme oblongue avec 9,10% (02 accessions). La forme ventrale ovale représente la plus grande partie des accessions issues du greffage avec une fréquence de 54,80% (34 accessions), tandis que la forme ventrale la moins représentée est la forme ventrale triangulaire avec une fréquence relative de 1,60%, on constate aussi l'absence des accessions spontanées dont la forme ventrale est triangulaire (Figure 91, Annexe 7).



**Figure 91:** Distribution des accessions spontanées et issues du greffage selon la forme du fruit en vue ventrale.

#### 1.2.2.4. Forme du fruit en vue latérale :

Selon l'UPOV, différentes formes des fruits en vue latérale peuvent être signalés. L'observation de la forme du fruit en vue latérale nous a permis de distinguer 5 types de forme selon l'UPOV, une grande partie des accessions quelque soit leurs origines ont une forme latérale du fruit ronde avec 51,20% soit 43 accessions, la forme la moins représentée est la forme oblongue et ovale avec 3,60% chacune soit 03 accessions par forme (Figure 92, Annexe 8).

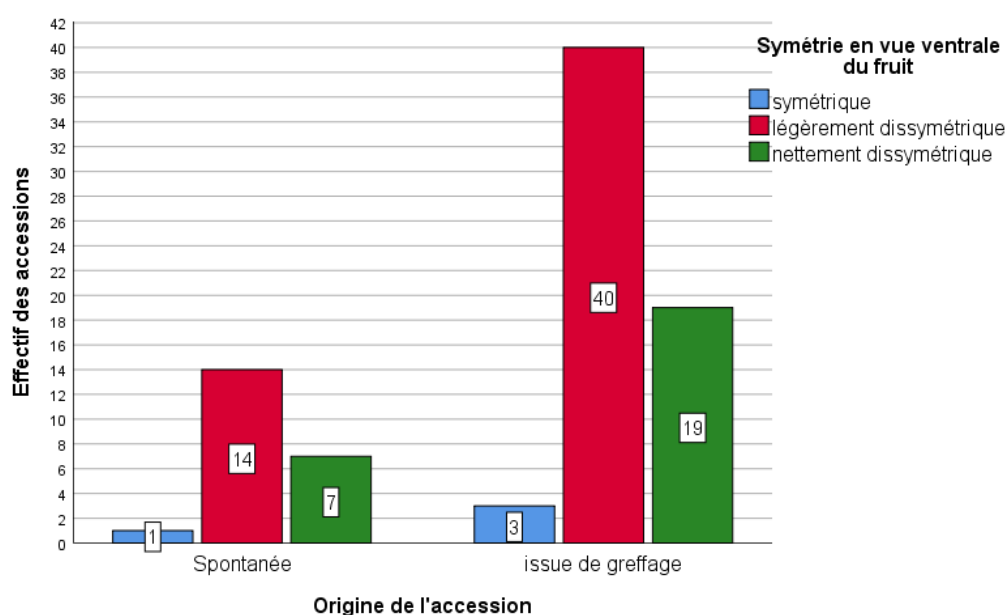


**Figure 92 :** Distribution des accessions spontanées et issues du greffage selon la forme du fruit en vue latérale.

Pour les accessions spontanées 04 formes latérale du fruit on été constaté contre 5 formes latérale du fruit pour les accessions issues du greffage. La majeure partie des accessions spontanées ont une forme latérale ronde avec une fréquence relative de 68,20 % (15 accessions) contre 45,20% (28 accessions) pour les accessions issues du greffage, tandis que la forme latérale la moins représentée chez les accessions issues du greffage est la forme oblongue avec une fréquence relative de 1,60% (une accession), chez les accessions spontanées la forme la moins représentée est la forme latérale aplatie avec une fréquence relative de 4,50% (01 accessions), on constate aussi l'absence des accessions spontanées dont la forme latérale est ovale (Figure 92, Annexe 8).

#### 1.2.2.5. Symétrie en vue ventrale du fruit :

Les observations de la symétrie du fruit en vue ventrale indiquent la dominance du caractère légèrement dissymétrique des fruits avec 64,30% soit 54 accessions, tandis que les accessions dont les fruits sont symétriques ne représentent que 4,80% de l'ensemble des accessions (04 accessions) (Figure 93, Annexe 9).



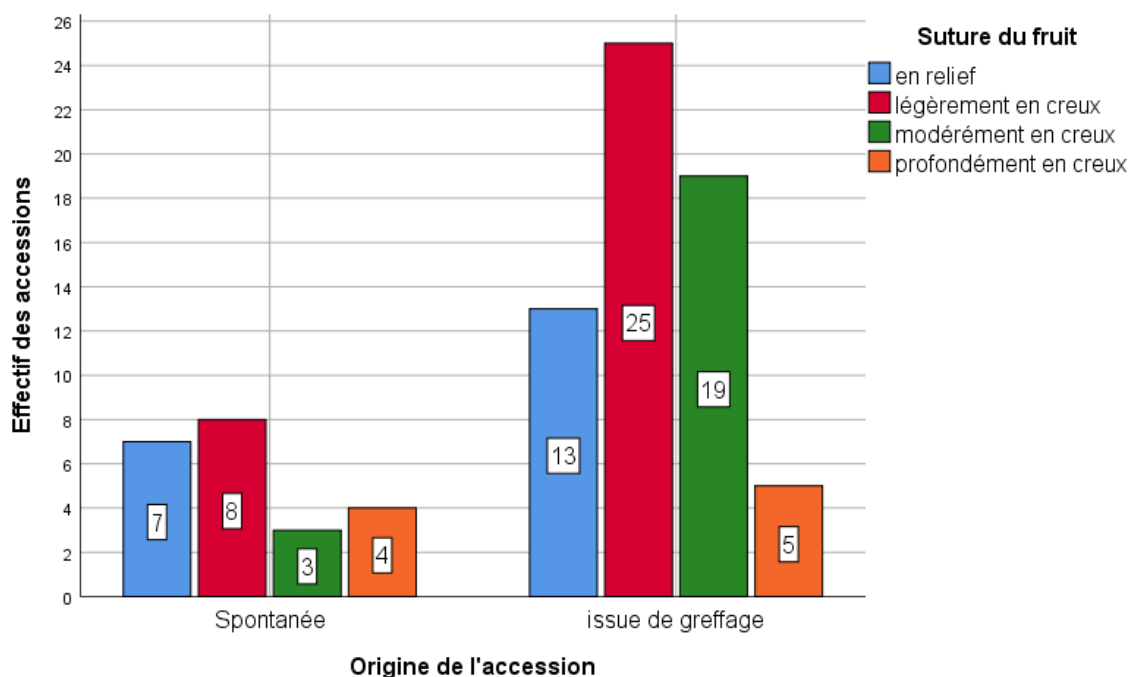
**Figure 93 :** Distribution des accessions spontanées et issues du greffage selon la symétrie en vue ventrale du fruit.

Pour les accessions spontanées 63,60% (14 accession) d'entre elles présentent des fruits légèrement dissymétriques (14 accessions) contre 64,50% (40 accessions) pour les accessions issues du greffage qui représente la majeure partie pour ce groupe d'accession, tandis que seulement 4,50% des accessions spontanées et 4,80% des accessions issues du greffage ont des fruits symétriques alors que le reste des accessions présentent des fruits qui ont une symétrie en vue ventrale qui sont nettement dissymétriques avec 31,80% (7 accessions) chez

les accessions spontanées et 30,60% (19 accessions) chez les accessions issues du greffage (Figure 93, Annexe 9)

#### 1.2.2.6. Suture du fruit :

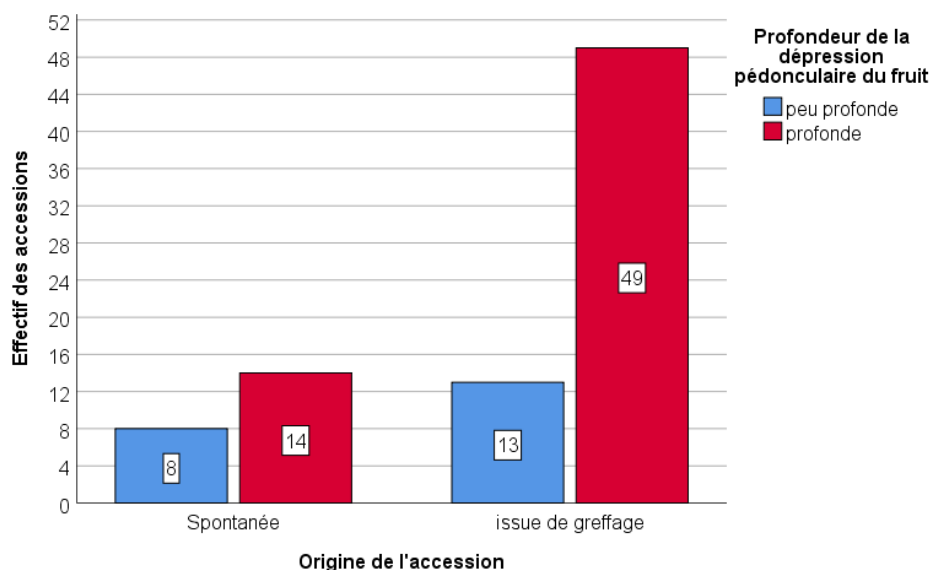
La suture légèrement en creux des fruits est la plus représentée chez les accessions spontanées et ceux issues de greffage avec 36,40% (08 accessions) et 40,30% (25 accessions) respectivement. Tandis que les accession ayant des fruits dont la suture est profondément creuse ne représentent que 18,20% (04 accessions) des accessions spontanées et 8,10% (05 accessions) des accessions issues du greffage, les accessions ayant une suture en relief et ceux ayant une suture modérément creuse partagent le reste des proportions où 31,80% (07 accessions) des accessions spontanées ont des fruits dont la suture est en relief et 13,60% (03 accessions) présentent des fruits dont la suture est modérément creuse pour le même groupe, chez les accessions issues du greffage la suture modérément creuse sont plus importante que ceux a suture en relief avec 30,60% (19 accession) et 21,00% (13 accessions) respectivement (Figure 94, Annexe 10).



**Figure 94 :** Distribution des accessions spontanées et issues du greffage selon la suture du fruit.

#### 1.2.2.7. Profondeur de la dépression pédonculaire du fruit :

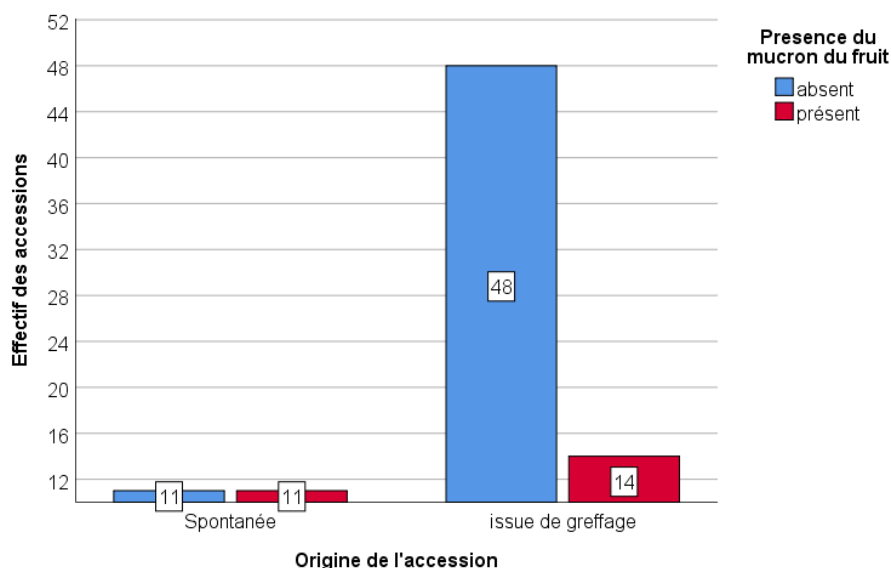
La dépression pédonculaire du fruit est de type profond chez 79% (49 accessions) des accessions issus du greffage contre 63,6% (14 accessions) chez les accessions spontanées, tandis que la dépression pédonculaire du fruit peu profonde n'est présente que dans 36,40% des accessions spontanées (8 accessions) et 21,00% (13 accessions) des accessions issues du greffage (13 accessions) (Figure 95, Annexe 11).



**Figure 95 :** Distribution des accessions spontanées et issues du greffage selon la profondeur de la dépression pédonculaire du fruit.

#### 1.2.2.8. Présence de mucron sur le fruit :

70,20% des accessions étudiées quelque soit leurs origines ne présentent pas de mucron, contre 29,80% sans mucron. Chez les accessions spontanées la présence et l'absence du mucron sur le fruit est à part égale, par contre chez les accessions issues du greffage 77,40 % (48 accessions) d'entre elles présentent des fruits sans mucron, contre 22,60% avec mucron (14 accessions) (Figure 96, Annexe 12).

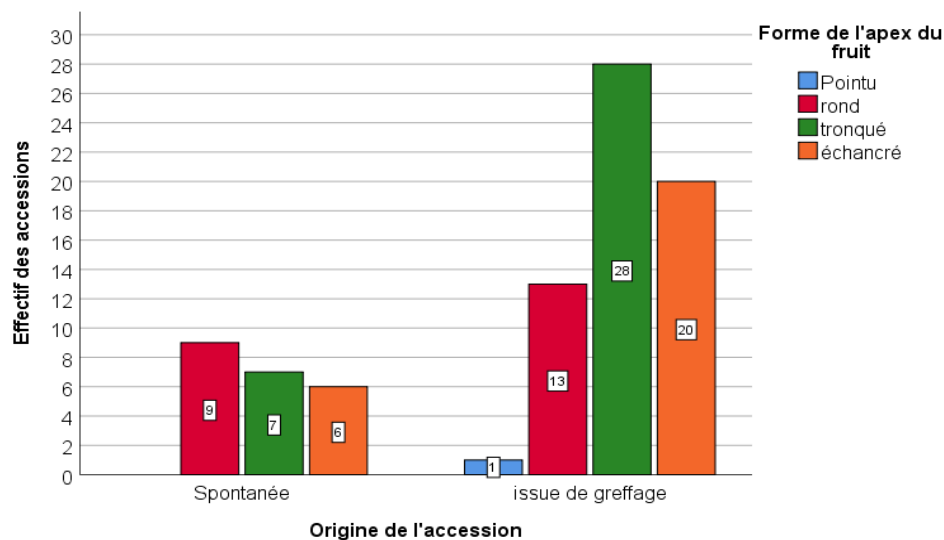


**Figure 96 :** Distribution des accessions spontanées et issues du greffage selon la présence ou l'absence du mucron sur le fruit.

#### 1.2.2.9. Forme de l'apex du fruit :

Parmi les 4 modalités de la forme de l'apex du fruit chez les accessions spontanées, ressort la forme ronde avec 40,90% (09 accessions), par contre une grande partie des accessions issues du greffage présentent une forme d'apex tronquée avec 45,20% (28 accessions) ce qui met en relief l'effet très significatif du mode multiplication sur la forme de

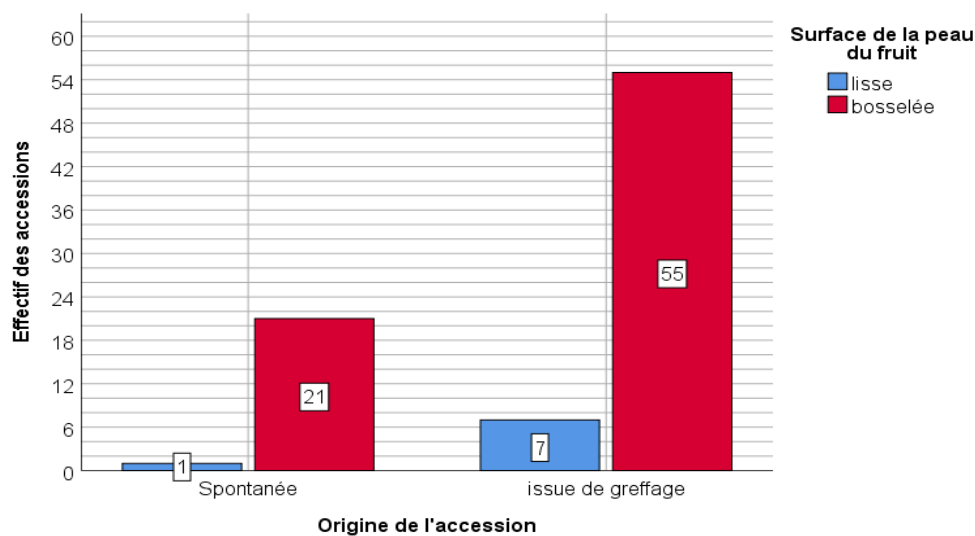
l'apex. La forme de l'apex la moins présente au niveau des accessions issues du greffage est la forme pointue avec une seule accession (Paviot 03Se), alors qu'on constate l'absence de cette forme d'apex chez les accessions spontanées (Figure 97, Annexe 13).



**Figure 97 :** Distribution des accessions spontanées et issues du greffage selon la forme de l'apex du fruit

#### 1.2.2.10. Surface de la peau :

La majeure partie des accessions étudiées présentent une surface bosselée avec un taux de 90,50% soit 76 accessions tous groupe confondu contre 9,50% des accessions à peau lisse. Chez les accessions spontanées et ceux issues du greffage la même chose est constatée avec une proportion élevée au niveau des accessions spontanées ou 95,5 % (21 accessions) d'entre elles possèdent une surface bosselée avec 88,7 % (55 accessions) pour les accessions issues du greffage, le reste des accessions ont une surface lisse mais avec des taux faibles de l'ordre de 4,5 % (01 accession spontanée) et 11,3 % (7 accessions issues du greffage) (Figure 98, Annexe 14).



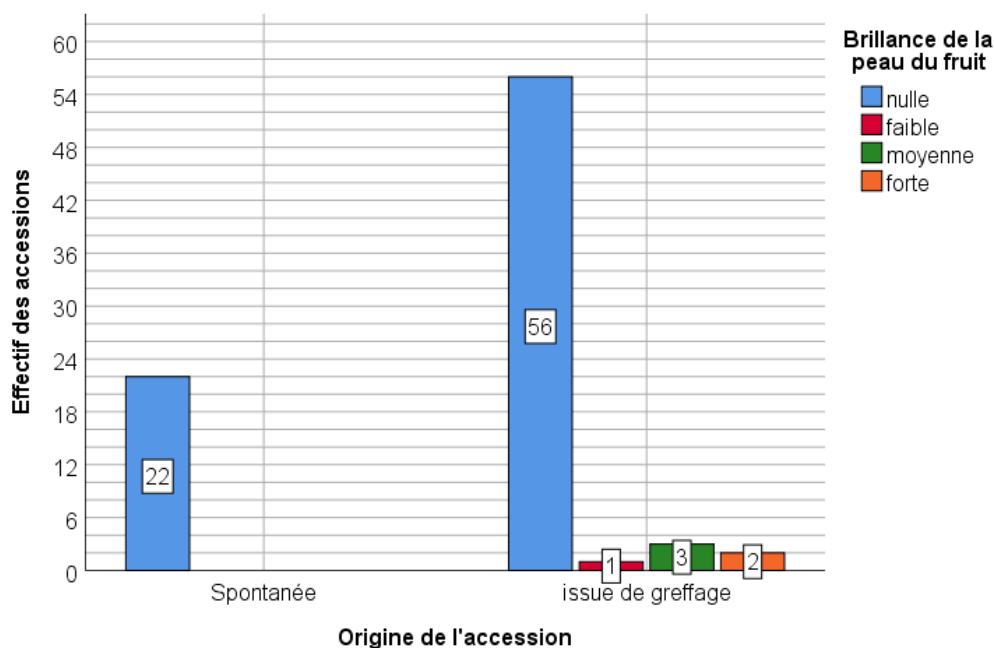
**Figure 98 :** Distribution des accessions spontanées et issues du greffage selon la Surface de la peau du fruit.

### 1.2.2.11. Pilosité du fruit :

Les accessions spontanées et ceux issues du greffage présentent tous une pilosité à la surface de la peau de leurs fruits, ce qui indique que ce caractère n'est pas influencé par le type de multiplication des arbres (Annexe 15).

### 1.2.2.12. Brillance de la peau du fruit :

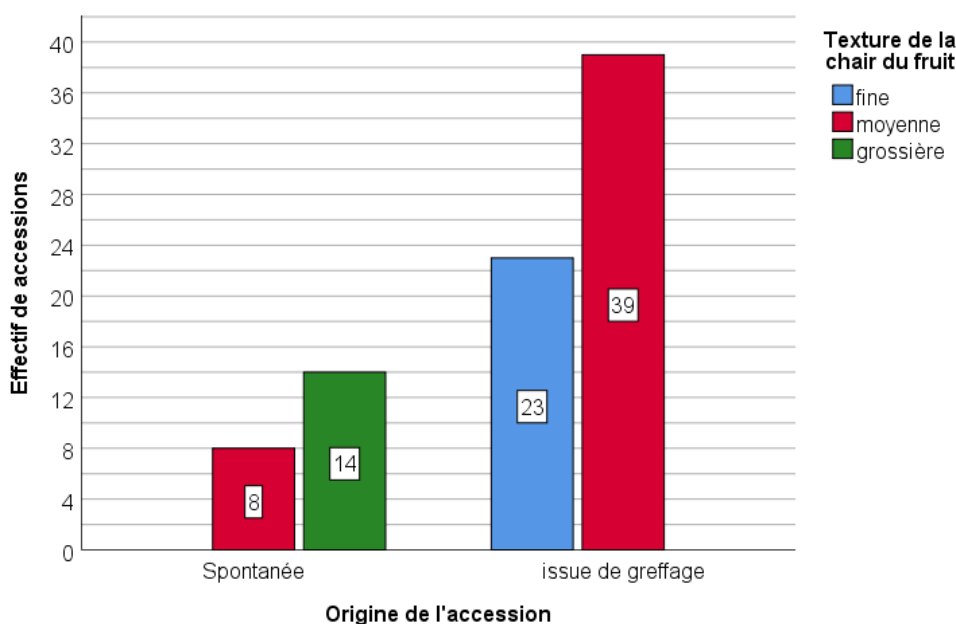
Tous les accessions spontanées ne possèdent aucune accession dont les fruits sont brillants en revanche le groupe issues du greffage possèdent quelques accessions dont les fruits ont une peau faiblement brillante à fortement brillante avec les pourcentages suivants : 1,6 % des accessions faiblement brillantes (01 accessions), 4,8% moyennement brillantes (3 accessions) et 3,20% fortement brillantes (2 accessions) le reste de accessions issues du greffage présentent une brillance nulle soit 90,30% (56 accessions), donc la brillance des fruits est un caractère qui est plus lié à l'espèce d'abricotier que le type de multiplication des arbres (Figure 99, Annexe 16).



**Figure 99:** Distribution des accessions spontanées et issues du greffage selon la brillance de la peau du fruit.

### 1.2.2.13. Texture de la chair :

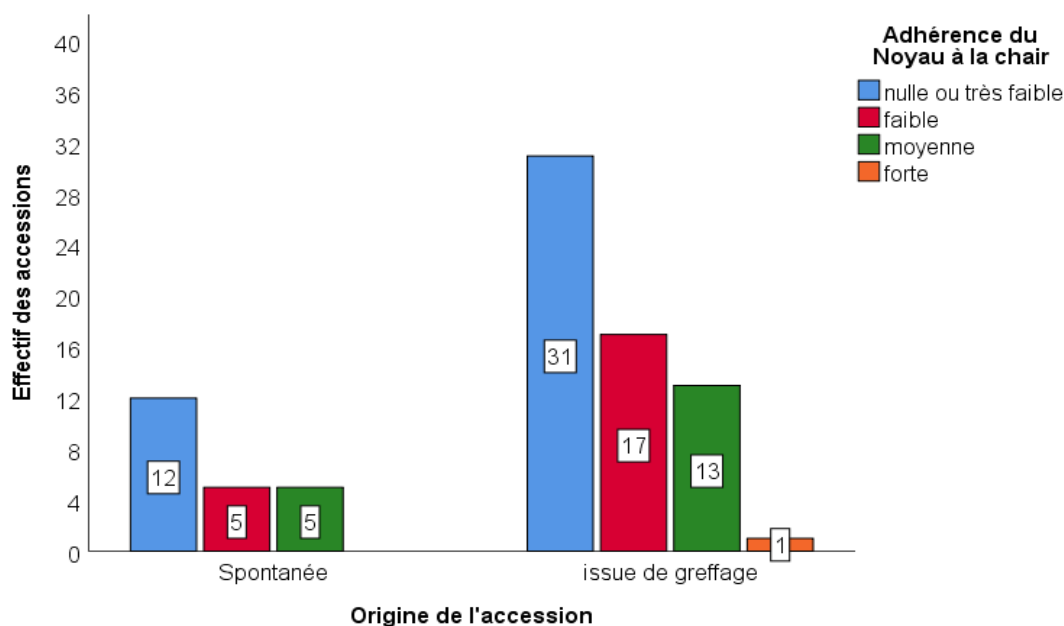
La texture de la chair du fruit d'abricot chez les accessions issues du greffage est fine à moyennement grossière avec une supériorité des accessions dont la texture de la chair est moyennement grossière avec 62,90 % contre 37,10% (23 accessions) dont la texture de la chair est fine, aucune accession issue du greffage ne possède une texture grossière de la chair. Pour les accessions spontanées la texture de la chair est soit moyennement grossière avec 36,40% (08 accessions) ou grossière dans 63,60% (14 accessions) des accessions spontanées, aucune accession spontanée ne présente une chair à texture fine (Figure 100, Annexe 17).



**Figure 100:** Distribution des accessions spontanées et issues du greffage selon la texture de la chair.

#### 1.2.2.14. Adhérence du noyau à la chair :

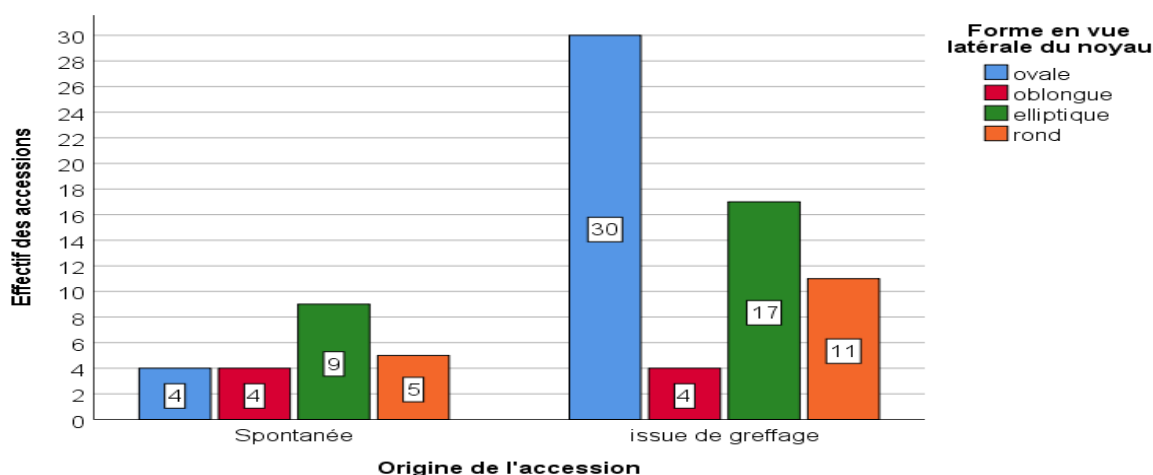
Une grande partie des accessions quelle soit spontanées ou issues du greffage présentent une adhérence nulle ou très faible avec 54,50% (12 accessions) et 50,00% (31 accessions) respectivement, le reste des accessions quelque soit leurs origines se répartissent en accessions a adhérence du noyau faible et moyenne avec des proportion presque égale pour les deux groupes d'accessions, en revanche seulement 1,6% soit une seule accession issue du greffage qui présente une adhérence forte du noyau à la chair tandis qu'aucune accession spontanée ne possède ce type d'adhérence (Figure 101, Annexe 18).



**Figure 101:** Distribution des accessions Spontanées et Issues du greffage selon l'adhérence du noyau à la chair du fruit.

### 1.2.2.15. Forme en vue latérale du noyau:

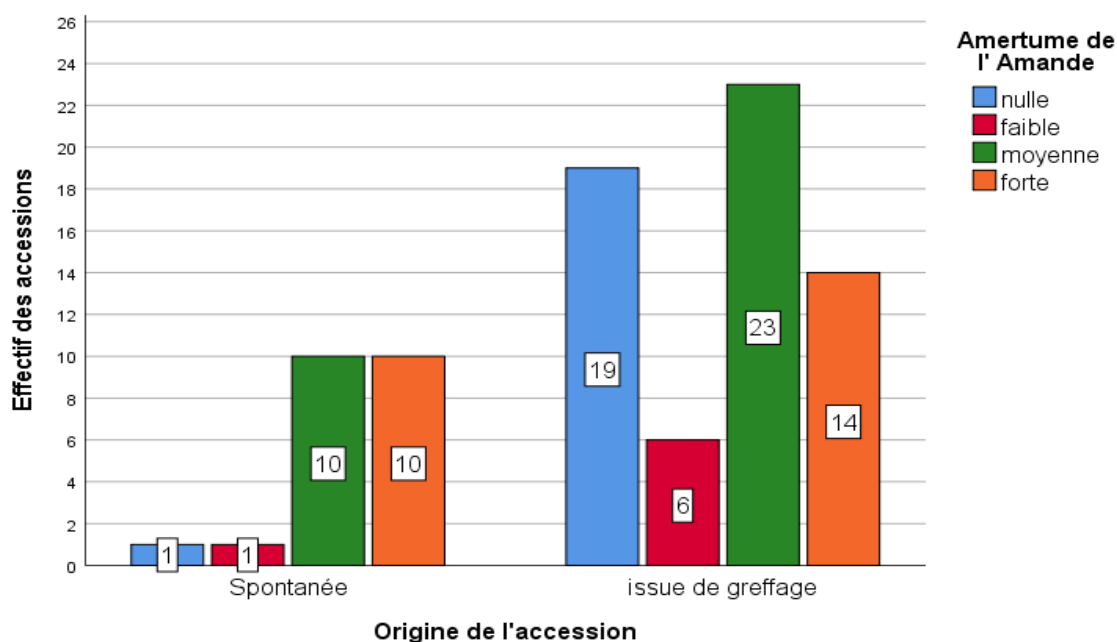
La majeure partie des accessions spontanées présentent une adhérence forme du noyau elliptique avec 40,90% (09 accessions) , en revanche chez les accessions issues du greffage la forme du noyau la plus représentée est la forme ovale se trouve dans 48,40% des accessions issues du greffage soit 30accessions, le reste des accessions quelque soit leurs origine se répartissent en accessions a noyau oblongue et a noyau rond dont la proportion varie selon le groupe d'accession qu'elles soient d'origine spontanée ou issue du greffage, pour les accessions issues du greffage la forme du noyau la moins présentée est la forme oblongue avec 6,5% (4 accessions) tandis que chez les accessions spontanées les forme les moins présentées sont la forme ovale et oblongue avec 18,20% chacune (04 accessions par forme) (Figure 102, Annexe 19).



**Figure 102 :** Distribution des accessions Spontanées et Issues du greffage selon forme en vue latérale du noyau.

### 1.2.2.16. Amertume de l'amande:

D'une façon générale une grande partie des accessions quelque soit leurs origines présentent des amandes d'abricots à amertume moyenne avec 39,30% des accessions, concernant les accessions spontanées 90% d'entre elles possèdent des noyaux a amertume moyenne (45,50%) et forte (45,50%). tandis que seulement deux accessions qui présente une amertume du noyau nulle et l'autre faible. Chez les accessions issues du greffage celles a amertume moyenne représentent 37,10% des accessions suivi des accessions a amertume nulle et a amertume forte avec 30,60% et 22,60% respectivement, les accessions a amertume faible représentent la plus faible proportion chez les accessions issues du greffage avec seulement 9,7% des accessions issues du greffage, donc les accessions issues du greffage présentent en grande partie des amandes douce à moyennement amère à l'encontre des accessions spontanées (Figure 103, Annexe 20).



**Figure 103:** Distribution des accessions spontanées et issues du greffage selon amertume de l'amande.

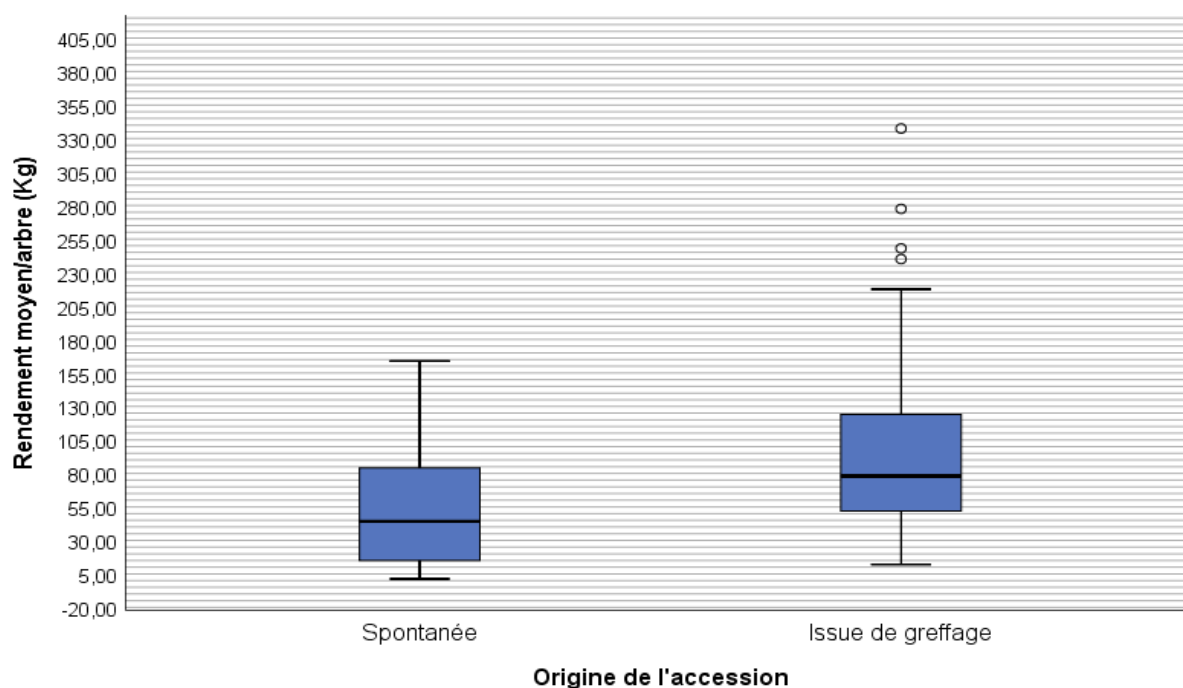
### 1.3. Analyse descriptive uni-variée des caractères morphologiques de l'arbre :

#### 1.3.1. Analyse descriptive uni-variée des caractères morphologiques quantitatifs :

##### 1.3.1.1. Variabilité du rendement par arbre :

Le rendement des accessions varie considérablement selon l'origine dont elles sont issues, cela est en faveur des accessions issues du greffage, en effet le rendement moyen par arbre est de 96,00 kg pour les accessions issues du greffage où au moins 50% des accessions issues du greffage possèdent un rendement supérieur à 78,00Kg, contre seulement 59,07 kg pour les accessions spontanées (Figure 119), où au moins 50% des accessions spontanées possèdent un rendement moyen inférieur à 44,25 Kg, la variabilité du rendement moyen par arbre est légèrement supérieure chez les accessions issues du greffage avec un écart interquartile de 75,13 Kg contre 72,50Kg pour les accessions spontanées (Figure 104, Tableau 21)..

Le rendement moyen maximum par arbre des accessions issues du greffage est de 337,50Kg détenu par l'accession Rosé 01Bo, tandis que les accessions spontanées ont un rendement moyen maximum de 164 Kg atteint par l'accession Arbi 03 Se. Pour le rendement moyen minimum il est de 12 Kg pour les accessions issues du greffage Pavit 09Kh et Paviot 02Ra, alors que le rendement moyen minimum chez les accessions spontanées est de 1,25 Kg détenue par Arbi 6Ko (Figure 104, Tableau 21).



**Figure 104:** Variabilité du rendement moyen par arbre selon l'origine de l'accession.

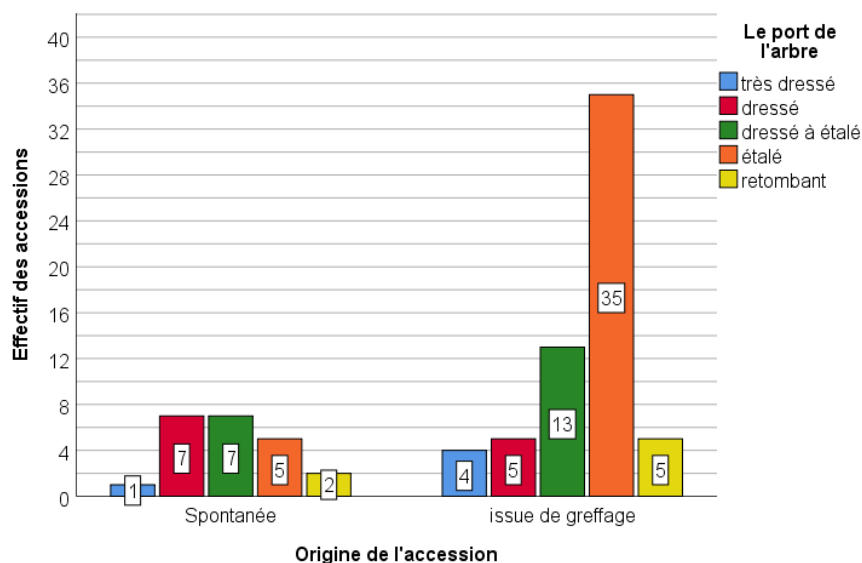
**Tableau 21 :** Analyse descriptive du caractère rendement moyen par arbre selon l'origine de l'accession

Caractère étudié	Origine de l'accession	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$ Min	$\bar{x}$ Max	Me	EI
Rendement (Kg)	Spontanée	59,07	50,79	1,25	164,00	44,25	72,50
	Issue du greffage	96,00	66,16	12,00	337,50	78,00	75,13

### 1.3.2. Analyse descriptive des caractères morphologiques qualitatifs :

#### 1.3.2.1. Le port de l'arbre :

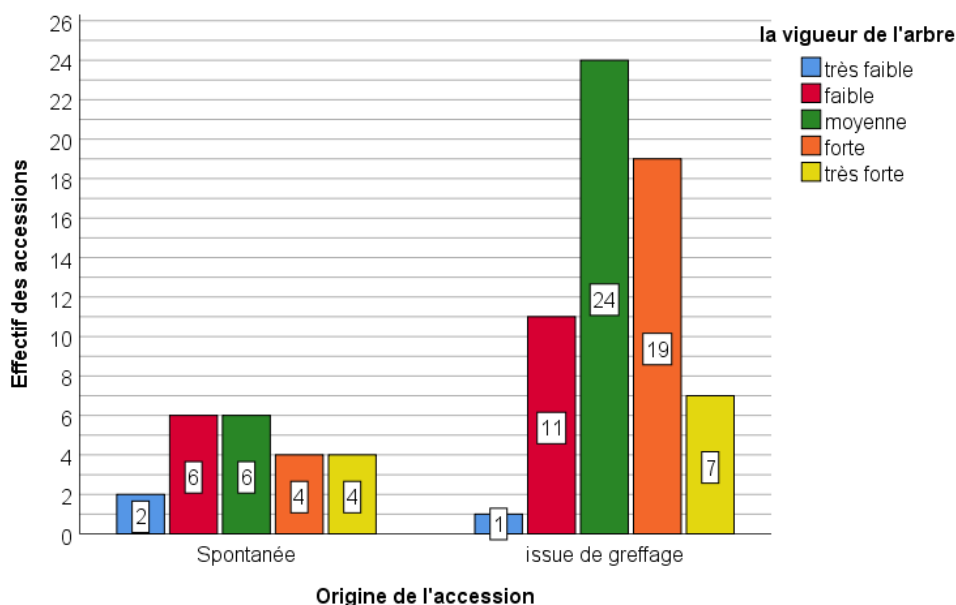
Sur l'ensemble des accessions étudiées le port d'arbre le plus répandu est le port étalé avec un taux de 47,60% (40 accessions), tandis que le port d'arbre le moins représenté est le port très dressé avec 6% (05 accessions). Chez les accessions spontanées le port dressé et le port dressé à étalée sont les plus répondeurs avec des proportions égales (31,80%) soit 7 accessions pour chaque type de port d'arbre, par contre chez les accessions issues du greffage le port d'arbre le plus représenté est le port étalé avec un taux de 56,50% (35 accessions). Les ports d'arbre les moins représentés chez les accessions spontanées et ceux issues du greffage sont le port d'arbre très dressé avec des taux de 4,50% (01 accession) et 6,50% (04 accessions) respectivement et le port d'arbre retombant avec des taux 9,10% (02 accessions) et 8,10% (05 accessions) respectivement (Figure 105, Annexe 21).



**Figure 105:** Distribution des accessions spontanées et issues du greffage selon le port de l'arbre

### 1.3.2.2. La vigueur de l'arbre :

La majeure partie des accessions ont une vigueur de moyenne à forte avec des taux de 35,75% (30 accessions) et 27,40% (23 accessions) respectivement. Tandis que 3,60% des accessions quelque soit leurs origines ont une vigueur très faible (3 accessions) (Figure 106, Annexe 22).



**Figure 106:** Distribution des accessions spontanées et issues du greffage selon la vigueur de l'arbre.

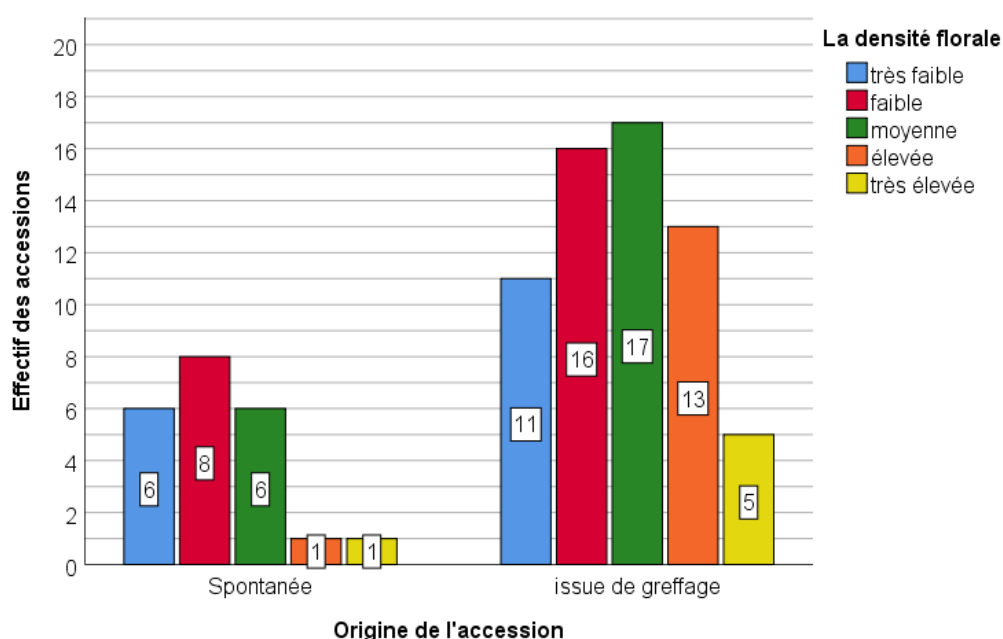
Chez les accessions spontanées une grande partie d'entre elles ont une vigueur de faible à moyenne avec 27,30% chacune soit 06 accessions par type de vigueur, par contre chez les accessions issues du greffage la vigueur de l'arbre est de moyenne à forte avec des taux de 38,70% (24 accessions) et 30,60% (19 accessions) respectivement, le plus représenté est la

vigueur de l'arbre étalé avec un taux de 56,50% (35 accessions). Les vigueurs de l'arbre les moins représentées chez les accessions spontanées et ceux issues du greffage est la vigueur très faible avec des taux de 18,2% (04 accessions) et 11,30% (07 accessions) respectivement et la vigueur de l'arbre très faible avec des taux de 9,10% (02 accessions) et 1,60% (01 accession) respectivement (Figure 106, Annexe 22).

### 1.3.2.3. La densité Florale:

La majeure partie des accessions ont une densité florale de très faible, faible à moyenne avec des taux de 20,20% (17 accessions), 28,60% (24 accessions) et 27,40% (23 accessions) respectivement. Tandis que 7,10 % (6 accessions) des accessions quelque soit leurs origines présentent une densité florale très élevée, et 16,70% (14 accessions) ont une densité florale élevée(Figure 107, Annexe 23).

Chez les accessions spontanées une grande partie d'entre elles ont une densité florale de très faible, faible à moyenne avec des taux de 27,30% (06 accessions), 36,40 (08 accessions) et 27,30% (06 accessions) respectivement, la densité florale élevée et très élevée sont présent à des pourcentages très faibles avec 4,50% chacune, soit une accession par type de densité. Par contre chez les accessions issues du greffage, les densités florales les plus dominantes sont de faible, moyenne à élevée avec des taux de 25,80% (16 accessions), 27,40% (17 accessions) et 21,00% (13 accessions) respectivement, tandis que les densités florales très faible et très élevée ne représentent que 17,70% (11 accessions) et 8,10% (05 accessions) respectivement des accessions issues du greffage (Figure 107, Annexe 23).



**Figure 107 :** Distribution des accessions spontanées et issues du greffage selon la densité florale.

## 2. Analyse descriptive multidimensionnelle pour la caractérisation des accessions étudiées

Trois méthodes multidimensionnelles ont été utilisées dans le but d'étudier les liaisons entre les variables d'une part et de déceler les ressemblances et les différences entre les différentes accessions d'abricotier étudiées.

### 2.1. Analyse en Composantes Principales (ACP) des différentes Accessions étudiées :

Selon Iezzoni et Pritts (1991), l'Analyse en Composantes Principales (ACP) est une méthode multidimensionnelle qui peut être utilisée pour identifier les caractères les plus discriminants, permettant la comparaison entre les accessions en éliminant les redondances.

#### 2.1.1. Test de corrélation entre les variables étudiées :

Avant la réalisation de l'ACP il est primordial d'effectuer un test préliminaire des corrélations entre les différentes variables quantitatives étudiées (16 caractères) qui sont mises en relations 2 à 2 pour les 84 accessions, les résultats de ces tests sont représentés dans une matrice de corrélation (Tableau 22).

Les résultats de la matrice de corrélation ont permis d'identifier cinq types de corrélations :

- Des variables très fortement corrélées (0,90 à 1), qui sont essentiellement des variables en rapport avec les poids et les différentes dimensions : poids du noyau et hauteur fruit, les différentes dimensions entre elles, date de floraison et date de débournement, toutes ces combinaisons de variables sont très hautement corrélées positivement.
- Des variables fortement corrélées (0,7 à 0,9), elle concerne surtout les combinaisons suivantes : poids du fruit et poids du noyau, poids du fruit et ratio fruit/noyau, poids noyau et largeur latérale du fruit, poids noyau et largeur ventrale du fruit, ratio fruit/noyau et les différentes dimensions du fruit, taux d'acidité et pH, date de débournement et date de maturation, ces combinaisons sont toutes corrélées positivement à l'exception du taux d'acidité du fruit et son pH qui sont corrélés négativement.
- Des variables modérément corrélées (0,4 à 0,7), elle concerne 15 combinaisons dont les plus importantes, ratio hauteur/largeur ventrale et ratio largeur latérale sur largeur ventrale, date floraison et date de maturation, période de développement du fruit et date de maturation, taux d'acidité et poids du fruit, taux d'acidité et les différentes dimensions du fruit, toutes ces combinaisons sont corrélées positivement, à l'exception du taux d'acidité du fruit et son calibre et taux d'acidité du fruit et son poids qui sont corrélés négativement.
- Des variables faiblement corrélées (0,2 à 0,4), elle concerne 27 combinaisons dont les plus importantes, pH et poids du fruit, pH et poids du noyau, le pH et le calibre du fruit, toutes ces combinaisons sont corrélées positivement.
- Des variables présentant une corrélation presque nulle ou négligeable (0 à 0,2), elle concerne 58 combinaisons dont les plus faibles valeurs sont enregistrées principalement, entre le poids du fruit et ratio largeur latérale/largeur ventrale, ratio poids fruit/noyau et taux de nouaison, taux de nouaison et ratio PF/PN ... etc.

**Tableau 22:** Matrice de Corrélation pour les 16 variables (04 phénologiques, 11 pomologiques et 01 morphologique de l'arbre) utilisées pour la caractérisation des 84 accessions d'abricotier dans les zones du Hodna et des Aurès.

		Matrice de corrélation															
Variables		PF	PN	PF/PN	HF	LLF	LVF	HF/LVF	LLF/LVF	TA	pH	TNF	DDB	DF	DMF	PDF	Rdt
Corrélation	PF	1,00	0,89	0,79	0,96	0,97	0,97	-0,02	0,00	-0,49	0,36	-0,09	0,26	0,30	0,09	-0,11	0,19
	PN	0,89	1,00	0,45	0,91	0,89	0,85	0,18	0,18	-0,38	0,32	-0,08	0,43	0,44	0,25	-0,06	0,20
	PF/PN	0,79	0,45	1,00	0,70	0,77	0,82	-0,30	-0,22	-0,48	0,32	0,01	-0,06	-0,02	-0,17	-0,17	0,14
	HF	0,96	0,91	0,70	1,00	0,96	0,93	0,21	0,14	-0,49	0,39	-0,05	0,38	0,40	0,23	-0,07	0,25
	LLF	0,97	0,89	0,77	0,96	1,00	0,98	-0,01	0,11	-0,45	0,33	-0,02	0,29	0,32	0,16	-0,08	0,20
	LVF	0,97	0,85	0,82	0,93	0,98	1,00	-0,15	-0,09	-0,47	0,33	-0,02	0,22	0,25	0,07	-0,11	0,16
	HF/LVF	-0,02	0,18	-0,30	0,21	-0,01	-0,15	1,00	0,67	-0,04	0,14	-0,08	0,49	0,43	0,50	0,15	0,24
	LLF/LVF	0,00	0,18	-0,22	0,14	0,11	-0,09	0,67	1,00	0,12	-0,03	-0,02	0,39	0,38	0,49	0,20	0,19
	TA	-0,49	-0,38	-0,48	0,49	-0,45	-0,47	-0,04	0,12	1,00	-0,88	0,05	-0,14	-0,11	0,09	0,18	0,13
	pH	0,36	0,32	0,32	0,39	0,33	0,33	0,14	-0,03	-0,88	1,00	-0,08	0,20	0,17	-0,03	-0,19	0,13
	TNF	-0,09	-0,08	0,01	0,05	-0,02	-0,02	-0,08	-0,02	0,05	-0,08	1,00	-0,21	-0,21	-0,02	0,01	0,15
	DDB	0,26	0,43	-0,06	0,38	0,29	0,22	0,49	0,39	-0,14	0,20	-0,21	1,00	0,92	0,71	-0,02	0,19
	DF	0,30	0,44	-0,02	0,40	0,32	0,25	0,43	0,38	-0,11	0,17	-0,21	0,92	1,00	0,63	-0,12	0,13
	DMF	0,09	0,25	-0,17	0,23	0,16	0,07	0,50	0,49	0,09	-0,03	-0,02	0,71	0,63	1,00	0,52	0,03
	PDF	-0,11	-0,06	-0,17	0,07	-0,08	-0,11	0,15	0,20	0,18	-0,19	0,01	-0,02	-0,12	0,52	1,00	0,33
	Rdt	0,19	0,20	0,14	0,25	0,20	0,16	0,24	0,19	-0,13	0,13	0,15	0,19	0,13	0,03	-0,33	1,00

**Légende :** Variables: **PF** : Poids du fruit; **PN** : Poids du noyau; **PF/PN** : Ratio Poids du fruit/ Poids du noyau; **HF** :Hauteurdufruit; **LLF** : Largeur Latérale du fruit; **LVF** : Largeur ventrale du fruit ; **HF/LVF**:Hauteurdufruit/Largeur ventrale du fruit; **LLF/LVF**:Largeur latérale du fruit/ largeur ventrale du fruit; **TA**:Taux d'acidité; **pH**: potentiel Hydrogène; **TNF**: Taux de nouaison des fruits; **DDB** : Date de débourrement ; **DF**: date de floraison; **DMF**: Date de maturation fruit ; **PDF**: Période de développement des fruits, **RDT**: Rendement



**Figure 108:** Tracé montrant les corrélations des 16 variables quantitatives sur le plan F1 et F2

La Figure 108 illustre une représentation graphique des variables sur le plan de corrélation qui permet de détecter rapidement les variables liées entre elles sur la base des corrélations calculées. Selon Duby et Robin (2006), pour qu'une variable soit contributive et bien représentée sur un axe donné, il faut que sa corrélation soit  $> 0.5$  (50%) et que le cosinus carré soit proche de 1.

D'une façon générale le tracé en composantes principale expliquant la variabilité des 16 variables montre qu'il y a une corrélation positive entre les six variables liées au poids et dimension du fruit, même chose est constatée pour l'axe F2 où les trois variables phénologiques (DDB, DF et DMF) et deux variables pomologiques (R LL/LV et R H/LV), concernant l'acidité et le pH sont corrélées négativement plus le pH est élevé moins le fruit est acide, on observe aussi une corrélation négative entre l'acidité du fruit et son poids et les dimensions des fruits où plus le fruit est de gros calibre moins le fruit est acide, cette corrélation est relativement moyenne.

### 2.1.2. Analyse en composante principale ACP des variables quantitatives :

L'analyse factorielle en composante principale ACP basée sur les 16 variables quantitatives (phénologiques, pomologiques et morphologiques de l'arbre), a généré cinq composantes principales indépendantes les unes des autres avec une contribution à la variabilité totale de 85,28%. Les deux premiers axes expliquent 55,87% de la variabilité (Tableau 23).

**Tableau 23:** Résultats de l'analyse de l'ACP sur les trois axes principaux

<b>Paramètres statistiques</b>	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>
<b>Valeur propre</b>	5,49	3,45	1,89
<b>% de la variance</b>	34,31	21,55	11,83
<b>% cumulé</b>	34,31	55,87	67,69

Une variable sera d'autant mieux représentée sur un axe que sa corrélation avec la composante principale correspondante est en valeur absolue proche de 1 (Duby et Robin., 2006). Le premier facteur F1 qui explique 34,31% de la variabilité, représente 6 variables pomologiques qui concerne les différentes dimensions du fruit, son poids et le poids du noyau ainsi que le ratio poids du fruit/poids du noyau, l'axe F2 qui a contribué compte à lui à l'explication de 21,55% de la variabilité il concerne cinq variables dont 02 pomologiques (ratio hauteur/ largeur ventrale ; ratio largeur latérale/ largeur ventrale) et 03 phénologiques (débourrement, floraison, maturation), le troisième facteur F3 compte à lui contribué à 11,83 % de la variabilité respectivement, elle concerne deux variables taux d'acidité et pH (Tableau 23)

### 2.1.3. Projection des accessions sur le plan (F1xF2) établi selon la méthode d'ACP

La projection des 84 accessions sur le plan factoriel des Axes F1 et F2 a montré une très grande diversité le long des deux axes, l'axe F1 qui est en relation avec le poids du fruit et du noyau ainsi que de le ratio poids du fruit/ poids noyau en plus de ces différentes dimensions, montre que l'accession El khokhi 01 Ma qui se trouve à l'extrémité droite de cette axe (F1) présente le poids, le calibre et le ratio fruit/noyau les plus grands par rapport au différentes accessions, tandis que l'accession qui présente le poids, le calibre et le ratio fruit/noyau les plus faibles est l'accession Arbi 06 Ko qui se trouve à l'extrémité gauche de cette axe (F1), ce qui veut dire que la valeur du poids du fruit, du noyau, de leurs ratios des différentes dimensions (hauteur, largeur latérale et largeur ventrale) augmentent d'une accession à une autre en allant de la gauche vers la droite de l'axe F1 (Figure 109).

On constate aussi que la majeure partie des accessions spontanées sont présentes dans la partie gauche de l'axe F1 ce qui permet de déduire que ce type d'accession est caractérisé par des petits fruits et noyaux de faible poids et de petit calibre à l'exception des accessions Arbi (01Ma, 03Bo, 07Ko) (Figure 109).

D'autre part pour la composante principale F2 qui est en relation avec les dates de débourrement, de floraison et de maturation ainsi que le ratio hauteur/largeur ventrale du fruit et largeur latérale du fruit/largeur ventrale pour les différentes accessions, montre que l'accession Bedai 06 qui se trouve à l'extrémité inférieur de cette axe (F2) présente les trois stades phénologiques (débourrement, floraison et maturation) les plus précoces ainsi que le rapport hauteur/ largeur ventrale du fruit et largeur latérale sur largeur ventral du fruit qui est le plus bas par rapport au différentes accessions étudiées (Figure 109).

Tandis que l'accession qui présente des stades phénologiques les plus tardifs et des ratios hauteur/largeur ventrale et largeur latérale/largeur ventrale du fruit les plus élevées est Rosé Bo qui se trouve à l'extrémité supérieure de la composante principale F2, ce qui démontre que plus on vas de la partie inférieure vers la partie supérieure de l'axe F2 on observe un changement dans les dates des trois stades phénologiques qui varie des accessions les plus précoces aux plus tardives, même chose est constatée pour les deux ratios hauteur/ largeur ventrale du fruit et largeur latérale/ largeur ventrale du fruit dont la valeur augmente du bas vers le haut (Figure 109).

L'ACP des différentes accessions permis de constater que la majeure partie des accessions spontanées se trouvent dans la partie gauche de la composante principale F1 ce qui veut dire qu'elles possèdent toutes des fruits et des noyaux de poids et calibres faibles à l'exception de l'accession Arbi 01 Ma et Arbi 03 Bo dont les fruits sont de calibre moyen, à l'encontre des accessions spontanées. Les accessions issues du greffage possèdent quant à elles des fruits et noyaux variant du plus petits (Bedai 06 Se, Tounsi, M'sili ... etc), moyen (Pavit 01 Kh, Pavit 02 Kh Polonais Se, Rosé Ko ... etc) à gros calibre ( El khokhi Ma, Paviot 01 Se, Pavit 02 Bo, Bufarki 01Se ... etc), une autre caractéristique qui a

été observée chez les accessions spontanées, elles sont presque toutes localisées au milieu de la composante principale F2, donc une majeure partie des accessions spontanées possèdent à la fois un ratio hauteur/largeur ventrale et largeur latérale/ largeur ventrale égale à 1 ce qui explique la dominance de la forme ronde dans les deux vues du fruit (ventrale et latérale) (Figure 109).

Chez les accessions spontanées, les date des différents stades phénologiques varient de moyennes à tardives, à l'exception de l'accessions Arbi 03 Bo qui est une accession précoce, par contre chez les accessions issues du greffage les dates des différents stades phénologiques varient de très précoces à tardives, ces les valeurs des ratios hauteur/largeur ventrale et largeur latérale/ largeur ventrale chez les accessions issues du greffages sont soit de légèrement inférieur à 1, égale à 1 jusqu'à supérieur à 1, ce qui explique la variabilité observée chez les différentes accessions issues du greffage qui ont des formes allant d'aplatie, ronde à allongée, ce qui est démontré sur le plan de l'ACP des deux composantes principales F1 et F2 (Figure 109).

La projection des 84 accessions sur le plan de l'ACP des deux composantes montre aussi que les accessions du même cultivar sont regroupées, mais dans certains cultivars certaines accessions sont isolées des autres accessions du même cultivar tel est le cas de certaines accessions des cultivars Bedai, Pavit, Paviot, Polonais, Rosé et Tounsi. Cela peut être attribuée soit à la nature des caractères quantitatifs qui sont influencés par les conditions édapho-climatiques ainsi que des conditions de culture qui varient d'une région à une autre (stade phénologique et RDT), comme elle peut être attribuée à une différence génétique qui ne peut être révélée que par une analyse moléculaire (Figure 109).

**Figure 109:** Projection des accessions sur le plan factoriel F1 et F2 (méthode ACP).

**2.1.4. Projection des accessions sur le plan (F1xF3) établi selon la méthode ACP**

La projection des 84 accessions sur le plan factoriel des composantes principale F1 et F3 a montré une très grande diversité le long des deux axes, pour l'axe F1 la relation avec les variables quantitatives a été mise en évidence sur le plan factoriel précédent (F1 et F2). Tandis que pour la composante principale F3 qui est en relation avec l'acidité du fruits et le pH, montre que l'accession Rosé 01 Se qui se trouve à l'extrémité supérieure de cette axe (F3) présente le taux d'acidité le plus faible, alors que Rosé 01 Ko possède le pH le plus élevé par rapport au différentes accessions étudiées (Figure 110).

Tandis que l'accession qui présente le taux d'acidité le plus élevé et le pH le plus faible est l'accession Arbi 04 Ko qui se trouve à l'extrémité inférieure de la composante principale F3, ce qui démontre que plus on va de la partie inférieure vers la partie supérieure de la composante F3 on observe une réduction de l'acidité et une augmentation du pH des fruits des différentes accessions. Ce même plan (F1 et F3) montre le regroupement des accessions du même cultivar dans le même groupe, mais dans certains cultivars certaines accessions présentent une distance importante avec les accessions du même cultivar, ce qui renforce l'hypothèse du non appartenance de ces accessions au même cultivar (Figure 110).

D'après le plan des composantes principales (F1 et F3) on peut déduire que la majeure partie des accessions spontanées sont localisés dans la partie inférieure de l'axe F3 ce qui nous amène à conclure que la grande partie des accessions spontanées possèdent des fruits acides à pH plus bas à l'encontre des accessions issues du greffage dont les fruits sont moyennement à légèrement acides et un pH qui varie d'une accession à une autre (Figure 110).

**Figure 110:** Projection des accessions sur le plan factoriel F1 et F3 (méthode ACP).

## 2.2. Analyse factorielle des correspondances multiples (ACM) des différentes Accessions étudiées :

Cette méthode d'analyse permet d'étudier les ressemblances et les différences qui existent entre les 84 accessions à travers leurs profils en caractères qualitatifs, on peut dire que deux accessions se ressemblent si dans l'ensemble des variables qualitatives ils ont le même profil, d'une autre manière ils ont les mêmes modalités en communs, et deux accessions sont différentes, si elles possèdent peu de modalités en communs.

### 2.2.1. Détermination des caractères discriminants :

Pour l'analyse factorielle des correspondances multiples (ACM) des 84 accessions, 13 des 21 variables qualitatives ont été sélectionnées comme les plus discriminantes, ce pourcentage est supérieur à 50% qui est largement suffisant pour une AFCM, cette analyse a permis de déceler le degré de pertinence des variables qualitatives utilisées dans la caractérisation des différentes accessions étudiées, où certaines variables se sont montrées plus discriminantes que d'autres.

Cette analyse a permis de générer trois facteurs principales dont la valeur propre est supérieure à 1 et qui ont contribué à l'explication de 80,46% de la variabilité (Tableau 27), Le facteur F1 explique 29,19% de la variabilité qui est représentée principalement par les caractères qualitatifs suivants (forme de l'apex du fruit, forme en vue ventrale du fruit, amertume de l'amande, densité florale). La dimension F2 explique 28,81% de la variabilité et qui est constituée par les caractères suivants: couleur de fond de la peau, fermeté du fruit, couleur de la chair, forme en vue latérale du noyau. La dimension F3 explique 22,46% de la variabilité est représentée par deux caractères l'auto (in)-compatibilité et la vigueur de l'arbre (Tableau 24).

**Tableau 24:** Paramètres statistiques de chaque facteur principal généré par l'ACM.

Paramètre statistique	F1	F2	F3
Valeur propre	3,80	3,75	2,92
% de la variance	29,19	28,81	22,46
% cumulé	29,19	58,00	80,46

Le Tableau 25 présente les mesures de discrimination des 13 variables qualitatives dont les variables les plus discriminantes sont : couleur de fond de la peau du fruit, fermeté, couleur de la chair, vigueur de l'arbre, forme en vue latérale du noyau, auto (in))compatibilité, forme en vue ventrale du fruit, forme de l'apex, forme en vue ventrale du fruit, et à un degré moindre la

densité florale, l'amertume de l'amande, port de l'arbre, tandis que les variables les moins discriminantes sont surtout : suture du fruit, profondeur de la dépression pédonculaire, surface de peau, symétrie en vue ventrale du fruit, texture de la chair, présence ou non du mucron, la brillance de la peau et la pilosité (Tableau 25, Annexe 24), ce dernier caractère est le moins discriminant car toutes les accessions étudiées présentent le caractère de pilosité sur la peau donc pas de variabilité pour ce caractère.

**Tableau 25:** Corrélation des variables qualitatives avec les principaux axes générés par l'ACM.

Variable qualitative	Facteur principal		
	F1	F2	F3
Couleur de fond de la peau	0,696	0,824	0,339
Fermeté du fruit	0,068	0,761	0,464
Couleur de la Chair	0,460	0,648	0,060
Vigueur de l'arbre	0,139	0,336	0,640
Forme en vue latérale du noyau	0,338	0,572	0,279
Forme de l'apex du fruit	0,515	0,055	0,255
Forme en vue ventrale du fruit	0,515	0,090	0,139
Auto (in) compatibilité	0,069	0,081	0,527
La densité florale	0,435	0,032	0,064
Amertume de l'Amande	0,403	0,213	0,049
Forme en vue latérale du fruit	0,217	0,356	0,079
Le port de l'arbre	0,191	0,310	0,206
Présence du mucron du fruit	0,148	0,065	0,018

### 2.2.2. Projection des accessions sur le plan (F1xF2) établi selon la méthode ACM :

Un plan factoriel a été établi selon les facteurs principaux F1 et F2 est illustré dans la figure, qui montre que les 84 accessions étudiées manifestent une large diversité sur le plan phénotypique (caractères qualitatifs), d'autre part on remarque que les différentes accessions du même cultivar sont plus proches les unes des autres par rapport au plan établi selon la méthode ACP, mais dans certains cas, certaines accessions sont très éloignées les unes des autres pour le même cultivar (ex : Arbi, Bedai, Pavit, Paviot et Polonais) ce qui nous amène à conclure qu'il s'agit d'un autre cultivar (Figure 111).

Le cultivar qui a montré plus de diversité ou répartition est le cultivar Arbi où on observe une grande diversité entre les différentes accessions cela est due surtout à l'origine de ces accessions qui sont issues du semis ou chaque arbre issue de semis est génétiquement différent du parent dont elle est

issue et des accessions dont la semence est issues du même parent, pour les accessions du cultivar Bedai elles sont réparties suivant-trois groupes, le premier groupe comporte les accessions Bedai 03 Se et Bedai 04 Se qui sont les plus proches de ces trois groupes, le deuxième groupe renferme 3 accessions Bedai 01 Se, Bedai 02 Se et Bedai 05Se, où Bedai 02Se est la plus proche de Bedai 05Se qu'au Bedai 01Se, le troisième groupe renferme deux accessions Bedai 06 et Bedai 07 qui sont proches des accessions du cultivars Tounsi qu'aux autres accessions Bedai (Figure 111).

Le cultivar Pavit a présenté une grande diversité entre les 13 accessions qui le compose, où les accessions qui se sont montrées plus proches l'une de l'autre sont Pavit 01Ma et Pavit 04Kh. Le cultivar Paviot comporte trois groupes, le premier groupe renferme deux accessions Paviot 01Ra et Paviot 02Ra qui sont très éloignées du deuxième groupe qui comporte quant à lui Paviot 01Se, Paviot 02Se et Paviot Ko, le troisième groupe renferme une seule accession Paviot 03Se. Pour le cultivar El khokhi les deux accessions Elkhokhi Bo et El khokhi Ma sont très proches l'une de l'autre et sont très proches de l'accession Paviot 01Se (Figure 111).

Même chose est constatée pour le cultivar Polonais qui a montré une grande variabilité entre les 6 accessions qui le compose à l'exception des accessions Polonais 01Kh et Polonais 02kh qui se sont montrées semblables pour toutes les modalités étudiées des treize variables, l'accession la plus proche à ces deux accessions est Polonais 01Bo, tandis que l'accession la plus éloignée de l'ensemble des accessions du cultivar Polonais est Polonais 01Ma, pour le cultivar Boulila ses deux accessions Boulila Ra et Boulila Ko se sont montrées moyennement éloignées l'une de l'autre, elles diffèrent par quelques modalités et se ressemblent dans d'autres où Boulila Ra s'est avérée plus proche de Bedai 01Se et Pavit 01Bo, tandis que Boulila Ko est plus proche de Pavit 02 Ra(Figure 111).

Concernant les cultivars Bulida, ses deux accessions Bulida 01Bo et Bulida 01Kh sont relativement proches l'une de l'autre, pour le cultivar Rosé les six accessions sont regroupées dans le même groupe où l'accession Rosé 01Ko s'est avérée identique à l'accession Rosé 01Se qui ont présenté des similitudes pour toutes les modalités des treize variables, l'accession la plus proche de ces deux accessions est Rosé 02Se, tandis que Rosé 01 Bo et Rosé 01Ra sont les plus éloignées. Concernant les accessions du cultivar Louzi rouge, elles sont toutes-regroupées dans le même groupe qui se trouve isolées par rapport aux autres cultivars, à l'exception des accessions du cultivar Polonais et Louzi skikdi qui sont les plus proches du cultivar Louzi rouge, même chose est constatée pour les accessions des cultivars Tounsi qui sont regroupées dans le même groupe (Figure 111).

Pour le reste des cultivars (Bensarmok Bo, Boufarik Se, El hamraia Ma, Louziblanc Bo, Louziskikdi, M'slili Ko, Musca et Skikdi) qui ne sont représentées que par une seule accession, se sont tous montrés différents les uns des autres avec quelques similitudes pour certains cultivars tel est le cas du cultivar Louziblanc qui s'est avérée très proche du cultivar Rosé ;le cultivar Boufarik aux cultivars El khokhi et Paviot (Figure 111).

**Figure 111:** Projection des accessions sur le plan (F1xF2) établit selon la méthode ACM.

### **2.3. Résultat de la classification hiérarchique ascendante des accessions d'abricotier étudiées :**

Les résultats de la classification ascendante hiérarchique selon la méthode de Ward des données phénotypiques mesurés sur la base de la distance euclidienne, a permis-d'une part la construction de deux dendrogrammes qui ont-en évidence les liens hiérarchiques entre les 84 accessions et entre les différents groupes d'accessions, et la détection-du nombre de classes naturelles existantes au sein de la population d'abricotier présentent dans la zone du Hodna et des Aurès et cela selon les profils quantitatifs et qualitatifs des différentes accessions, les résultats de la classification sont illustrées dans deux dendrogrammes (Figure 112, Figure 113).

Le découpage de l'arbre de chaque dendrogramme (Figure 112, Figure 113) s'est effectué-à une certaine hauteur de façon à avoir le maximum de différences entre les différentes classes et le maximum d'homogénéité entre les différentes accessions à l'intérieur de chaque classe, où on aura tendance à couper l'arbre là où les branches sont assez longues et cela à travers la mesure de la distance euclidienne entre accessions et groupes d'accessions (Annexe 25, Annexe 26). La CAH permis à l'encontre de l'ACP et l'AFCM de ressortir le nombre de classes composant notre population d'abricotier étudiée.

#### **2.3.1. Analyse du dendrogramme des accessions étudiées établi sur le profil des caractères quantitatifs :**

Le premier dendrogramme de la CAH (Figure 112) liée aux variables quantitatives des 84 accessions a été obtenue par les données des trois composantes principales de l'ACP (F1, F2 et F3) ayant expliqué à eux seules 67,69% de la variabilité, toute en éliminant l'effet des variables stades phénologiques (débourrement, floraison et maturation) qui sont les plus influencées par les différents conditions de l'environnement (altitude, latitude, Température, condition de culture, irrigation, précipitations ... etc). Les résultats ont permis de classer les accessions en quatre clusters (Figure 112).

**Classe 1 :** Cette classe est formée par deux sous-groupes, le premier sous-groupe comporte 17 accessions appartenant à huit cultivars, la plus grande partie de ces accessions appartiennent au cultivar Pavit avec six accessions (01Bo, 02Kh, 03Bo, 07Kh, 09Kh et 01Kh), suivi par les cultivars Arbi (02Ra, 03Ko, 03Bo) et Bedai (02Se, 03SE, 04Se) avec trois accessions chacun et une seule accession pour chacun des cultivars Boulila, Bulida, Paviot, Rosé et Tounsi (01Ko, 01Kh, 03Se, 02Ko, 01Ma respectivement). Le deuxième sous-groupe regroupe 12 accessions dont une grande partie appartiennent au cultivar Polonais avec cinq accessions (01Bo, 03Kh, 02Kh, 01Se et 01Ma), suivi du cultivar Arbi avec 02 accessions (07Ko et

01Ma) et une seule accession appartenant à chacun des cultivars Bensarmok, Boulila, Louzi rouge, Paviot et Pavit (01Bo, 01Ra, 01Kh, 02Ra et 03Kh respectivement).

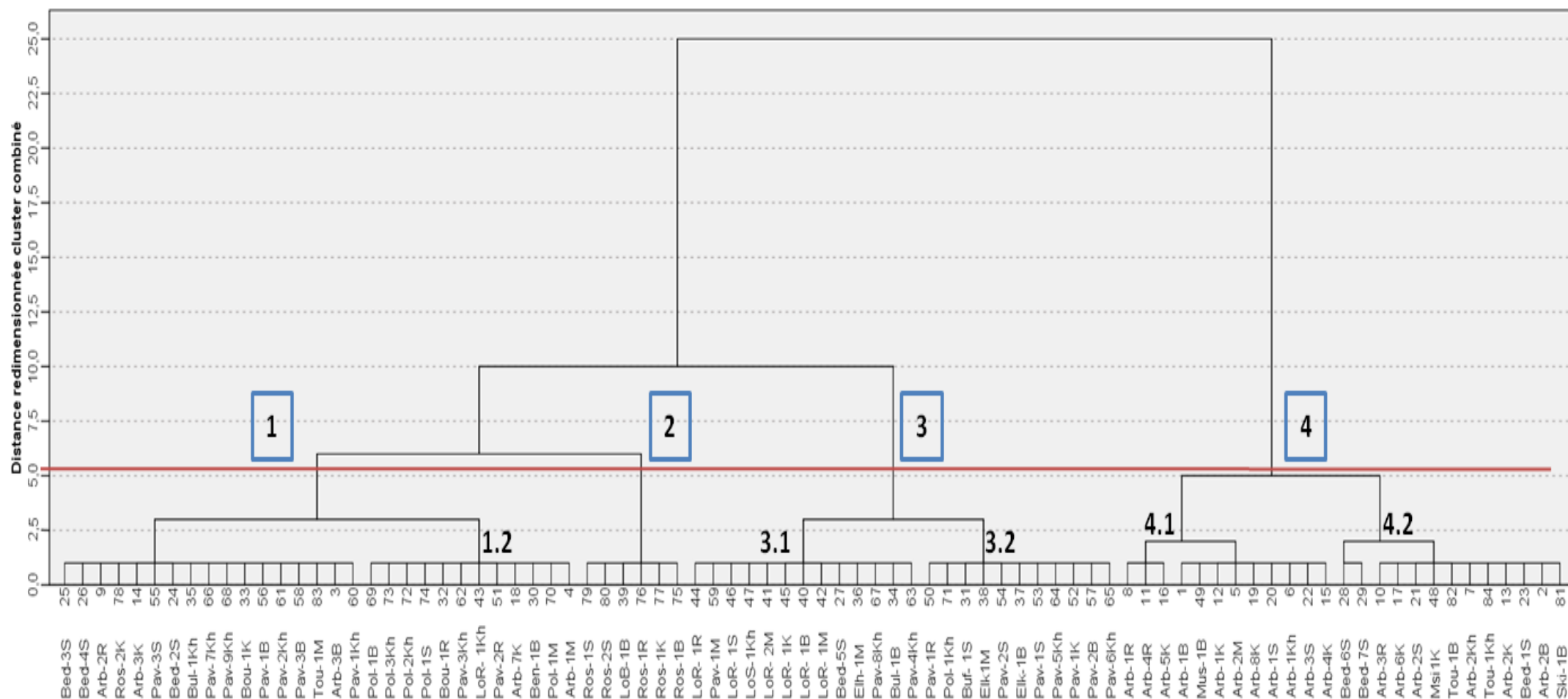
**Classe 2 :** Elle comporte le nombre d'accession le plus faible avec six accessions qui appartiennent majoritairement au cultivar Rosé avec cinq accessions (01Se, 02Se, 01Ra, 01Ko, 01Bo) et une seule accession pour le cultivar Louzi blanc (01Bo), cette classe est la plus proche du deuxième sous-groupe de la classe 1, où elle partage avec elle un poids de fruit et noyau moyen et un ratio des dimensions (hauteur/largeur ventrale, largeur latérale/largeur ventrale) le plus élevé. Cette classe est caractérisée par un taux d'acidité le plus faible et un pH le plus élevé par rapport aux autres classes.

**Classe 3 :** Constituée de deux sous-groupes, le premier comporte 13 accessions composé en grande partie d'accessions du cultivar Louzi rouge avec six accessions (01Ra, 01Se, 02Ma, 01Ko, 01Bo, 01Ma), suivi par le cultivar Pavit avec trois accessions (02Ma, 04Kh, 08Kh), tandis que les cultivars : Bedai, Bulida, El hamraia et Louziskikdi sont représentés par une seule accession chacun (05Se, 01Bo, 01Ma, 01Kh respectivement). Le deuxième sous-groupe compte à lui regroupe 11 accessions dont une grande partie appartiennent aux cultivars Paviot et Pavit avec quatre et trois accessions respectivement (01Ra, 01Se, 02Se et 01Ko ; 02Bo, 05Kh et 06Kh respectivement), suivi du cultivar El khokhi avec deux accessions (01Bo, 01Ma), tandis que les cultivars, Boufarik et Polonais sont représentés par une seule accession chacun (01 Se et 01 Kh respectivement), cette classe est caractérisée par un poids du fruit, du noyau et ratio poids fruit/poids noyau très élevé (cultivars Elkhokhi, Paviot, Louzi rouge et Louziskikdi), même chose est constatée pour les différentes dimensions du fruit (hauteur, largeur ventrale et largeur latérale) qui sont les plus élevées par rapport aux accessions d'autres classes.

**Classe 4 :** La majorité des accessions présentes dans cette classe sont des accessions spontanées, elle se divise en de deux sous-groupes, le premier sous-groupe comporte 12 accessions dont 11 appartenant aux cultivars Arbi (01Ra, 04Ra, 05Ko, 01Bo, 01Ko, 02Ma, 08Ko, 01Se, 01Kh, 03Se, 04Ko), et une seule accession issue du greffage appartenant au cultivar Musca (01Bo). Le deuxième sous-groupe compte à lui regroupe 13 accessions dont six accessions spontanées appartenant au cultivar Arbi (03Ra, 06Ko, 02Se, 02Kh, 02Ko et 02Bo), le reste des accessions sont issues du greffage et appartiennent aux cultivars Bedai (01Se, 06Se et 07Se), Tounsi (01Bo et 01Kh), M'sili (01Ko) et Skikdi (01Bo).

D'une manière générale on constate d'après les résultats illustrés dans le dendrogramme des distances euclidiennes (Figure 112) et les résultats du tableau de distance de Ward (Annexe 25) lié au profil des variables quantitatives pour les 84 accessions, que la distance la plus faible est enregistrée entre l'accession Bedai 03S et Bedai 04Se du cultivar Bedai de la classe 1 avec un coefficient égale à 0,069, tandis que la plus grande distance euclidienne est enregistrée entre les accessions Arbi 01Bo de classe 4 et Arbi 03Bo de la classe 1, appartenant toutes les deux au même cultivar Arbi avec un coefficient égale à 830, on constate aussi que les différentes mesures des distances euclidiennes entre les différentes accessions du même cultivar est aussi différente du zéro, ce qui nous amène à déduire qu'il existe une certaine dissimilarité qui est plus ou moins importante entre ces accessions pour les différentes variables quantitatives utilisées pour la construction de notre arbre.

En constate aussi que les deux classes les plus proches sont la classe 1 et la classe 2 qui sont toutes les deux également proches de la classe 3, tandis que la classe 4 est celle qui présente la plus grande distance euclidienne par rapport au trois classes précédentes, vue la très grande dissimilarité qui existe entre la classe 4 et les autres classes du point de vue poids du fruit, poids du noyau et les dimensions du fruit (hauteur, largeur ventrale, largeur latérale du fruit) et ratio poids du fruit/poids du noyau, qui sont très faibles en comparaison des autres classes, ainsi que le ratio des dimensions (hauteur/largeur ventrale, largeur latérale/largeur ventrale) qui est proche de 1 pour la plupart des accessions de la classe 4, une autre caractéristique de cette classe dont la majeure partie des accessions sont spontanées et qu'elle présente un taux d'acidité élevé et un pH faible surtout pour les accessions du premier sous-groupe à l'exception de quelques accessions issues du greffage appartenant au deuxième sous-groupe dont l'acidité est légèrement élevée.



**Figure 112:** Dendrogramme du regroupement des quatre-vingt-quatre accessions (huit cultivars) basé sur les deux premiers axes factoriels de l'ACP (variables quantitatives sans effets variables stades phénologiques).

### 2.3.2. Analyse du dendrogramme des accessions étudiées établi sur le profil des caractères qualitatifs :

Le deuxième dendrogramme de la CAH (Figure 113) liée aux variables qualitatives des 84 accessions a été obtenu à partir des données des trois composantes principales de l'ACM (F1, F2 et F3) ayant expliqués à eux seules 80,46% de la variabilité, tout en éliminant l'effet des variables qualitatives de la vigueur de l'arbre et la densité florale qui sont très influencées par l'environnement. Les résultats ont permis de classer les accessions en cinq classes (Figure 113)

**Classe 1 :** Cette classe est formée par deux sous-groupes. Le premier sous-groupe comporte 16 accessions appartenant à huit cultivars, une grande partie de ces accessions appartiennent au cultivar Rosé avec six accessions (01Bo, 01Ra, 01 Ko, 02Ko, 01Se et 02Se), suivi par les cultivars Tounsi (01BO, 01Ma, 01Kh) avec trois accessions et deux accessions pour le cultivar Arbi (05Ko et 02 Kh), et une seule accession pour chacun des cultivars Bedai, M'sili, Pavit et Skikdi (07Se, 01KO, 07Kh, 01Bo respectivement). Le deuxième sous-groupe regroupe compte à lui six accessions dont trois accessions appartiennent au cultivar Pavit (05Kh, 08Kh, 09Kh) et les trois autres appartiennent au cultivars Arbi (01Ra), Bedai (06Se) et Musca (01Bo), la principale caractéristique que partage les accessions de cette classe est la couleur jaune de la chair du fruit et la forme elliptique de la vue ventrale du noyau qui possèdent des amandes à amertume nulle à faible pour la plupart, tandis que la principale forme en vue latérale constatée dans cette classe est la forme ronde, la forme ventrale est plus ovale que ronde, la couleur de la peau est plus jaune, à l'exception de 5 accessions Rosé dont la couleur de la peau est jaune lavé de rouge, la forme de l'apex du fruit est généralement tronqué. Toutes les accessions de cette classe sont auto compatible à l'exception de trois accessions, plus de 50% des accessions de cette classe ne possèdent pas de mucron.

**Classe 2 :** Composée de deux sous-groupes, dont le premier est constitué exclusivement d'accessions spontanées appartenant au cultivar Arbi (03Bo, 06Ko, 01Ko), le deuxième sous-groupe comporte 10 accessions appartenant à quatre cultivars, le cultivar Paviot comporte le plus grand nombre d'accessions avec quatre accessions (01Se, 02Se, 03Se et 01Ko), suivi du cultivar Arbi (03Ko, 02Se et 04Ra) et le cultivar El khokhi (01Bo et 01Ma) et une seule accession pour le cultivar Boufarik (01Se). La majeure partie des accessions de la classe 2 sont caractérisées par des fruits à fermeté très molle à molle dont la forme ventrale est ovale, pour la forme en vue latérale des fruits presque la totalité des accessions sont rondes, la couleur de la peau et de la chair sont orange claire, à l'exception de 5 accessions du cultivar El khokhi et

Paviot dont la couleur de la peau est jaune lavée de rouge dans le cas de fort ensoleillement, la forme en vue latérale du noyau est plus ovale qu'oblongue et elliptique, avec une amande d'amertume de moyenne à forte, la forme de l'apex du fruit est généralement ronde avec quelques accessions de forme tronquée. Toutes les accessions de cette classe sont auto incompatibles, 75% des accessions ne possèdent pas de mucron.

**Classe 3:** Constituée de deux sous-groupes, le premier sous-groupe qui comporte six accessions est majoritairement composé d'accessions du cultivar Polonais avec cinq accessions (01Bo, 01Kh, 02Kh, 03Kh, 01Se), suivis par le cultivar Pavit avec une seule accession (03Kh). Le deuxième sous-groupe regroupe compte à lui six accessions exclusivement spontanées appartenant au cultivar Arbi (04Ko, 08Ko, 01Se, 01Bo, 03Se, 01Kh), les principales caractéristiques des accessions de cette classe est la couleur de la chair du fruit qui est plus orange qu'orange claire, la forme en vue ventrale des fruits est ovale et pour quelques accessions elliptique et oblongue, la forme en vue latérale des fruits est ronde pour la plupart et oblongue pour deux accessions, la couleur de la peau est orange à orange lavée de rouge, la forme en vue latérale du noyau est ovale pour la plus part à elliptique pour certaines accessions, avec une amande d'amertume moyenne à forte, la forme de l'apex du fruit est généralement tronquée. Plus de 91% des accessions de cette classe sont auto-compatibles en plus de cette caractéristique tous les accessions possèdent un mucron.

**Classe 4:** Cette classe comporte le nombre d'accessions le plus faible avec neuf accessions dont deux accessions appartenant au premier sous-groupe avec deux cultivars Arbi (07Ko) et Louziskikdi (01Kh) une accession chacune. Le deuxième sous-groupe comporte compte à lui sept accessions exclusivement issues du greffage appartenant au cultivar Louzi rouge (01Bo, 01Ma, 02Ma, 01Kh, 01Ra, 01Ko et 01Se). la majeure partie des accessions de cette classe présentent les caractéristiques suivantes : elles possèdent des fruits fermes, des fruits de forme en vue ventrale ovale, et de forme en vue latérale oblique rhombique, la couleur de la peau est orange lavée de rouge et celle de la chair est orange, la forme en vue latérale du noyau est ovale pour toutes les accessions, avec une amande d'amertume nulle, la forme de l'apex du fruit est généralement ronde, toutes les accessions de cette classe sont auto-compatibles avec l'absence du mucron.

**Classe 5:** Cette classe comporte le plus grand nombre d'accessions, elle se subdivise en deux sous-groupes, le premier sous-groupe est constitué exclusivement d'accessions issues du greffage avec 16 accessions dont le plus grand nombre appartiennent au cultivar Pavit avec 8

accessions (02Bo, 03Bo, 04Kh, 01Kh, 02Kh, 01Bo, 01Ma et 06 Kh), suivi des cultivars Bedai, Boulila et Paviot avec deux accessions chacun (03Se, 04Se; 01Ra, 01Ko; 01Ra et 02Ra respectivement), les cultivars El hamraia et Polonais, ne sont représentés que par une seule accession (01Ma et 01Ma respectivement). La principale caractéristique de cette classe est l'absence du mucron chez les vingt-sept accessions, la forme de l'apex la plus fréquente est la forme échancrée, l'amertume de l'amande est moyenne pour la majorité des accessions de cette classe et forte pour quelques accessions, la couleur de la peau est de la chaire est en majorité orange claire, le reste des caractéristiques sont variables d'un groupe d'accessions à un autre : la forme des fruits en vue ventrale est oblongue et ronde, et de forme en vue latérale oblique rhombique, ronde à aplatie, la forme en vue latérale du noyau est entre ovale à ronde, et elliptique pour quelques accessions, l'amertume de l'amande est moyenne pour la majorité des accessions et forte pour quelques accessions, tandis que la forme de l'apex du fruit est généralement échancrée, plus de 67% des accessions de cette classe sont auto-compatibles.

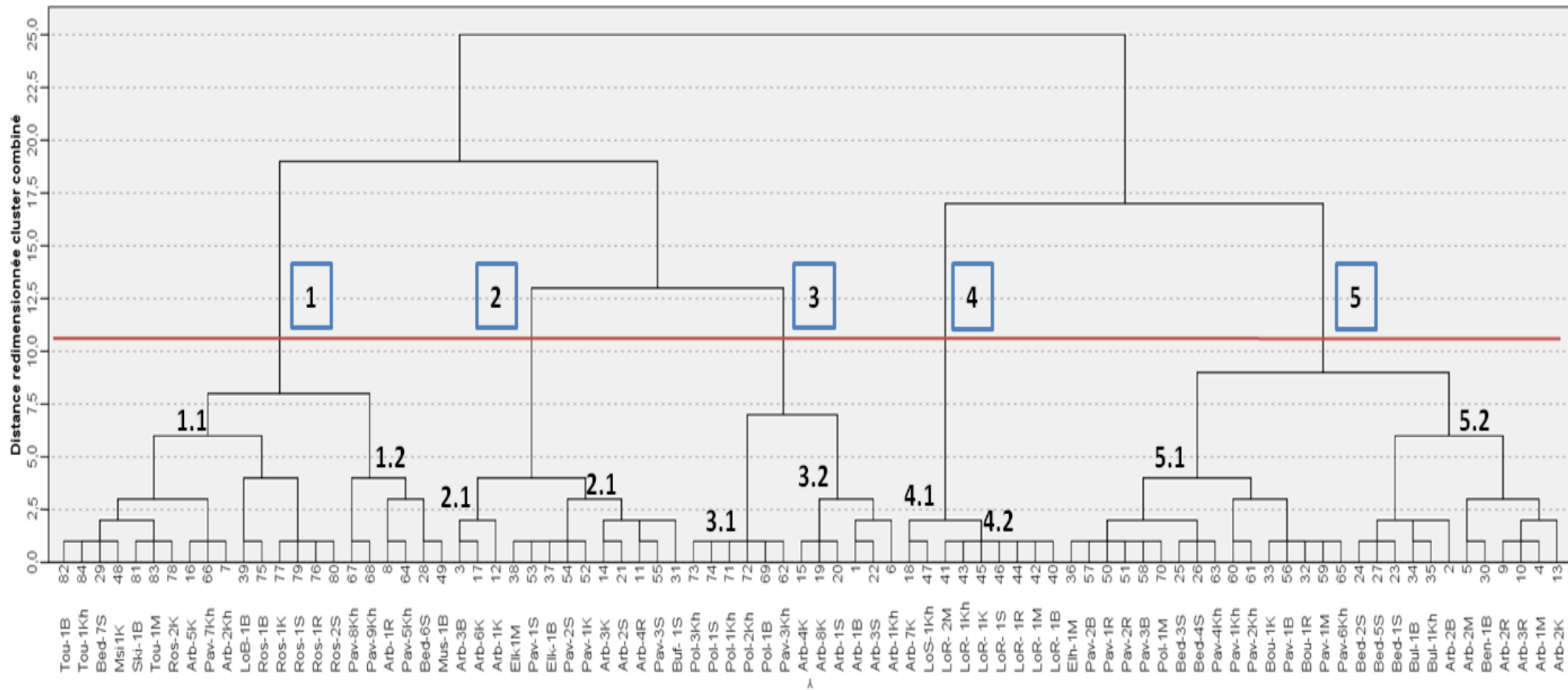
En comparant les résultats du premier dendrogramme construit en utilisant le profil des différentes accessions selon leurs caractères quantitatives et ceux du deuxième dendrogramme qui est construit à partir de l'étude de similarité entre les différents profils des différentes accessions selon leurs caractères qualitatifs, on constate que le deuxième dendrogramme a généré plus de classes avec 5 différentes classes, donc plus de variabilité au sein des différentes accessions et a permis aussi de regrouper le maximum d'accessions appartenant au même cultivar dans la même classe (Figure 113).

Les résultats du deuxième tableau de distance de Ward (Annexe 26) lié au profil des variables qualitatives pour les 84 accessions d'abricotier, on constate que la distance la plus faible est enregistrée entre plusieurs accessions où la distance euclidienne a une valeur nulle et cela entre les accessions suivantes : Tounsi 01 Bo et Tounsi 01Kh; Rosé 01 Ko et Rosé 01Se pour la classe 1; Polonais 01 Kh et Polonais 02Kh pour la classe 3; Paviot 01Ra et Paviot 02Ra pour la classe 5 ; El khokhi 01Ma El khokhi 02Ma et Paviot 01Se pour la classe 2 ; Louzi rouge 01Ko, Louzi rouge 01Ra, Louzi rouge 01Ma, Louzi rouge 01Bo et Louzi rouge 01SE pour la classe 4; Louzi rouge 01Kh et Louzi rouge 02Ma; Bedai 03 et Bedai 04 pour la classe 5, ce qui nous conduit à conclure que ces accessions présentent 100% de similarité entre elles.

Tandis que les différentes mesures des distances euclidiennes entre le reste des accessions du même cultivar ou d'autres cultivars sont différentes de zéro, ce qui nous amène

à déduire qu'il existe une certaine dissimilarité plus ou moins importante entre ces accessions pour les différentes variables qualitatives utilisées dans la construction de notre arbre, où la plus faible distance est de 0,299 entre l'accession Polonais 02Kh et Polonais 03kh dans la classe 3, tandis que la plus grande distance euclidienne est constatée entre l'accession Arbi 01Bo de la classe 3 et Arbi 02Bo de la classe 5 avec une distance euclidienne de 913,00.

Il est intéressant de constater que les deux classes les plus proches sont la classe 2 et la classe 3 qui sont toutes les deux aussi proches de la classe 1, tandis que les classes 4 et 5 sont celles qui présentent la plus grande distance euclidienne par rapport aux trois classes précédentes, vu la très grande dissimilarité qui existe entre la classe 4 et 5 et le reste des classes (1,2,3), surtout du point de vue absence du mucron pour la majorité des accessions de la classe 4 et 5 et la forme en vue latérale des fruits qui est majoritairement oblique rhombique.



**Figure 113:** Dendrogramme du regroupement des quatre-vingt-quatre accessions basé sur les trois axes factoriels de l'ACM (variables qualitatives)

# **Chapitre II : Caractérisation moléculaire des accessions d'abricotier étudiées**

---

## Chapitre II : Caractérisation moléculaire des accessions d'abricotier étudiées

### 1. Polymorphisme des microsatellites :

Les dix amorces SSR utilisées dans notre étude ont générées des fragments d'amplification polymorphes et reproductibles sur l'ensemble des cultivars étudiés, permettant ainsi de différencier entre eux. En effet, ces SSR ont amplifiés une à quatre bandes par génotype, suggérant l'amplification d'un seul locus, pour ces marqueurs utilisés les cultivars étudiés sont considérés comme homozygotes ou hétérozygotes quand un ou deux fragments sont présents respectivement (Callen *et al.*, 1993).

La diversité génétique a été étudiée pour dix marqueurs SSRs. Le nombre moyen d'allèles par locus est de 7 allèles, allant de cinq pour UDAp-463, à dix pour UDAp-456, un total de soixante dix allèles a été révélé (Tableau 26).

La taille des allèles s'étale de 43 pb pour UDAp-414, à 290 pb pour le locus PGS 1.21. Les fréquences alléliques varient de 0,009 pour l'allèle 114 pb et 189 pb aux locus UDAp-440 et UDAp-471 respectivement, à 0,52 pour l'allèle 179 pb au locus UDAp-460.

Parmi les soixante dix allèles produits par les dix marqueurs SSR, deux étaient des allèles privés. Le locus UDAp-440 a amplifié un allèle privé de 114 pb, sur l'accession Rosé B, le deuxième allèle privé de 189 pb est amplifié par le locus UDAp-471 dans l'accession Arbi 01 SE (Tableau 26).

L'hétérozygotie moyenne attendue ( $H_e$ ) est très élevée avec une moyenne de 0,77, la valeur maximale est enregistrée pour le marqueur UDAp-456 avec 0,85, tandis que la valeur minimale est de 0,67 enregistrée par le marqueur UDAp-460. Ces valeurs enregistrées pour les dix marqueurs SSR ont montré que la population étudiée présente une diversité allélique très importante pour l'ensemble des accessions (Tableau 26).

Les valeurs de l'hétérozygotie observée ( $H_o$ ) est sont plus faible que les valeurs attendues ( $H_e$ ) pour tous les locus, elles varient de 0,12 pour le locus UDAp-407 à 0,71 pour le locus UDAp-414, avec une valeur moyenne de 0,43. Un déficit d'hétérozygotie a été observé pour l'ensemble des locus où toutes les valeurs prises par l'indice de fixation ( $F_{is}$ ) sont supérieur à 0, la valeur minimale est constatée dans le locus UDAp-414 avec 0,05, tandis que la valeur maximale est de 0,86 enregistrée par le locus UDAp-407 avec une moyenne de  $F_{is}$  égale à 0,45, ces valeurs montrent que le germoplasme étudié présente un déficit d'hétérozygotie ce qui veut dire que la majorité des génotype existants dans notre population sont homozygotes (Tableau 26).

Les marqueurs avec un PD supérieur a 0,5 ont un pouvoir de détermination important utile dans la détection de polymorphisme (DeWoody *et al.*, 1995). Dans notre étude le

pouvoir de discrimination (PD) est très élevé pour tous les locus avec une moyenne de 0,83 ce qui démontre l'efficacité de tout les locus choisies, où PGS1.21 avec une valeur de PD de 0,98, est le locus le plus polymorphe suivi de UDAp-407 et UDAp-741 avec un PD de 0,94 et 0,91 respectivement, tandis que UDAp440, avec une valeur de PD de 0,78, représente le locus le moins polymorphe parmi les dix locus utilisés (Tableau 26). Les résultats obtenus sont nettement supérieurs à ceux qui ont été rapportés par Batnini et al. (2016) avec PGS1.21 comme le marqueur le plus polymorphe avec une valeur de PD de 0,83 et UDAp-449 comme l'amorce la moins polymorphe.

**Tableau 26:** Les paramètres de la diversité moléculaire des 10 marqueurs microsatellites utilisées dans l'analyse de la diversité génétique chez les 84 accessions d'abricotier.

Marqueur	N	NG	NA	CA	FAM	He	Ho	PD	NAHD	Fis
<b>PGS1.21</b>	84	19	9	187-290	0,28	0,84	0,55	0,98	29	0,34
<b>UDAp-404</b>	84	10	6	139-192	0,47	0,69	0,26	0,80	17	0,63
<b>UDAp-407</b>	84	10	6	135-203	0,26	0,80	0,12	0,94	18	0,86
<b>UDAp-414</b>	84	14	6	43-64	0,36	0,75	0,71	0,87	24	0,05
<b>UDAp-439</b>	84	14	6	95-128	0,40	0,76	0,40	0,80	21	0,48
<b>UDAp-440</b>	84	11	7	114-161	0,41	0,75	0,33	0,78	21	0,56
<b>UDAp-456</b>	84	19	10	136-219	0,24	0,85	0,60	0,88	30	0,29
<b>UDAp-460</b>	84	12	7	147-230	0,52	0,67	0,34	0,82	19	0,48
<b>UDAp-463</b>	84	9	5	101-220	0,38	0,72	0,58	0,85	24	0,20
<b>UDAp-471</b>	84	16	8	123-189	0,28	0,82	0,36	0,91	25	0,56
<b>Moyenne</b>		13	7	54-239	0,36	0,77	0,43	0,86	22	0,45

**N** : nombre d'échantillons, **NG**: nombre de génotypes, **NA** : nombre d'allèles, **CA**: classe d'allèle, **MAF**: fréquence de l'allèle majeur, **He**: hétérozygotie attendue, **Ho**: hétérozygotie observé, **PD**: pouvoir de discrimination, **NAHD**: nombre d'accessions homonyme distingués **Fis**: indice de fixation.

## 2. Hétérozygotie génétique :

L'hétérozygotie génétique des 84 accessions d'abricotier est très diversifiée, où la valeur d'hétérozygotie la plus basse est prise par l'accession Pavit 02Bo avec Ho égale à 0 suivi des accessions Arbi 01Ma et M'sili Ko avec Ho de l'ordre de 0,10, tandis les accessions des cultivars Louzi rouge (Bo, Ra et KH) et Polonais Se ont présenté l'hétérozygotie la plus élevée avec Ho de 0,78. En comparons l'hétérozygotie entre les accessions spontanées et ceux issues du greffage on constate une hétérozygotie légèrement élevée chez les accessions

spontanées avec une moyenne de 0,47 contre 0,43 pour les accessions issues du greffage, cette légère différence peut être attribuée à l'origine des accessions spontanées qui sont issues du semis où ce mode favorise la combinaison des différents allèles induisant ainsi à l'apparition de nouveaux génotypes hétérozygotes (Tableau 27).

**Tableau 27:** Hétérozygotie observée (Ho) pour les différents génotypes d'abricotier analysés.

Accessions sponatnées					
Accession	Ho	Accession	Ho	Accession	Ho
Arbi 01KH	0,57	Arbi 03RA	0,33	Arbi 06KO	0,40
Arbi 02BO	0,50	Arbi 03Bo	0,40	Arbi 07KO	0,56
Arbi 03SE	0,33	Arbi 02MA	0,33	Arbi 08KO	0,78
Arbi 05KO	0,56	Arbi 02RA	0,44	Arbi 01RA	0,56
Arbi 01SE	0,67	Arbi 02KH	0,10	Arbi 01KO	0,67
Arbi 01BO	0,67	Arbi 02KO	0,22	Arbi 04RA	0,40
Arbi 01MA	0,11	Arbi 03KO	0,60		
Arbi 02SE	0,60	Arbi 04KO	0,56		
Moyenne Ho	0,47				
Accessions issues du greffage					
Accession	Ho	Accession	Ho	Accession	Ho
Bedai 01SE	0,11	louzi rouge KH	0,78	Pavio 02RA	0,30
Bedai 02SE	0,22	Louzi rouge KO	0,70	Pavio 02SE	0,60
Bedai 03SE	0,40	Louzi rouge SE	0,70	Pavio 03SE	0,44
Bedai 04SE	0,44	Louzi skikdi KH	0,38	Pavio KO	0,56
Bedai 05SE	0,22	M'sili KO	0,10	Polonais 01KH	0,60
Bedai 06SE	0,25	Musca BO	0,44	Polonais 02KH	0,60
Bedai 07SE	0,40	Pavi 01BO	0,22	Polonais 03KH	0,56
Bensarmok BO	0,14	Pavi 01KH	0,50	Polonais BO	0,44
Boufarik SE	0,50	Pavi 02BO	0,00	Polonais Ma	0,75
Boulila RA	0,67	Pavi 02KH	0,11	Polonais SE	0,78
Boulila KO	0,33	Pavi 03BO	0,33	Rosé 01KO	0,50
Bulida BO	0,25	Pavi 03KH	0,22	Rosé 01SE	0,50
Bulida KH	0,25	Pavi 04KH	0,50	Rosé 02KO	0,30
El hamraia MA	0,33	Pavi 05KH	0,40	Rosé 02SE	0,44
El khokhi BO	0,67	Pavi 06KH	0,30	Rosé BO	0,44
El kkhokhi MA	0,71	Pavi 07KH	0,25	Rosé RA	0,60
Louzi Blanc BO	0,44	Pavi 08KH	0,11	Skikdi BO	0,44
Louzi rouge 01MA	0,75	Pavi 09KH	0,14	Tounsi MA	0,33
Louzi rouge 02MA	0,75	Pavi MA	0,22	Tounsi BO	0,38
Louzi rouge BO	0,78	Pavio 01RA	0,33	Tounsi KH	0,33
Louzi Rouge RA	0,78	Pavio 01SE	0,43		
<b>Moyenne</b>	<b>0,43</b>				
<b>Moyenne générale</b>	<b>0,45</b>				

### 3. Identification des génotypes privés :

Les 10 SSR utilisés ont généré un total de 134 génotypes avec une moyenne de 13 génotypes par marqueur. Le locus UDAp-463 a révélé le plus faible nombre de génotypes (neuf génotypes) alors que les locus PGS1.21 et UDAp-456 ont enregistré le nombre le plus élevé avec dix neuf génotypes (Tableau 26).

Le nombre des génotypes privés est très élevé au sein des différentes accessions étudiées avec 39 génotypes privés, où l'ensemble des locus ont généré une moyenne de quatre génotypes privés par locus où le nombre des génotypes privés varie de deux génotypes privés pour le locus UDAp-414 à huit génotypes pour le locus UDAp-456, à l'exception du locus UDAp-463 qui n'a généré aucun génotype privé. Le nombre d'accessions ayant des génotypes privés est 28 accessions où 63.63% des accessions spontanées possèdent au moins un génotype privé contre 22,58% pour les accessions issues du greffage, l'accession possédant le nombre le plus élevé de génotype privé est Arbi 03Ko avec quatre génotypes privés suivi de Arbi 01SE avec trois génotypes privés pour le reste des accessions illustrées dans le Tableau 28 leurs nombres varient de un à deux génotypes privés par accession.

**Tableau 28:** Liste des différents génotypes privés générés par les dix locus utilisés.

Marqueur	Accessions	Génotype Privé	Marqueur	Accessions	Génotype Privé	
<b>PGS1.21</b>	Arbi 01 Ko	aaccii	<b>UDAp-456</b>	Arbi 03 Se	aadd	
	Arbi 03 Ko	aaddii		Arbi 07 Ko	bb	
	Rosé 02SE	bbdd		Bensarmok Bo	dd	
	Arbi 06 Ko	bbff		Arbi 02 Kh	ddgg	
	Polonais Ma	cceeff		Arbi 03 Ko	ddii	
	Pavit 03 Bo	cceegg		Pavit 02 Kh	ff	
	Arbi 01 Se	Ff		Arbi 02 Bo	gg	
<b>UDAp-404</b>	Arbi 01 Ma	Ccee		Pavit 03 Bo	hh	
	Arbi 03 Ko	Ccff		<b>UDAp-460</b>	Arbi 02Ra	aacc
	Arbi 01 Se	Ff			Arbi 01 Ma	aadd
<b>UDAp-407</b>	Boulila Ra	Bbdd	Arbi 02 Ko		aaee	
	Polonais Bo	Ccff	Arbi 01 Ra		ccff	
<b>UDAp-414</b>	Rosé Ra	aabee	Rosé 02 Ko		ee	
	Pavit 02 Bo	Dd	Boulila Ra		ff	
<b>UDAp-439</b>	Arbi 02 Kh	Bbff	Arbi 03 Ko		gg	
	Arbi 03 Ra	Ddff	<b>UDAp-463</b>		0	0
	Rosé 01 Ko	Ee	<b>UDAp-471</b>	Arbi 01 Se	aacc	
<b>UDAp-440</b>	Rosé 01 Ko	Aagg		Polonais Se	ccffhh	
	Arbi 02 Ma	Bbdd		Skikdi Bo	ddgg	
	Arbi 02 Ko	Dd		Musca Bo	hh	

#### 4. Analyse de la distance génétique entre les accessions :

Les relations génétiques entre les différentes accessions d'abricotier ont été évaluées, les distances génétiques ont été calculées selon l'indice de Jaccard et un dendrogramme de type Neighbor-Joining avec un bootstrap de 1000 répétitions a été établi en utilisant le logiciel Mega X version 10.1.6 (Kumar *et al.*, 2018).. Les 84 accessions ont été clairement classées en quatre groupes, A, B, C, D (Figure 114), en se basant sur le polymorphisme révélé par les 10 SSR. Le groupe A contient le plus grand nombre d'accessions avec 45 accessions dont 30 accessions issues du greffage et 15 spontanées ; le groupe B regroupe 15 accessions dont quatre spontanées et 11 issues du greffage. Le groupe C est le groupe qui comporte le plus faible nombre d'accessions avec 8 accessions dont 02 spontanées et 06 issues du greffage. Le dernier groupe D comporte quant à lui 16 accessions dont 05 spontanées et 13 issues du greffage (Figure 114).

Le groupe A peut être divisé en deux classes, la première classe A1 comporte à elle seule 30 accessions dont 10 spontanées (plus 45% des accessions spontanées étudiées), elle comporte trois sous classes, la première sous classe comporte le plus grand nombre d'accessions avec 22 accessions, où une grande partie des accessions appartient au cultivars Pavit et Paviot avec 09 (05Kh, 07Kh, 08Kh, 02Bo, 03Bo, 01Bo, 03Kh, 02Kh et 06Kh) et 06 accessions (01Se, 02Se, 03Se, 01Ko, 01Ra et 02Ra) respectivement suivi du cultivar Arbi et El khokhi avec 03 accessions (02Se, 03Ra et 02Bo) et deux accessions (1Bo et 1Ma) respectivement et une seule accession pour chacun des cultivars Boufarik (1Se) et M'sili (01Ko). La deuxième sous classe est composée majoritairement d'accessions spontanées avec 04 accessions (01Kh, 02Ra, 01Ma et 02Kh) et une seule accession issue du greffage appartenant au cultivars Bensarmok (01Bo), la dernière sous classe comporte le nombre le plus faible d'accessions, elle renferme exclusivement des accessions spontanées avec 03 accessions (01Ra, 04Ra et 01Ko) Les accessions ayant présentées le lien de parenté le plus proche dans cette classe (A1) sont deux accessions Paviot (01Se et 02Se) avec les accessions du cultivar El khokhi (01Bo et 01Ma), même chose est constatée pour les deux autres accessions du cultivar Paviot (01Ra et 02Ra) qui se sont avérées identiques mais présentent un lien de parenté très éloigné avec le reste des accessions Paviot, il est intéressant aussi de constater que l'accession Boufarik 01Se malgré ses différences phénotypiques avec l'accession Arbi 02Se, elles sont très proche génétiquement. On constate aussi que la première sous classe est proche génétiquement de la deuxième sous classe et présente un lien de parenté très éloigné de la troisième sous classe (Figure 114).

La deuxième sous classe de la classe A1 est composée majoritairement d'accessions spontanées avec 04 accessions contre une accession issue du greffage (Bensarmok), le lien de parenté le plus proche est constaté entre l'accession Arbi 02Kh et Bensarmok Bo, tandis que le lien le plus loin est entre ces deux accessions et les accessions Arbi 01Kh et Arbi 02Kh. La

classe A2 est composée exclusivement d'accessions spontanées avec seulement 03 accessions dont le lien de parenté le plus proche est constaté entre Arbi 4Ra et Arbi 01Ko, à moindre degré de similarité avec l'accession Arbi 01Ra (Figure 114).

Le deuxième classe A2 comporte principalement les cultivars Arbi, Bedai, El hamraia, Skikdi, et Tounsi il se subdivise en deux sous classes, la première est composé exclusivement d'accessions issues du greffage avec 03 accessions (Boulila Ra, Ko et Rosé 01Ra), le lien de parenté le plus proche est constaté entre l'accession Boulila Ra et Boulila Ko et à moindre degré de similarité avec l'accession Rosé Ra. Tandis que la deuxième sous classe présente un nombre plus élevé d'accessions avec 11 accessions dont trois spontanées, les cultivars les plus représentés sont Arbi et Tounsi avec 6 accessions chacune (01Bo, 02Ma et 03Bo ; 01Ma, 01Kh et 01Bo respectivement), suivi du cultivar Bedai avec deux accessions (06Se et 07 Se), le reste des cultivars sont représentés par une seule accession chacune Skikdi (01Bo), Pavit (01Ma) et El hamraia (01Ma). Le lien de parenté le plus proche est constaté entre les trois accessions du cultivar Tounsi qui sont également proche du cultivar El-hamraia (01Ma), tandis que le lien de parenté le plus loin est constaté entre les accessions de la première sous classe appartenant au cultivar Boulila et Rosé avec les accessions de la deuxième sous classe (Figure 114).

Le groupe B est constitué principalement par les cultivars Arbi, Bedai, Bulida, Pavit, Musca et Louzi skikdi, il se subdivise en deux classes, la première classe (B1) est constituée majoritairement d'accessions spontanées avec 04 accessions Arbi (04Ko, 08Ko, 06Ko et 05Ko) et deux accessions issues du greffage appartenant aux cultivars Pavit (01Kh) et Musca (01Bo), le lien de parenté le plus proche est constaté entre l'accession Arbi 04Ko et Arbi 08Ko et à un degré moindre avec l'accession Arbi 6Ko et Pavit1Ma..

La classe (B2) présente un nombre légèrement élevé d'accessions par rapport à la classe B1 avec 09 accessions exclusivement issues du greffage, dont une grande partie est représentée par les accessions du cultivar Bedai avec 05 accessions (03Se, 04Se, 01Se, 02Se, et 5Se) suivi du cultivar Bulida avec deux accessions (1Bo et 1Kh) et des deux cultivars Pavit (09Kh) et Louziskikdi (01Kh) une seule accession chacune, le lien de parenté le plus proche pour cette classe est constaté entre les deux accessions du cultivar Bulida (01Bo et 01Kh) suivi des deux accessions du cultivar Bedai (03Se et 04Se) (Figure 114).

Le groupe C comporte le nombre le plus faible d'accessions par rapport aux autres groupes, il est composé majoritairement par les accessions du cultivar Polonais avec 06 accessions issues du greffage et deux accessions spontanées, il se subdivise en deux classes, la première classe (C1) est composé exclusivement d'accessions Polonais avec 05 accessions, le lien de parenté le plus proche est constaté entre l'accession Polonais 01Kh et 02Kh qui se sont avérés identiques et présentent une distance génétique plus ou moins importante par rapport aux accessions Polonais 01Se, 01Bo et 03Kh

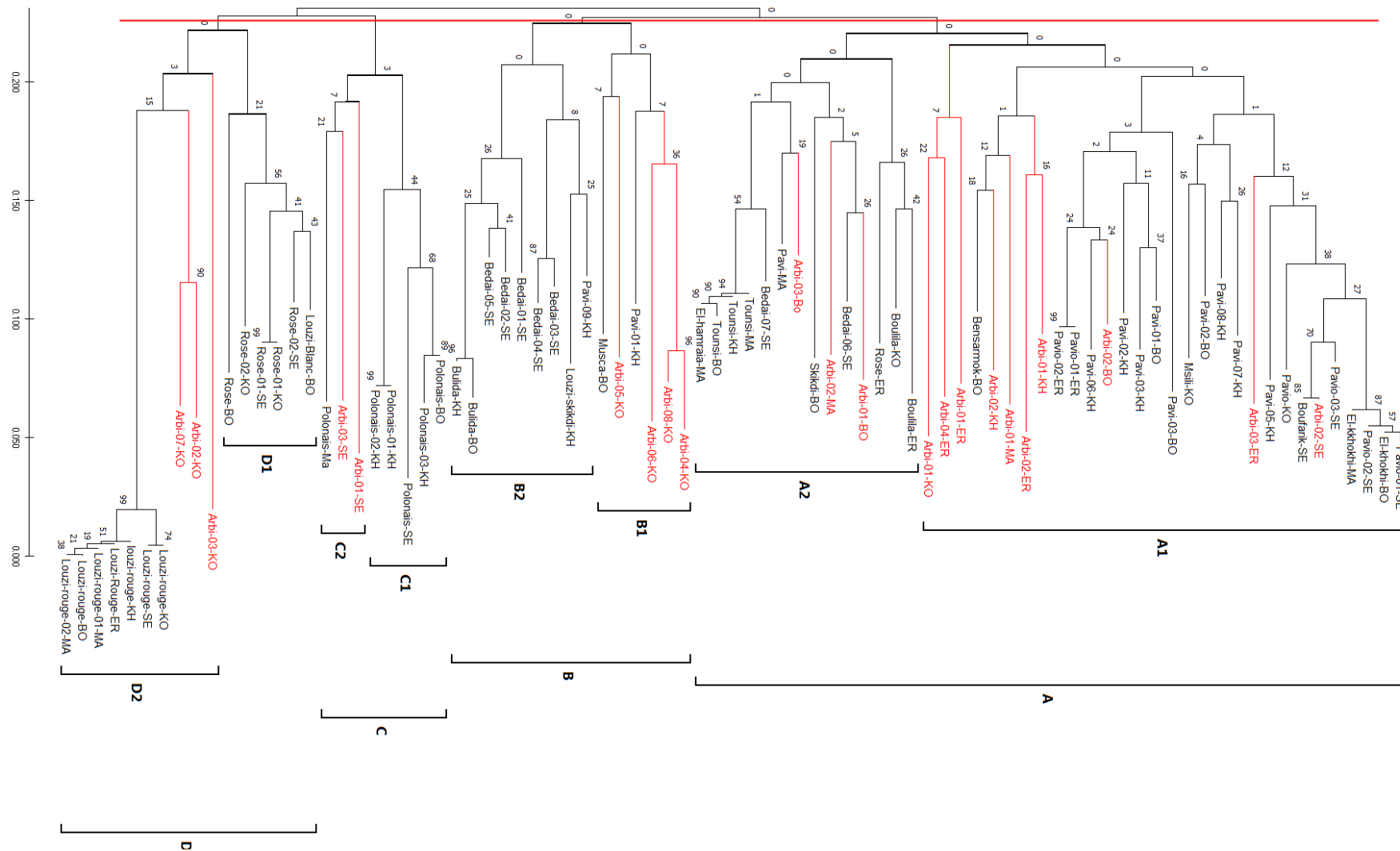
La classe C2 comporte 03 accessions (Arbi 03Se, 01Se et Polonais MA), le lien de parenté le plus proche est constaté entre l'accension Arbi 03Se et Polonais Ma et à un degré moindre à ces deux accessions Arbi 01Se, on constate aussi la présence d'une grande distance génétique entre les accessions de la classe C1 et ceux de la classe C2 (Figure 114).

Le dernier groupe D est composé majoritairement des accessions des cultivars Rosé et Louzi rouge, il comporte 16 accessions dont 03 accessions spontanées, ce groupe est subdivisé en deux classes, la première classe D1 est constituée exclusivement d'accessions issues du greffage avec 05 accessions spontanées Rosé (02Se, 01Ko, 01Se, 02Ko et 01Bo) et une accession Louzi Blanc (01Bo), le lien de parenté le plus proche est constaté entre les accessions Rosé 01 Ko et 01Se qui se sont avérées identiques, tandis que le lien de parenté le plus éloigné dans cette classe est constaté entre l'accension Rosé 01Bo et le reste des accessions de cette classe, un certain degré de rapprochement génétique est constaté entre l'accension Rosé 02Se et Louzi blanc Bo (Figure 114).

La deuxième classe D2 est constituée majoritairement par les accessions du cultivar Louzi rouge avec 07 accessions (01Ko, 01Se, 01Kh, 01Ra, 01Ma, 01Bo et 02Ma) et 03 accessions spontanées (03Ko, 02Ko et 07Ko), on constate que l'accension spontanée Arbi 03 Ko qui se trouve isolée des autres accessions, et qui présente la plus grande distance génétique par rapport aux accessions de la classe D2, tandis que le lien de parenté le plus proche est constaté entre les 07 accessions du cultivar Louzi rouge qui se sont avérées tous identiques (Figure 114).

L'analyse de la distance génétique entre les différentes accessions étudiées par l'intermédiaire de l'arbre phylogénétique a permis de démontrer la diversité importante qui existe entre les différents cultivars et au sein des accessions du même cultivar, où les derniers groupes (C) et (D) ont le lien de parenté le plus éloigné par rapport au reste des groupes (A) et (B). On constate aussi la présence de différentes accessions du même cultivar dans des groupes différents tel est le cas des accessions des cultivar Pavit et Bedai où elles sont présentes dans le groupe A, B, on peut constater aussi la présence des accessions appartenant au même cultivar mais dans des classes différentes du même groupe, dans le groupe A différentes accessions des cultivars Pavit et Paviot sont présentes dans les différentes sous classes des classes A1 et A2, même chose est constatée dans la classe A2 pour le cultivar Bedai.

Dans le groupe B, la classe B2 la même chose est constatée pour le cultivar Bedai. Dans le groupe C, les accessions du cultivar Polonais se trouvent dans deux sous classes différentes. La même chose est constatée dans le groupe D pour les accessions du cultivar Rosé, qui se trouvent dans des sous classes différentes (Figure 114).



**Figure 114:** Dendrogramme NJ basé sur l'indice de jaccard, illustrant les relations entre les accèsions d'abricotier étudiées avec les marqueurs SSR. Les numéros en dessous des branches représentent les valeurs de bootstrap (en rouge les accèsions spontanées et en noir les accèsions issues du greffage)

## 5. Identification des cas d'homonymie, synonymie et de mutation au sein des accessions étudiées :

La caractérisation traditionnelle utilisant des marqueurs morphologiques et agronomiques est coûteuse et ne parvient souvent pas à distinguer efficacement les génotypes, elle est surtout influencée par l'environnement. Les caractères discriminants sont souvent en nombre limités ce qui implique souvent le besoin de traiter un grand nombre de traits d'un organe bien défini. Dans ce contexte, en utilisant 10 marqueurs moléculaires de type SSR pour caractériser de point de vue moléculaire 19 cultivars représentés par 84 accessions d'abricot. De plus, c'est une étape importante dans l'identification des ressources génétiques et la bonne gestion de la diversité in situ et ex situ.

La caractérisation moléculaire des 84 accessions étudiées au niveau des régions du Hodna et des Aurès a montré la présence de cas d'homonymies (la même appellation pour des types variétaux différents) et de synonymies (des appellations différentes pour les mêmes types variétaux), ainsi que des cas de mutations (des accessions du même cultivar qui diffèrent par un seul allèle). Ces confusions de nomenclature sont dues sûrement aux échanges de matériel végétal entre les différentes régions productrices d'abricotier en Algérie, ces confusions ont pu être élucidées grâce à la structuration de la diversité génétique existante (Figure 114, Tableau 29, Annexe 27).

L'analyse des profils génétiques a montré un cas de synonymie entre le cultivar Paviot avec ses deux accessions Paviot 01Se et Paviot 02Se et le cultivar El khokhi avec ses deux accessions El khokhi 01Bo et El khokhi 02Ma, ces deux cultivars provenant de la collection de Batna et M'sila, respectivement, confirmant les doutes sur la mauvaise identification des cultivars d'abricotier où il s'est avéré qu'il s'agit bien du même cultivar (Figure 114, Tableau 29, Annexe 27).

Dans cette étude, plusieurs cas d'homonymies ont été également trouvés, pour le cultivar Arbi toutes les accessions se sont avérées différentes les unes des autres, où la plus grande distance génétique a été notée entre l'accession Arbi 03Ko du groupe D classe D2 et Arbi 02Se du groupe A classe A1, où le profil moléculaire a montré une différence de 100% pour les différents allèles amplifiés par les dix locus de ces deux accessions, tandis que les deux accessions du cultivar Arbi les plus proches génétiquement sont Arbi 04Ko et Arbi 08Ko qui diffèrent par deux allèles amplifiés par les deux loci PGS1.21 et UDAP-463 (Figure 114, Tableau 29, Annexe 27).

Pour le cultivar Bedai cinq de ses six accessions se sont avérées différentes, où la distance génétique la plus grande est observée entre Bedai 01Se du groupe B classe B2 et Bedai 06Se du groupe A classe A2 avec une différence dans sept des allèles amplifiés par les dix locus utilisés. Tandis que les deux accessions du cultivar Bedai les plus proches génétiquement sont Bedai 02Se et Bedai 05Se avec une différence dans deux allèles amplifiés par les deux locus UDAp-407 et UDAp-440. Pour le cultivar Boulila, les deux accessions Boulila Ra et Boulila Ko ce sont avérées totalement différentes par les allèles amplifiés par six locus (UDAp-414, UDAp-463, UDAp-407, UDAp-471, UDAp-460, UDAp-440).

Pour le cultivar Pavit, les treize accessions ce sont tous montrées différentes les unes des autres, où la distance génétique la plus grande est observée entre Pavit 05Kh du groupe A classe A1 et Pavit 09Kh du groupe B classe B2 qui diffèrent pour les allèles amplifiés par 07 des dix locus utilisés, tandis que les deux accessions du cultivar Pavit les plus proches génétiquement sont Pavit 07Kh et Pavit 08Kh avec une différence dans les allèles amplifiés par trois locus (PGS1.21, UDAp-463, UDAp-471) (Figure 114, Tableau 29, Annexe 27).

Pour le cultivar Paviot quatre de ses six accessions ce sont avérées différentes, où la distance génétique la plus grande est observée entre Paviot 01Se et 01Ra, Paviot 01Se et 02Ra avec une différence pour les allèles amplifiés par 09 des dix locus utilisés à l'exception du locus UDAp-440 où les allèles amplifiés de ces accessions sont identiques, tandis que les deux accessions du cultivar Paviot les plus proches génétiquement sont Paviot 01Se avec Paviot 02Se ainsi que Paviot 01Ra et Paviot 02Ra qui se sont avérées identiques possédant les mêmes allèles amplifiés par les dix locus (Figure 114, Tableau 29, Annexe 27).

Pour le cultivar Polonais cinq de ses six accessions se sont avérées différentes où la distance génétique la plus grande est observée entre l'accession Polonais Ma et Polonais 03Kh avec une différence dans les allèles amplifiés par 08 des dix locus utilisés à l'exception des deux locus UDAp-463 et UDAp-440. Tandis que les deux accessions du cultivar Polonais les plus proches génétiquement sont Polonais 01Kh et Polonais 02Kh qui se sont avérées identiques pour tous les allèles amplifiés par les dix locus (Figure 114, Tableau 29, Annexe 27).

Pour le cultivar Rosé cinq de ses six accessions se sont avérées différentes, où la distance génétique la plus grande est observée entre l'accession Rosé Ra du groupe A classe A2 et Rosé 01Ko, Rosé 01Se du groupe D classe D2, avec une différence dans les allèles amplifiés par 08 des dix locus utilisés à l'exception des deux locus UDAp-463 et UDAp-471. Tandis que les deux accessions du cultivar Rosé les plus proches génétiquement sont Rosé

01Ko et Rosé 01Se qui se sont avérées identiques pour tous les allèles amplifiés par les dix locus (Figure 114, Tableau 29, Annexe 27).

Deux cas de mutations ont été décelés chez le cultivar Bulida où l'accession Bulida Bo et Bulida KH différents par les allèles amplifiés par le locus UDAp-456, ce cas de mutation a été déjà signalé récemment par David Ruiz *et al* (2019), où un mutant du cultivar Bulida a été identifié comme étant avoir une floraison précoce et un faible besoin en froids, ces caractéristiques correspondent aux mêmes critères observés chez l'accession Bulida Bo. Un autre cas de mutation est constaté chez deux accessions du cultivar Bedai, il s'agit de l'accession Bedai 03Se et Bedai 04Se qui ne diffèrent que par un seul allèle qui est amplifié dans le locus UDAp-471 (Figure 114, Tableau 30). Pour le cultivar Tounsi toutes ses accessions ont amplifié les mêmes allèles pour les dix locus utilisés, même chose est constatée pour le cultivar Louzi rouge où sept accessions étudiées sont identiques et possèdent les mêmes allèles amplifiés dans les dix locus utilisés (Figure 114, Tableau 29, Annexe 27).

Pour le reste des cultivars (Bensarmok, Boufarik, Louzi blanc, Louzi skikdi, M'sili et Musca) aucun cas d'homonymie, de synonymie ou de mutation n'a été constatés et ils possèdent tous des allèles différents.

## **6. Association entre les caractérisations phénotypiques et moléculaires :**

La caractérisation des accessions des zones du Hodna et des Aurès avec les deux types d'outils (phénotypique et moléculaire) montre une certaine concordance entre les groupes distingués par l'analyse phénotypique est ceux résultant de l'arbre phylogénétique moléculaire. A titre d'exemple, la majorité des accessions du groupe A classe A1 se caractérisent par une floraison et une maturation moyennement précoce et des fruits de grands calibre, de forme ronde à ovale et de couleur variant du jaune à orange claire selon l'accession, avec des noyaux de forme oblongue et ovale et possédant des amandes à amertume de moyenne à forte.

Tandis que la majeure partie des accessions du groupe A2 se caractérisent par des petits fruits, de forme généralement ronde de couleur jaune à orange claire avec une floraison et une maturation très précoce avec des noyaux de forme elliptique et ovale dont les amandes sont majoritairement douces (Tounsi, Bedai 07Se et Rosé Bo) à amertume moyenne. Pour les accessions du groupe B, la majorité des accessions partagent les critères suivants : une floraison et une maturation précoce, des fruits à calibre moyen de forme ronde à ovale et de couleur orange claire à orange lavée de rouge (Bedai 01Se, 02Se et Se05), les noyaux sont en majorité de forme ovale, les amandes ont une amertume de moyenne à forte selon l'accession.

Le groupe C est caractérisé par des accessions dont la floraison et la maturation sont semi tardives, des fruits de calibre moyen de couleur orange à orange lavée de rouge, de forme ovale à oblongue avec des noyaux de forme ovale et une amande à amertume moyenne. Pour le groupe D classe D1 les accessions sont caractérisées par une floraison et une maturation tardives et des fruits de calibre moyen de couleur jaune vert à jaune lavée de rouge, de forme ovale à elliptique, les noyaux sont de forme elliptique avec des amandes douces. Pour la classe D2 elle partage avec la classe D1 les trois caractères suivants : une floraison et une maturation tardives, avec des amandes douces tandis le calibre des fruits est moyennement gros de couleur orange lavée de rouge, de forme ovale, les noyaux sont de forme ovale.

Cependant cette concordance entre les deux arbres n'est pas la même pour toutes les accessions étudiées, où certaines d'entre elles sont présentes dans des groupes où ils ont quelques caractères différents des accessions du même groupe, comme c'est le cas de la plupart des accessions spontanées qui présentent des caractères phénotypiques différents de ceux présent dans les différents groupes, où les accessions spontanées qui ont des fruits de petit calibre de forme ronde et d'amande à amertume de moyenne à forte, peuvent se trouver dans des groupes dont le calibre des fruits est gros (Groupe A), ou dans des groupes dont les amandes sont douces (D), cela est due probablement à l'origine des accessions spontanées qui sont issues du semis où ce mode favorise la combinaison des différents allèles induisant ainsi à l'apparition de nouveaux géotypes et qui ne traduisant pas le même phénotype.

Même chose est constatée chez certaines accessions issues du greffage, tel est le cas du cultivar M'sili qui possède des fruits de petits calibre et une maturation très précoce et se trouve dans le groupe A, dont les fruits sont de gros calibre et à floraison et maturation moyennement précoces.

Les analyses moléculaires sont donc un apport supplémentaire à l'information apportée par la caractérisation morphologique, c'est pour cela qu'il est particulièrement intéressant de travailler avec les deux types d'outils afin de recueillir des informations complémentaires.

**Tableau 29:** Liste des différentes accessions étudiées présentant des cas d'homonymie, synonymie et de mutation.

<b>Cas d'homonymie</b>					
<b>Cultivar Arbi</b>			<b>Cultivar Pavit</b>		<b>Cultivar Bedai</b>
Arbi 01KH	Arbi 03RA	Arbi 06KO	Pavitt 01BO	Pavit 06KH	Bedai 01SE
Arbi 02BO	Arbi 03Bo	Arbi 07KO	Pavitt 01KH	Pavit 07KH	Bedai 02SE
Arbi 03SE	Arbi 02MA	Arbi 08KO	Pavit 02BO	Pavit 08KH	Bedai 03SE
Arbi 05KO	Arbi 02RA	Arbi 01RA	Pavit 02KH	Pavit 09KH	Bedai 04SE
Arbi 01SE	Arbi 02KH	Arbi 01KO	Pavit 03BO	Pavit MA	Bedai 05SE
Arbi 01BO	Arbi 02KO	Arbi 4RA	Pavit 03KH		Bedai 06SE
Arbi 01MA	Arbi 03KO		Pavit 04KH		Bedai 07SE
Arbi 02SE	Arbi 04KO		Pavit 05KH		
<b>22 accessions différentes</b>			<b>13 différentes</b>		<b>07 différentes</b>
<b>Cas d'homonymie</b>				<b>Cas de synonymie</b>	<b>Cas Mutation</b>
<b>Cultivar Polonais</b>	<b>Cultivar Rosé</b>	<b>Cultivar Boulila</b>	<b>Cultivar paviot</b>	<b>Cultivar El khokhi</b>	<b>Cultivar Bulida</b>
Polonais 01KH(1)	Rosé 01 KO(1)	Boulila RA	Paviot 01RA	El khokhi BO	Bulida BO
Polonais 02KH(1)	Rosé 01 SE(1)	Boulila KO	Paviot 01SE(1)	El kkhokhi MA	Bulida KH
Polonais 03 KH	Rosé 02 KO		Paviot 02RA	<b>Cultivar Paviot</b>	<b>Cultivar Bedai</b>
Polonais BO	Rosé 02 SE		Paviot 02SE(1)	Paviot 01SE	Bedai 03SE
Polonais Ma	Rosé BO		Paviot 03SE	Paviot 02SE	Bedai 04SE
Polonais SE	Rosé RA		Pavio KO		
<b>02 accessions Identiques (1) 05 accessions différentes</b>	<b>02 accessions Identiques (1) 05 accessions Identiques</b>	<b>02 accessions différentes</b>	<b>02 identiques (1) 04 différentes</b>	<b>04 accessions Identiques</b>	<b>2 Accessions Mutatantes</b>

# **Chapitre III : Détermination de l'auto(in)-compatibilité chez les différentes accessions d'abricotier**

---

## Chapitre III : Détermination de l'auto(in)-compatibilité chez les différentes accessions d'abricotier

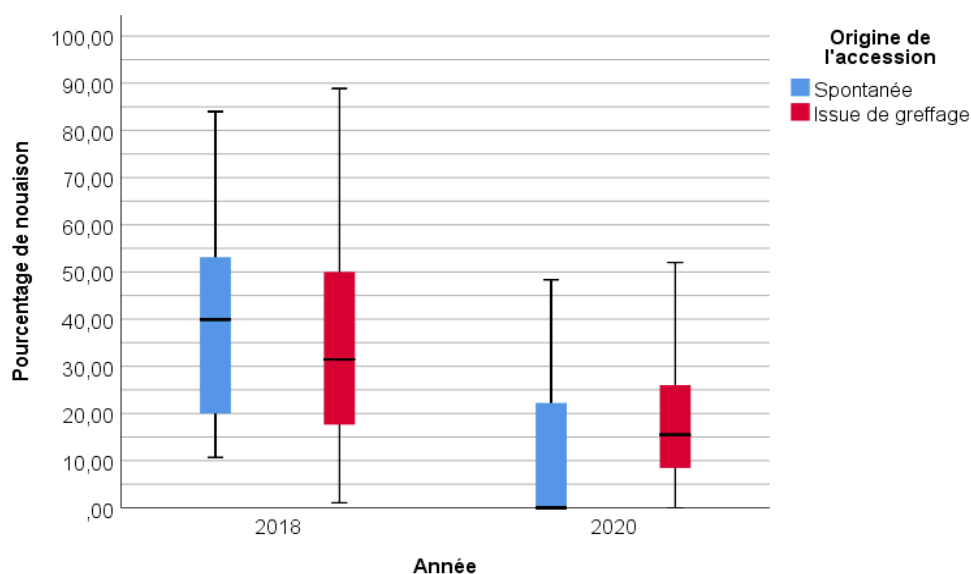
### 1. Analyse descriptive de la variabilité des taux de nouaison au sein des accessions d'abricotier étudiées et étude de cette variabilité :

#### 1.1. Analyse descriptive de la variabilité des taux de nouaison au sein des accessions d'abricotier étudiées :

##### 1.1.1. Variabilité du taux de nouaison selon l'origine de l'accession et l'année d'étude :

Le taux de nouaison moyen du fruit chez les accessions spontanées est légèrement plus élevé durant l'année 2018 par rapport au taux de nouaison des accessions issues de greffage avec 42,71% et 38,74% respectivement. Par contre l'année 2020 s'est caractérisée par une réduction des taux de nouaison pour les deux groupes d'accessions mais cette fois ci le taux de nouaison est en faveur des accessions issues de greffage avec 19,44% contre 11,57% pour les accessions spontanées, le taux de nouaison moyen maximum des fruits chez les accessions issues de greffage est de 88,89% par l'accession Pavit 01 Ma durant l'année 2018, tandis que les accessions spontanées ont un taux de nouaison moyen maximum de 84% atteint par l'accession Arbi 01 Se est cela durant la même année.

Pour l'année 2020 la moyenne maximale du taux de nouaison chez les accessions spontanées est atteinte par l'accession Polonais 01 Se avec 52,00% contre l'accession spontanée Arbi 02 Bo avec un taux de nouaison de 48,33%. Pour le Taux de nouaison moyen minimum des fruits il est de 0,00% pour les deux groupes d'accessions où 12 accessions spontanées et 14 issues de greffage ont été identifiées comme étant des accessions auto-incompatibles (Figure 115, tableau 31).

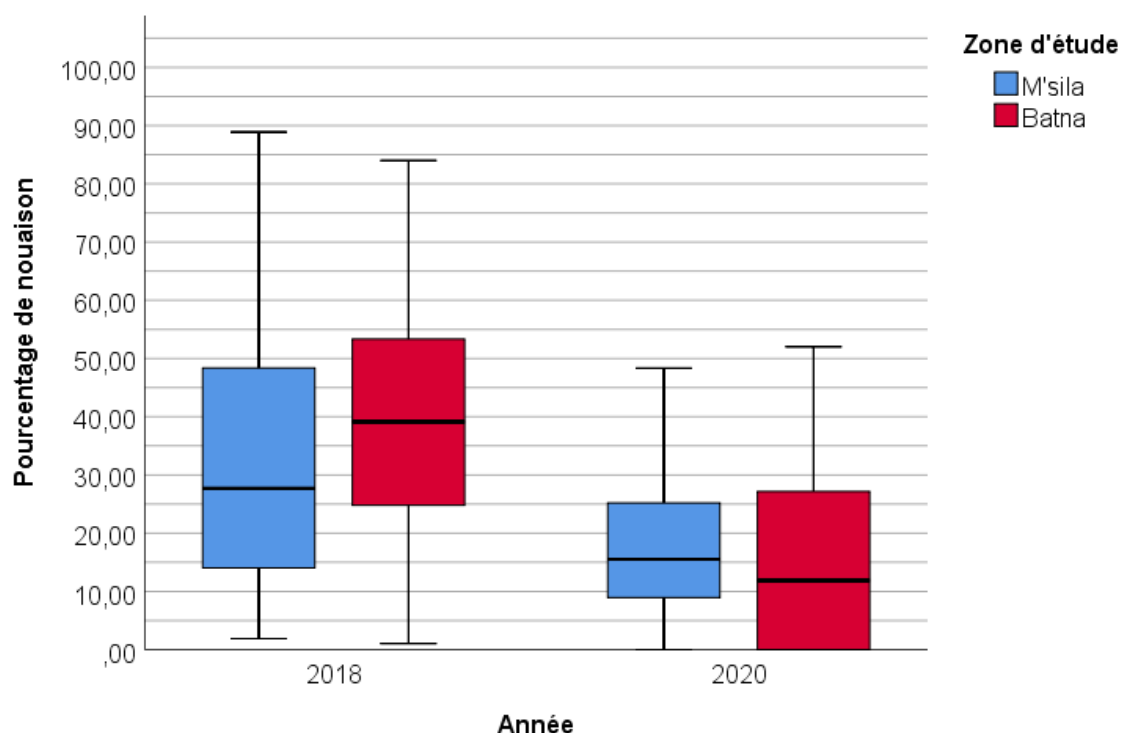


**Figure 115:** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité des taux de nouaisons selon l'origine des accessions et l'année d'étude.

### 1.1.2. Variabilité du taux de nouaison selon la zone d'étude et l'année:

Pour l'année 2018 le pourcentage de nouaison est plus important dans la zone de Batna avec 40,45% contre 31,98% pour la zone de M'sila. Par contre durant l'année 2020 ce taux est largement faible, avec une légère supériorité dans la zone de M'sila avec 17,68% contre 14,56% pour la zone de Batna. Le taux de nouaison moyen maximum est enregistré dans la zone de M'sila par l'accession Pavit 01 Ma avec 88,89%, contre 84,00% dans la zone de Batna par l'accession Arbi 01Se cela durant l'année 2018, pour l'année 2020 le taux de nouaison moyen maximum est de 52,00% dans la zone de Batna par l'accession Polonais 01 Se contre 48,33% dans la zone de M'sila par l'accession Arbi 02 Bo.

Les valeurs minimales moyennes des taux de nouaison sont de 0,00% pour les deux zones et ce pour les deux années où 08 accessions ce sont montrées auto-incompatibles dans la zone de M'sila contre 18 accessions dans la zone de Batna ce qui montre que 43,90% des accessions étudiées au niveau de la zone de Batna sont auto-incompatibles, ce taux est largement élevé par rapport à celui de la zone de M'sila où seulement 18,60% des accessions étudiées au niveau de cette zone sont auto-incompatibles (Figure 116, tableau 31).

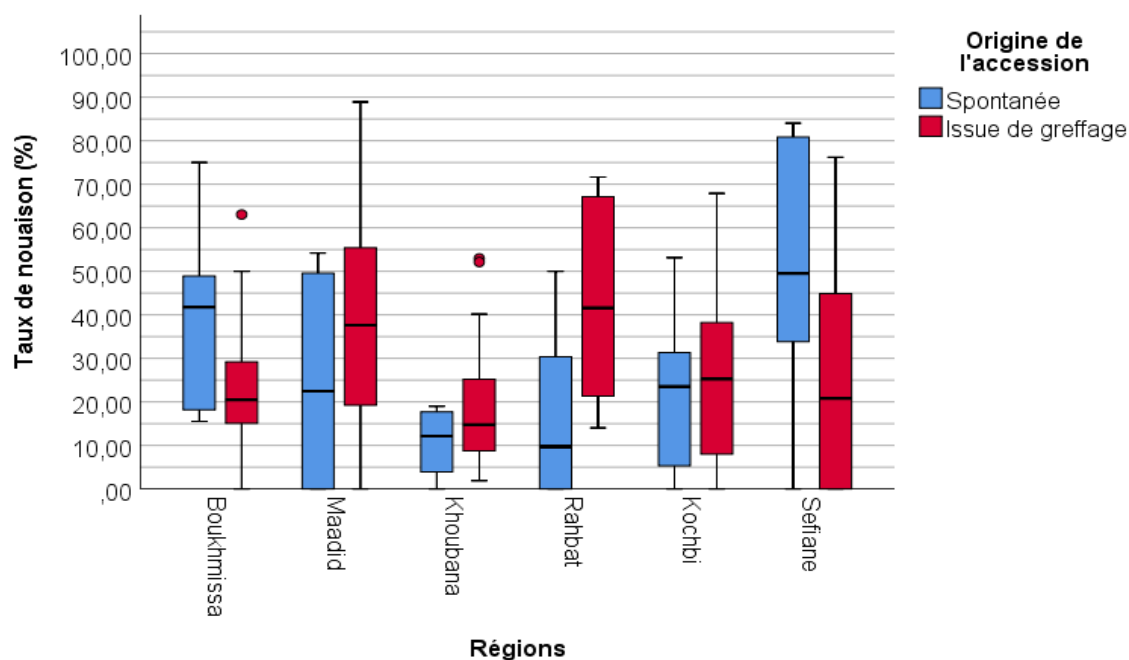


**Figure 116 :** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité des taux de nouaisons selon la zone d'étude et l'année d'étude.

### 1.1.3. Variabilité du taux de nouaison des fruits selon l'origine des accessions et la région d'étude :

Le taux de nouaison a montré une variabilité importante d'une région à une autre selon l'origine des accessions, le pourcentage de nouaison moyen le plus élevé chez les accessions spontanées est enregistré dans la région de Sefiane avec 49,61% suivi de la région de Boukhmissa avec 40,19%. Tandis que les taux de nouaison les plus faibles sont enregistrés dans les régions de Khoubana et Rahbat avec 10,81 % et 16,26% respectivement. Par contre chez les accessions issues de greffage les taux de nouaison les plus élevés sont enregistrés dans les régions de Rahbat et Maadid avec 42,78 % et 39,28% respectivement. Tandis que les taux de nouaison les plus faibles sont enregistrés dans les régions de Khoubana et Boukhmissa avec 18,30 % et 23,71% respectivement.

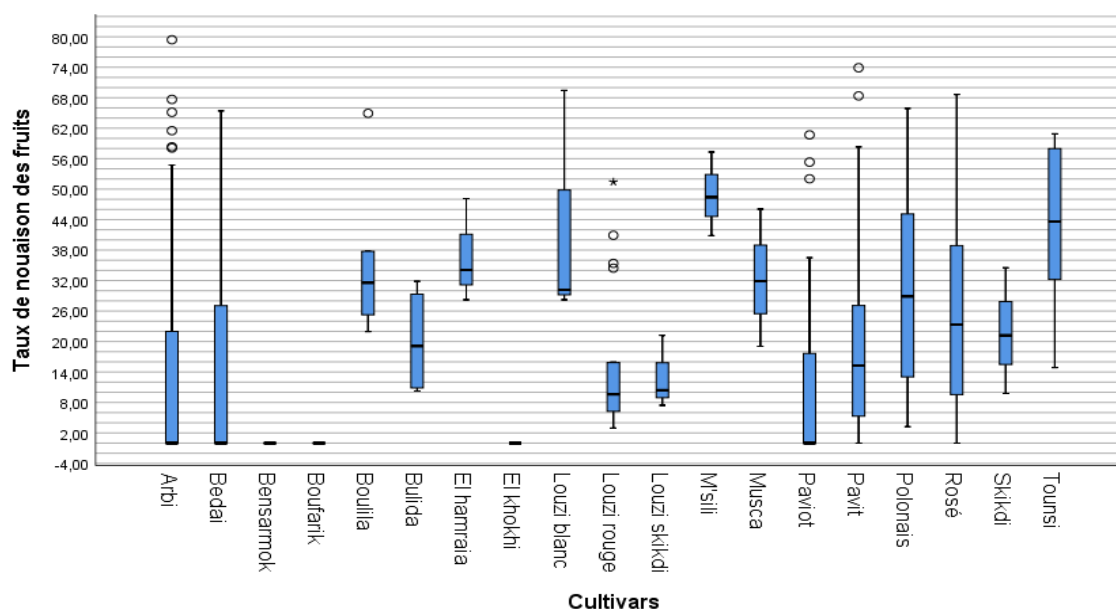
Le taux moyen maximum de nouaison est observé dans la région de Maadid par l'accession Pavit 01 Ma avec 88,89% pour l'année 2020, suivi de l'accession Arbi 01 Se de la région de Sefiane avec 84%, tandis que le taux moyen minimum de nouaison est de 0,00% enregistré dans différentes régions où le nombre d'accession auto-incompatible est très important dans la région de Sofiane avec 9 accessions contre seulement deux accessions auto-incompatibles dans la région de Khoubana, pour les régions de Boukhmissa, Maadid, Rahbat et Kochbi le nombre d'accessions auto-incompatibles est de 03, 03, 04 et 05 respectivement (Figure 117, tableau 31).



**Figure 117:** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité du taux de nouaison des fruits selon l'origine de l'accession et la région d'étude.

#### 1.1.4. Variabilité du taux de nouaison des fruits selon les cultivars :

Le pourcentage de nouaison élevé est un bon critère de fructification, les valeurs les plus élevées sont enregistrées chez les cultivars M'sili, Louzi blanc et Tounsi avec une moyenne 48,86%, 42,61% et 42,07% respectivement, où au moins 50% des fruits testés possèdent un taux de nouaison supérieur à 48,42% pour le cultivar M'sili, et 43,62% pour le cultivar Tounsi et 30,19% pour Louzi blanc. Ces cultivars sont suivit par les cultivars El hamraia, Boulila, Musca et Polonais avec 36,82%, 35,52%, 32,34% et 30,57% respectivement, le taux de nouaison moyen le plus faible est de 0,00% il est noté chez les cultivars : Bensarmok, Boufarik et El khokhi. La plus grande variabilité du taux de nouaison des fruits est observés sur les cultivars Polonais, Rosé et Bedai avec un écart interquartile de 33,90%, 30,16% et 29,69% respectivement, tandis que les cultivars qui ont présentés la plus faible variabilité pour le taux de nouaison sont : Musca, Louzi skikdi et M'sili et avec un écart interquartile de 8,14%, 8,63 et 9,89%, le taux de nouaison moyen maximum des fruits est détenue par l'accession Pavit 01Ma, avec un taux de nouaison de 66,77%, alors que le taux de nouaison maximum est atteint par l'accession Arbi 02 Bo avec 79,41, tandis que le taux de nouaison minimum est de 0,00% et cela pour 26 accessions dont 14 accessions issues du greffage et 12 spontanées, cela est due soit aux conditions climatiques sévères (gelée, vent et grêle), aux manque de pollinisateurs cela d'une part ou au type d'accession quelle soit ou non auto-incompatible d'autre part (Figure 118, tableau 31).



**Figure 118 :** Diagramme en boîte à moustache de la variabilité du taux de nouaison des fruits selon le cultivar.

Le test de l'auto-compatibilité par ensachage sur champs a montré que 30,95% des accessions étudiées sont auto-incompatibles soit 26 accessions, dont 12 sont spontanées soit 54% des accessions spontanées sont auto-incompatibles, tandis que seulement 22,58% des accessions issues de greffage sont auto-incompatibles, soit 14 accessions, parmi ces accessions 04 d'entre elles appartiennent au cultivar Bedai, 04 autres appartiennent au cultivar Paviot, 02 au cultivar El khokhi et 01 pour chacun des cultivars Bensarmok, Boufarik, Musca et Pavit cela montre que certaines accessions au sein de ces cultivars n'appartiennent pas réellement à ces cultivars vu la différence dans l'auto-compatibilité entre ces accessions au sein du même cultivar.

Par contre tous les accessions issues des cultivars Boulila, Bulida, El hamraia, Louzi blanc, Louzi rouge, Louzi skikdi, M'sili, Musca, Polonais, Rosé, et Skikdi ce sont tous montrés auto-compatible.

## 1.2. Etude de la variabilité du taux nouaison selon l'origine des accessions, régions et année :

En ce qui concerne les résultats de l'ANOVA, il est intéressant de noter que l'origine de l'accession n'influence pas le taux la nouaison. En revanche, la région et l'année d'étude ont une influence significative (Tableau 30).

Dans ce sens, apparemment, il n'y a pas de différences entre le groupe des accessions spontanées et ceux issues du greffage. En analysant l'interaction origine x région, nous constatons une faible valeur p (9,33-10<sup>-5</sup>) qui explique qu'aucun modèle clair origine-région ne peut être trouvé, par exemple, les accessions spontanées montrent les valeurs les plus élevées dans certaines régions et les plus basses dans d'autres (Figure 117).

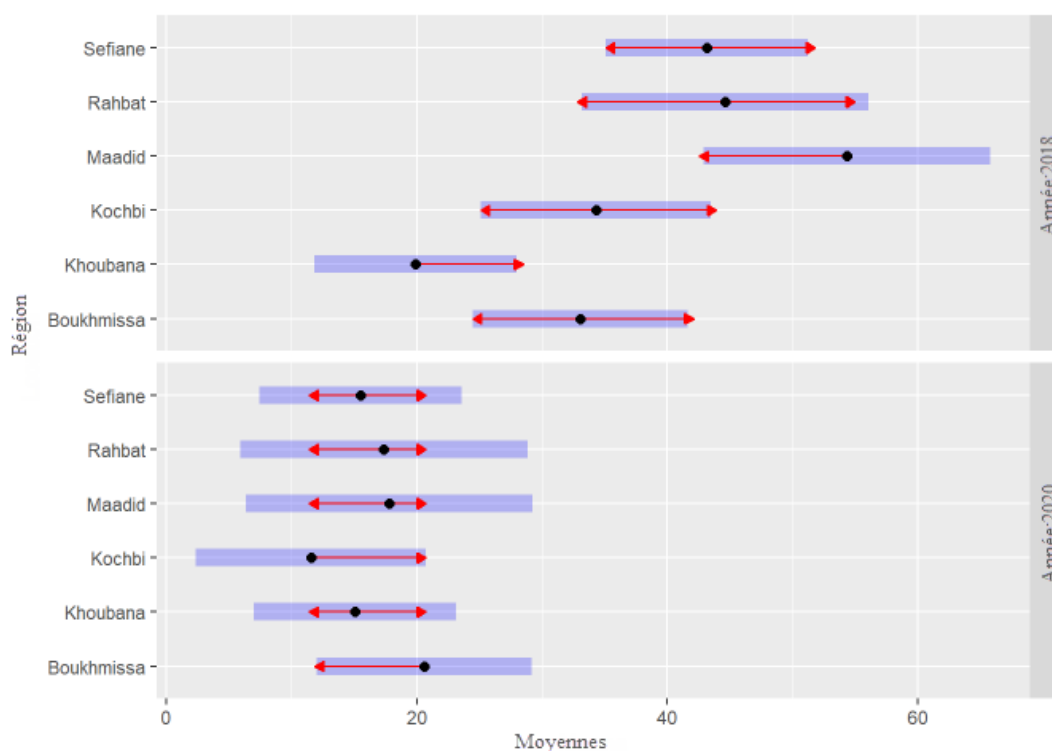
**Tableau 30 :** Analyse de la variance (ANOVA) du taux de nouaison.

Source de variation	SCE	ddl	F obs	P (>F)
Origine de l'accessions	7	1	0.0254	0.938
Région d'étude	5577	5	4.3729	0.0009823 ***
L'année	15728	1	65.5775	2.225e-13 ***
Origine x Région	9501	8	4.2384	9.335e-05 ***
Origine x Année	1224	1	2.8926	0.13288
Région x année	4241	5	3.3254	0.001587 **
Residuals	36478	143		

Cependant, l'analyse des taux de nouaison a montré des différences importantes entre les accessions testées, avec des pourcentages allant de 0 à 79,41% (Figure 117). En outre, un nouveau modèle ANOVA a été formulée en ignorant le facteur.

L'interaction région x année a une influence significative sur le taux de nouaison ( $p$ -value = 0,0016). La Figure 119 analyse l'interaction entre ces deux facteurs en visualisant l'intervalle de confiance pour chaque paire d'emplacements pour les années 2018 et 2020. Si deux intervalles se chevauchent, cela signifie que ces deux emplacements peuvent être considérés dans le même groupe.

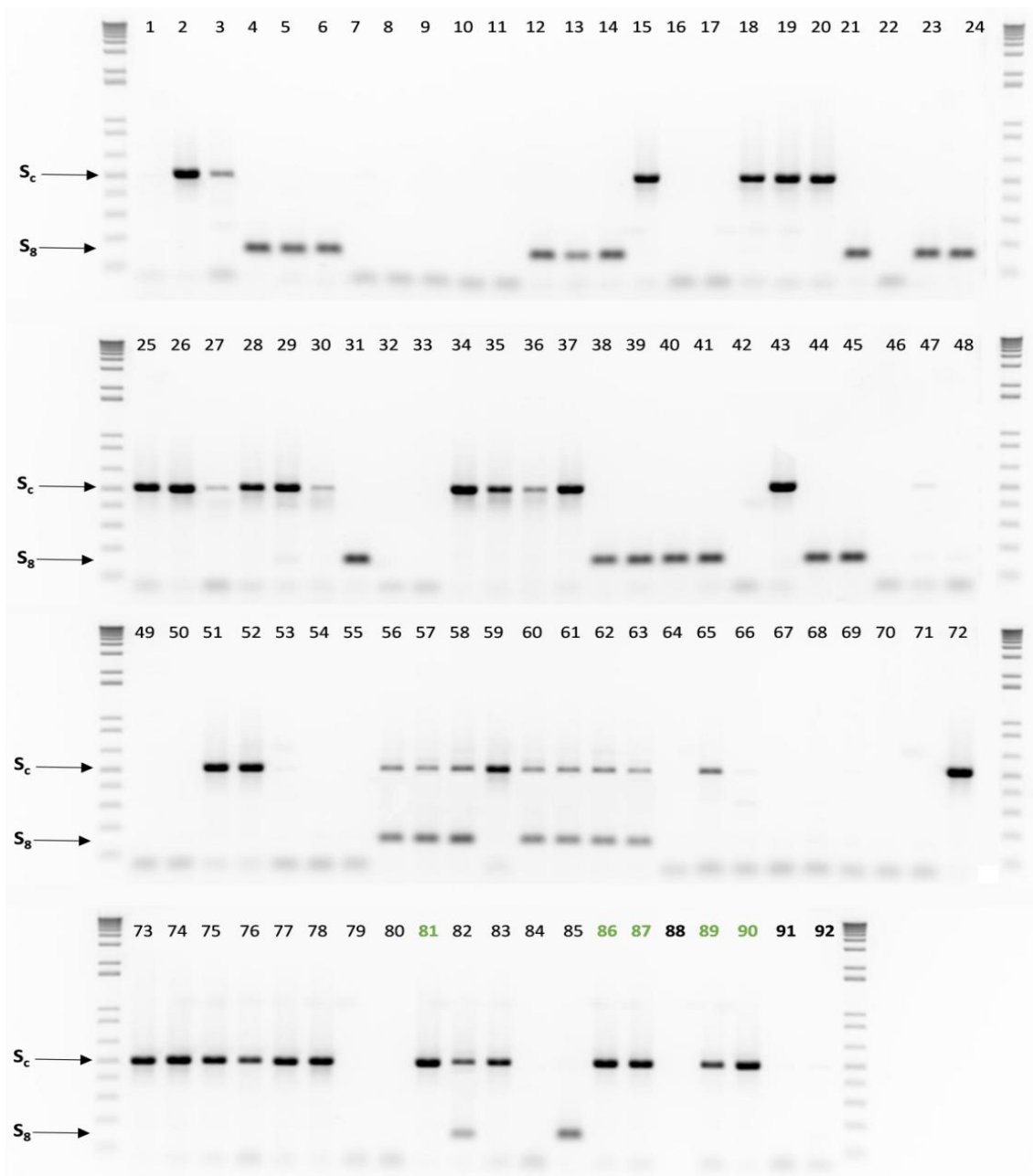
En suivant cette procédure, nous pouvons conclure qu'aucune différence entre les lieux n'est constatée en 2020. En 2018, Maadid présente le plus haut pourcentage de fleurs fécondées (groupe A) alors que Khoubana présente le plus bas (groupe C), les régions de Rahbat et Sefiane dans le groupe (AB), Kochbi dans le groupe (ABC) et la région de Boukhmissa dans le groupe (BC) (Figure 119).



**Figure 119 :** Diagramme en boîte à moustache des taux de nouaison des fruits en fonction de l'interaction région x année.

## 2. Évaluation des allèles S d'auto-compatibilité des accessions étudiées :

Les résultats ont montré que le test PCR utilisant des amorces spécifiques a permis de caractériser les génotypes S de manière rapide et efficace. De plus, ces résultats ont montré une auto-compatibilité étendue chez les cultivars testés avec la présence de l'allèle d'autocompatibilité (Sc) (Figure 120 ; Tableau 31). Les résultats ont montré l'adéquation du couple d'amorces spécifiques SFBc/SFB8 et du couple d'amorces APRFBC8-F et APRFBC8-R, pour l'identification et la différenciation des allèles Sc ( $\approx 500$  pb) et S8 ( $\approx 150$  pb) en utilisant comme marqueur d'ADN l'échelle d'ADN de 1kb+.



**Figure 120:** Amplification par PCR chez 84 génotypes et 8 cultivars d'abricots témoins à l'aide d'amorces spécifiques SFBc/SFB8, APRFBC8-F et APRFBC8-R, pour l'identification et la différenciation des allèles Sc ( $\approx 500$  pb) et S8 ( $\approx 150$  pb). Marqueur : Échelle d'ADN de 1 kb+. Les témoins négatifs (absence de Sc) sont indiqués en gras et les témoins positifs (présence de Sc) sont indiqués en gras. Les codes font référence aux accessions présentées dans le Tableau 31.

**Tableau 31:** Liste des accessions testées pour l'identification de l'allèle S, code de référence (Figure 120) et allèles observés. Entre parenthèses, la localisation des accessions : B : Boukhmissa ; M : Maadid ; Kh : Khoubana ; R : Rahbat ; K : Kochbi ; S : Sefiane. Type de matériel : S (Spontané), IG (Issue du greffage).

Code	Genotype	Alleles	Type	Code	Genotype	Alleles	Type	Code	Genotype	Alleles	Type
1	Arbi 01 (B)	--	S	17	Arbi 06 (K)	--	S	33	Pavit 07 (Kh)	--	IG
2	Arbi 02 (B)	S <sub>c</sub>	S	18	Arbi 07 (K)	S <sub>c</sub>	S	34	Pavit 08 (Kh)	S <sub>c</sub>	IG
3	Arbi 03(B)	S <sub>c</sub>	S	19	Arbi 08 (K)	S <sub>c</sub>	S	35	Pavit 09 (Kh)	S <sub>c</sub>	IG
4	Arbi 01 (M)	S <sub>8</sub>	S	20	Arbi 01 (S)	S <sub>c</sub>	S	36	Paviot 01 (R)	S <sub>c</sub>	IG
5	Arbi 02 (M)	S <sub>8</sub>	S	21	Arbi 02 (S)	S <sub>8</sub>	S	37	Paviot 02 (R)	S <sub>c</sub>	IG
6	Arbi 01 (Kh)	S <sub>8</sub>	S	22	Arbi 03 (S)	--	IG	38	Paviot (K)	S <sub>8</sub>	IG
7	Arbi 02 (Kh)	--	S	23	Bensarmok (B)	S <sub>8</sub>	IG	39	Paviot 01 (S)	S <sub>8</sub>	IG
8	Arbi 01 (R)	--	S	24	Boufarik (S)	S <sub>8</sub>	IG	40	Paviot 02 (S)	S <sub>8</sub>	IG
9	Arbi 02 (R)	--	S	25	Pavit 01 (B)	S <sub>c</sub>	IG	41	Paviot 03 (S)	S <sub>8</sub>	IG
10	Arbi 03 (R)	--	S	26	Pavit (M)	S <sub>c</sub>	IG	42	Pavit 02 (B)	--	IG
11	Arbi 04 (R)	--	S	27	Pavit 01 (Kh)	S <sub>c</sub>	IG	43	Pavit 03 (B)	S <sub>c</sub>	IG
12	Arbi 01 (K)	S <sub>8</sub>	S	28	Pavit 02 (Kh)	S <sub>c</sub>	IG	44	El Khokhi (B)	S <sub>8</sub>	IG
13	Arbi 02 (K)	S <sub>8</sub>	S	29	Pavit 03 (Kh)	S <sub>c</sub>	IG	45	El Khokhi (M)	S <sub>8</sub>	IG
14	Arbi 03 (K)	S <sub>8</sub>	S	30	Pavit 04 (Kh)	S <sub>c</sub>	IG	46	Tounsi (B)	--	IG
15	Arbi 04 (K)	S <sub>c</sub>	S	31	Pavit 05 (Kh)	S <sub>8</sub>	IG	47	Tounsi (M)	--	IG
16	Arbi 05 (K)	--	S	32	Pavit 06 (Kh)	--	IG	48	Tounsi (Kh)	--	IG

Code	Genotype	Alleles	Type	Code	Genotype	Alleles	Type	Code	Genotype	Alleles	Type
49	Bedai 01 (S)	--	IG	64	Louzi B (B)	--	IG	79	Bulida (B)	--	IG
50	Bedai 02 (S)	--	IG	65	Rosé (R)	$S_c$	IG	80	Bulida (Kh)	--	IG
51	Bedai 03 (S)	$S_c$	IG	66	Rosé 01 (K)	--	IG	81	Bulida (Sp)	$S_c$	IG
52	Bedai 04 (S)	$S_c$	IG	67	Rosé 02 (K)	--	IG	82	Boulila (R)	$S_c S_8$	IG
53	Bedai 05 (S)	--	IG	68	Rosé 01 (S)	--	IG	83	Boulila (K)	$S_c$	IG
54	Bedai 06 (S)	--	IG	69	Rosé (B)	--	IG	84	Skikdi (B)	--	IG
55	Bedai 07 (S)	--	IG	70	Rosé 02 (S)	--	IG	85	Musca (B)	$S_8$	IG
56	Louzi R (B)	$S_c S_8$	IG	71	El Hamraia (M)	--	IG	86	Canino (Sp)	$S_c$	IG
57	Louzi R 02 (M)	$S_c S_8$	IG	72	M'Sili (K)	$S_c$	IG	87	Currot (Sp)	$S_c$	IG
58	Louzi R 01 (M)	$S_c S_8$	IG	73	Polonais (B)	$S_c$	IG	88	Orang R (Sp)	--	IG
59	Louzi S (Kh)	$S_c$	IG	74	Polonais 01 (Kh)	$S_c$	IG	89	M. Nar (Sp)	$S_c$	IG
60	Louzi R (Kh)	$S_c S_8$	IG	75	Polonais 02 (Kh)	$S_c$	IG	90	Berger (Sp)	$S_c$	IG
61	Louzi R (R)	$S_c S_8$	IG	76	Polonais 03 (Kh)	$S_c$	IG	91	Estrella (Sp)	--	IG
62	Louzi R (K)	$S_c S_8$	IG	77	Polonais (S)	$S_c$	IG	92	Colorao (Sp)	--	IG
63	Louzi R (S)	$S_c S_8$	IG	78	Polonais (M)	$S_c$	IG				

L'origine des accessions d'abricots n'influence pas le pourcentage de nouaison. En revanche, la région et l'année ont une influence significative. Cependant, l'analyse de la nouaison a montré des différences importantes entre les accessions testées. Les raisons de ces différences sont d'une part la présence d'allèles d'auto-incompatibilités et d'autre part le manque de pollinisation croisée appropriée pour deux raisons, le manque d'abeilles ou le manque de pollinisateur (Herrera *et al.*, 2021). D'autre part, les résultats ont montré une grande diversité en termes d'allèles S dans le germoplasme testé. De plus, certains de ces cultivars d'abricots sont auto-incompatibles, et donc pour obtenir un rendement, ils doivent être pollinisés avec des cultivars compatibles.

Ces résultats, à notre connaissance, représentent la première caractérisation moléculaire du matériel génétique d'abricots pour les allèles d'auto-compatibilité/auto-incompatibilité afin de compléter les études de la biologie de la reproduction. L'auto-compatibilité observée par PCR a également été corroborée par le pourcentage de fruits dans l'évaluation en conditions de terrain en l'absence de pollinisation naturelle par les abeilles dans de nombreux cas. Cette auto-compatibilité étendue est également présente dans les cultivars locaux en Espagne et en Afrique du Nord [Herrera *et al.*, 2018, Boubakri *et al.*, 2021). L'allèle d'auto-compatibilité Sc était l'allèle de compatibilité le plus commun dans le germoplasme testé. Cet allèle est partagé par de nombreux cultivars et transmis aux matériaux spontanés.

# **CONCLUSION GENERALE**

---

## **ET PERSPECTIVES**

## **CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES**

Dans les grands pays producteurs d'abricot, les stratégies de recherche visant l'évaluation de la diversité génétique de l'abricotier, pour la conservation et la valorisation des ressources génétiques, ont été déjà mises en place. En Algérie, cette démarche est devenue impérative, une identification précise et non ambiguë des cultivars constitue l'étape majeure dans les programmes d'amélioration de cette espèce et c'est dans ce contexte que notre travail s'inscrit.

Le but de notre étude est d'évaluer la diversité génétique de l'abricotier, à travers l'évaluation de la variabilité existante entre les 84 accessions étudiées au niveau des zones du Hodna et des Aurès en se basant sur la description phénotypique (phénologiques, pomologiques et morphologiques) des organes végétatives et de reproductions de l'arbre en utilisant les marqueurs morphologiques décrits dans le descripteur international de l'UPOV (Union internationale pour la Protection des Obtentions Végétales), ainsi que la caractérisation moléculaire de différentes accessions en utilisant les marqueurs microsatellites (SSRs). Ces deux outils de caractérisation se sont montrés hautement polymorphes et ont permis de distinguer l'ensemble des accessions analysées, ce sont donc des outils complémentaires, efficaces et discriminants dans la différenciation des accessions étudiées.

Les analyses morphologiques et moléculaires des 84 accessions d'abricotier ont mis en évidence une grande diversité génétique au niveau des zones du Hodna et des Aurès tant au plan morphologique qu'au plan moléculaire. Les échanges de matériels végétaux entre les différents sites des deux régions testés ont contribué à l'enrichissement de la diversité dans chaque zone mais ont été à l'origine de certaines confusions de nomenclature.

Aussi bien les caractères morphologiques que les marqueurs moléculaires se sont avérés hautement pertinents dans la distinction des cultivars et ont résolu différents cas d'homonymies et de synonymies. Les profils moléculaires sont en particulier la clé d'identification variétale et constituent une référence d'identification et de sélection des cultivars et un moyen d'identifier des homonymies et les synonymies.

L'ensemble des résultats acquis dans le cadre de cette étude représente un apport significatif au plan scientifique comme au plan technique au niveau des travaux de valorisation des ressources génétiques, et de l'affectation de profils moléculaires spécifiques à chaque accession et de la résolution de tous les cas de confusion de nomenclature grâce aux profils moléculaires identifiés pour chaque cultivar, de la conservation de ces ressources génétiques et la mise en place de collections variétales de base, de l'identification de matériels

intéressants et de leurs utilisations en tant que géniteurs dans les futurs programmes d'améliorations variétales, comme ils ouvrent des perspectives intéressantes dans un cadre national ou international à travers des problématiques de gestion et d'exploitation des ressources génétiques au minimum à l'échelle du bassin méditerranéen.

Les résultats de la caractérisation phénotypique ont permis:

1-D'évaluer la variabilité des caractères phénotypiques (phénologiques, pomologiques et morphologiques) qu'ils soient quantitatifs ou qualitatifs entre les différentes accessions étudiées quel que soit leur origine à travers l'analyse descriptive univariée. En effet, les caractères phénotypiques utilisés, pour les organes de la partie végétative et de reproduction, ont indiqué une variabilité génétique assez importante entre les 84 accessions qu'elles soient spontanées ou issues du greffage, avec un degré de polymorphisme relativement élevé. Cette variation au niveau phénotypique est fort probablement due, en grande partie à la variation des composantes génétiques des différentes accessions.

2-D'identifier les types de corrélations entre les différentes variables quantitatives étudiées (16 variables) qui sont mises en relations 2 à 2 pour les 84 accessions, à travers une matrice de corrélation qui a mis en évidence cinq types de corrélation allant des variables présentant une corrélation presque nulle ou négligeable (0 à 0,2) à des variables fortement (0,7 à 0,9) à très fortement corrélées (0,9 à 1), les principales combinaisons ayant présentées une corrélation très fortement corrélées sont essentiellement des variables en rapport avec les poids du fruit et les différentes dimensions ; poids du noyau et hauteur fruit, les différentes dimensions entre elles, date de floraison et date de débourrement, toutes ces combinaisons de variables sont corrélées positivement pour les combinaisons fortement corrélées, elle concerne surtout les combinaisons suivantes : poids du fruit et poids du noyau, poids du fruit et ratio fruit/noyau, poids noyau et largeur latérale du fruit, poids noyau et largeur ventrale du fruit, ratio fruit/noyau et les différentes dimensions du fruit, taux d'acidité et pH, date de débourrement et date de maturation, ces combinaisons sont toutes corrélées positivement à l'exception du taux d'acidité du fruit et son pH qui sont corrélés négativement.

3-La réduction du nombre des variables quantitatives et qualitatives proposées par le descripteur UPOV à travers une analyse descriptive multidimensionnelle (ACP et ACM) , dans le but de minimiser l'effet de l'environnement sur la sélection des critères les plus en relation avec les cultivars afin d'avoir une bonne classification ce qui a permis de détecter les principales caractéristiques discriminantes responsables de la variabilité chez les 84 accessions et ont montré que les caractères liés aux fruits sont les plus discriminants suivis de quelques caractères liés à la morphologie de l'arbre :

-Dans l'analyse en composantes principales (ACP), les 16 traits phénotypiques quantitatives étudiés se sont montrés tous discriminants avec des valeurs de corrélations variable-facteur supérieur à 0,5, mais les variables les plus discriminants contribuant à l'explication de la variabilité chez les 84 accessions dont la valeur est  $>0,80$  sont représentées par ordre d'importance: largeur ventrale des fruits, largeur latérale des fruits, poids des fruits, pH, hauteur des fruits, taux d'acidité, période de développement des fruits, poids des noyaux, ratio hauteur/largeur ventrale, date de maturation

-Dans l'analyse des correspondances multiples (ACM), 8 caractères des 21 caractères phénotypiques qualitatives se sont montrés les plus discriminants dans l'explication de la variabilité chez les 84 accessions avec des valeurs de corrélations variable-facteur supérieur à 0,5, ils sont représentés par ordre d'importance comme suite: couleur de fond de la peau, fermeté du fruit, couleur de la chair, vigueur de l'arbre, forme en vue latérale du noyau, forme de l'apex du fruit, forme en vue ventrale du fruit, compatibilité pollinique.

-De même les résultats de l'analyse en composantes principales (ACP) et ceux de l'analyse des correspondances multiples (ACM) basés sur les variables les plus discriminants indiquent que, les accessions étudiées ont montré une diversité élevée vis-à-vis des caractères phénotypiques évalués, et ont permis de constater que plusieurs accessions appartenant aux mêmes cultivars présentent des différences phénotypiques (quantitatifs et qualitatifs) importantes, et dans d'autres cas certaines accessions appartenant à des cultivars différents partagent plusieurs caractéristiques en communs, ces différences et similitudes n'ont pas pu être élucidés qu'à travers les plans factorielles des deux méthodes (ACP et ACM), cette diversité est d'autant plus grande entre les accessions spontanées que celles issues du greffage.

4-De ressortir les clés primordiales pour la différenciation entre les accessions spontanées et celles issues du greffage qui sont: poids, calibre, forme du fruit, acidité, pH, texture de la chair, présence du mucron, où la majeure partie des accessions spontanées sont à fruit de petit calibre, de forme ronde, d'une acidité très élevée, pH bas, et une texture de la chair grossière (présence de filaments) avec la présence du mucron.

5-La classification des 84 accessions étudiées basée sur les caractères quantitatifs et qualitatifs identifiés comme étant discriminants dans notre étude avec un effet moindre de l'environnement, a permis de faire ressortir quatre classes pour la CAH

basé sur des variables quantitatives, et cinq classes pour la CAH construit à partir des variables qualitatives, la CAH a permis de montrer la grande diversité existante au sein de la population étudiée et de déceler les différences et les similarités qui existent à l'intérieur et entre les différentes classes, le dendrogramme construit à partir des variables qualitatives, a permis de ressortir plusieurs cas de similarités entre les accessions que celui construit à partir des variables quantitatives, vu que les variables quantitatives sont très influencées par les conditions de l'environnement d'une région à une autre, ce qui va influencer sur le comportement d'une accession donnée à l'encontre des variables qualitatives dont l'effet est minime.

L'utilisation de ces critères a permis de classer les 84 accessions en groupes distincts et représentent donc un bon moyen pour distinguer et identifier les différents cultivars étudiés au niveau de ces deux zones. Ce résultat souligne l'importance que peut apporter l'utilisation des descripteurs morphologiques pour la caractérisation des ressources génétiques de cette espèce.

L'utilisation des marqueurs moléculaires est un outil indispensable pour compléter l'analyse morphologique. Dans cette étude, les 10 marqueurs SSR utilisés ont permis de :

1- Classer les 84 accessions en 04 groupes distincts, la variabilité présente dans cette collection est très élevée. Les marqueurs utilisés ont amplifié un total de 70 fragments avec une moyenne de 7 allèles par locus. L'hétérozygotie attendue  $H_e$  qui définit le niveau de diversité allélique s'est montrée très élevée avec une moyenne de 0,76.

2- Identifier les marqueurs moléculaires les plus discriminants, où le pouvoir discriminant des marqueurs SSR s'est avéré très élevé avec une moyenne  $PD= 0,86$  où PGS 1.21, UDAp-407, UDAp-471 ont le PD le plus élevé des dix marqueurs moléculaires avec des  $PD > 0,9$ , la combinaison des dix locus ont permis de distinguer sans ambiguïté entre les accessions des 19 cultivars, elle représente donc un bon moyen pour l'identification des cultivars.

3. Montrer que les deux populations d'abricotier spontanées et issues de greffage ont une diversité génétique très élevée, dont une grande partie de ces accessions ont montré des génotypes homozygotes, ce qui nous amène à conclure que le mode le plus présent au sein de ces populations est l'autofécondation.

4- Déceler les cas d'homonymies et de synonymies au sein des différentes accessions étudiées, où il s'est avéré que les accessions spontanées sont toutes génétiquement différentes avec 22 accessions totalement différentes les unes des autres. Même chose a été constatée pour les accessions issues du greffage où 36 cas d'homonymies ont été identifiés et un cas de

synonymie, et deux cas de mutations sont découverts dans les cultivars Bulida et Bedai, où il a été constaté une différence pour un seul allèle amplifié dans le locus UDap-456 entre l'accession Bulida Bo et BulidaKh, cette mutation au niveau du cultivar Bulida corrobore avec les résultats ayant déjà été signalée en Espagne par Ruiz *et al.*, (2019). Une autre mutation a été aussi décelée dans le cultivar Bedai où on a constaté une différence pour un seul allèle amplifié par le locus UDap-471 au sein des accessions Bedai 03 Se et Bedai 04 Se. Le seul cas d'homonymie est constaté pour le cultivar El khokhi avec ses deux accessions (01Bo et 01Ma) et le cultivar Paviot avec ses deux accessions (Paviot 01Se et Paviot 02Se), qui se sont tous avérés identiques génétiquement.

De ce fait le nombre de cultivars qui se distinguent les uns des autres est de 70 cultivars dont 22 spontanées et 48 issues du greffage. En effet, cette large diversité mise en évidence à l'échelle de ces zones mérite d'être mise dans le cadre d'une collection englobant les accessions représentatives de la diversité globale de l'abricotier.

La conservation des ressources génétiques constitue un enjeu aussi bien en termes de préservation et de maintien de la diversité qu'en termes de valorisation directe en tant que variété d'intérêt ou de géniteur pour conduire les prochains travaux d'amélioration variétale. A ce titre, le suivi du comportement des différents spécimens regroupés en collection permettra d'étudier la variabilité morphologique des différentes variétés dans des conditions de culture similaires et révélera sans doute des caractères morphologiques intéressants à des fins d'amélioration variétale.

Les résultats des analyses de la compatibilité pollinique indiquent que les cultivars d'abricotier algériens représentent une source intéressante de nouveau matériel génétique auto-compatible adapté aux conditions de sécheresse pour les programmes de sélection d'abricotier méditerranéen avec la présence de l'allèle d'auto-compatibilité (Sc). L'évaluation du pourcentage de fleurs fécondées et de la nouaison a montré des accessions très productives.

Cependant, l'analyse de la nouaison a montré d'importants problèmes liés au faible pourcentage de nouaison. Les raisons de ces problèmes de reproduction sont d'une part la présence d'allèles d'auto-incompatibilité et d'autre part le manque de pollinisation croisée appropriée pour deux raisons, le manque d'abeille ou le manque de pollinisateur. Il sera nécessaire de déterminer les relations d'auto-(in)compatibilité et d'inter-incompatibilité des cultivars problématiques pour stabiliser la production d'abricots dans les principales zones de production d'abricots d'Algérie du Hodna et de l'Aurès. D'autre part, la détermination du génotype S, qui pourrait être considéré comme un ajout important à un ensemble de

marqueurs d'identités des ressources génétiques de l'abricot, ce qui est particulièrement intéressant pour la caractérisation de la diversité du germoplasme.

Les résultats acquis dans le cadre de cette étude montrent donc l'intérêt d'approfondir l'étude de la diversité des ressources d'abricotier locales et d'envisager leurs exploitations dans le cadre de nouvelles thématiques de recherche en lien soit avec des programmes d'innovation variétale ou d'approche de génétique d'association.

D'autres études sur la variation phénologique et pomologique des cultivars locaux d'abricots algériens doivent être complétées afin d'établir leurs valeurs génétiques pour les programmes de sélection pour la résistance à la sécheresse et au faible besoin en froid.

Une partie de la diversité génétique de cette espèce est représentée à l'échelle de ces deux zones d'étude. Il serait donc intéressant de prospecter dans l'avenir au niveau national car il existe beaucoup d'autres—cultivars d'abricotier encore non dérivés à l'échelle morphologique et génétique.

**REFERENCES**

---

**BIBLIOGRAPHIQUES**

- Abolverdi, J., Ferdosifar, G., Khalili, D., & Kamgar-Haghighi, A. A. (2016). Spatial and temporal changes of precipitation concentration in Fars province, southwestern Iran. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 128(2), 181-196.
- Abrol D.P. (2012) Decline in Pollinators. In: Pollination Biology. Springer, Dordrecht.
- Aggarwal, D. S. K., & Prakashan, G. B. (2019). *A New Approach to I.C.S.E. Biology for Class IX*. Goyal Brothers Prakashan.
- Aissani, N., & Deref, N. (2013). *Etude du comportement de deux variétés d'abricotier (Prunus armeniaca L.), soumises à différents degrés de stress hydrique* [Mémoire Master]. Université de Mohamed Boudiaf M'sila.
- Altuntaş, Y., Kocamaz, A. F., & Yeroğlu, C. (2019). Identification of apricot varieties using leaf characteristics and KNN classifier. *2019 International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP)*, 1-6.
- Aranzana, M. J., Illa, E., Howad, W., & Arús, P. (2012). A first insight into peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] SNP variability. *Tree Genetics & Genomes*, 8(6), 1359-1369.
- Aranzana, M., Garcia-Mas, J., Carbó, J., & Arús, P. (2002). Aranzana, MJ, Garcia-Mas, J, Carbo, J, Arus, P. Development and variability analysis of microsatellite markers in peach. *Plant Breeding*, 121 : 87-92. *Plant Breeding*, 121, 87-92.
- Arzani, K., Nejatian, M. A., & Karimzadeh, G. (2005). Apricot (*Prunus armeniaca*) pollen morphological characterisation through scanning electron microscopy, using multivariate analysis. *New Zealand journal of crop and horticultural science*, 33(4), 381-388.
- Asare, P. A., Galyuon, I. K. A., Sarfo, J. K., & Tetteh, J. P. (2011). Morphological and molecular based diversity studies of some cassava (*Manihot esculenta* crantz) germplasm in Ghana. *African Journal of Biotechnology*, 10(63), 13900-13908.
- Asma, B. M., & Ozturk, K. (2005). Analysis of morphological, pomological and yield characteristics of some apricot germplasm in Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 52(3), 305-313.
- Audergon, J.-M., Monestiez, P., & HABIB, R. (1993). Spatial dependences and sampling in a fruit tree : A new concept for spatial prediction in fruit studies. *J. Hortic. Sci.*, 68, 99-112.
- Audergon, J. M., Monestiez, P., & Habib, R. (1991). Sampling in fruit tree : A new concept applied to an apricot tree. *Acta Horticulturae*, 293, 685-692.
- Audubert, & Lucho. (1989). *L'abricotier* Ed : Granier, J. CTIFL. Paris. 386p
- Ayanoglu, H., & Kaska, N. (1995). PRELIMINARY RESULTS OF LOCAL APRICOT ADAPTATION STUDIES IN THE MEDITERRANEAN REGION OF TURKEY. *Acta Horticulturae*, 384, 117-122.
- Badenes, M. L., Martinez-Calvo, J., & Llácer, G. (1998). Analysis of apricot germplasm from the European ecogeographical group. *Euphytica*, 102(1), 93-99.

- Badenes, M. L., Asíns, M. J., Carbonell, E. A., & Glácer, G. (1996). Genetic diversity in apricot, *Prunus armeniaca*, aimed at improving resistance to plum pox virus. *Plant Breeding*, 115(2), 133-139.
- Bahlouli F., Benmehaia R., Zedam A., Slamani A., Tellache S., (2016) : « Identification morphologique et pomologique des principales variétés d'Abricotier (*Prunus armeniaca* L.) cultivées dans la région de Boukhmissa, M'sila ». Journée Internationale de la Biodiversité. Inventaire et préservation de la biodiversité pour le développement durable. 22 Mai 2016, Université de M'sila.
- Bahlouli, F., Kellou, K., Zedam, A., Slamani, R., Benmehaia, R., Tellache, S., Bendif, E., & Ykhle, N. (2016). Determination of genetics relationships by molecular markers of SSR type, for some varieties of apricot (*Prunus armeniaca* L.) in the area of the Hodna, (M'sila), Algeria. *Journal Algérien Des Régions Arides*, 13(1), 121-128
- Bahlouli, F., Benniou, R., Tiaiba, A., Zedam, Slamani, A., & Benkchida, M. (2011). Characterization of Some Varieties of Apricot Tree Located in the Area of Hodna, Zone of Boukhmissa, South-East of Algeri. *Research Journal of Biological Sciences*, 6:333-337.
- Bahlouli, F., Cherief, A., Khaldi, M., Mefti, M., Tellache, S., Tiaiba, A., Zedam, A., & Slamani, A. (2009). *Study of the Factors of Degradation of the Culture of the Apricot Tree in the Area of Boukhmissa, Zone of Hodna, Wilaya of M'sila*. 7.
- Bahlouli, F., Mefti, M., Tiaiba, A., Zedam, A., Tellache, S., Khaldi, M., Cherief, A., & Slamani, A. (2008). *Study of Current Situation of the Apricot Tree Culture in the Area of Boukhmissa, Wilaya of M'sila, Algeria*. *Academic Journal of Plant Sciences* (3): 37-41.
- Bahlouli, F., Tiaiba, A., & Slamani, A. (2008). Etude des différentes méthodes de séchage d'abricot, point sur les méthodes de séchage traditionnelles dans la région du Hodna, wilaya de M'Sila. *Revue des Energies Renouvelables SMSTS*, 8, 61-66.
- Baird, W. V., Estager, A. S., & Wells, J. K. (1994). Estimating Nuclear DNA Content in Peach and Related Diploid Species Using Laser Flow Cytometry and DNA Hybridization. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 119(6), 1312-1316.
- Bakir, M., Dumanoğlu, H., Erdoğan, V., Ernim, C., & Macit, T. (2019). Characterization of Wild Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Genotypes Selected from Cappadocia Region (Nevşehir-Turkey) by SSR Markers. *Journal of Agricultural Sciences*, 25(4), 498-507.
- Balta, M. F., muradoğlu, F., aşkın, M., & Kaya, T. (2007). Fruit Sets and Fruit Drops in Turkish Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Varieties Grown under Ecological Conditions of Van, Turkey. *Asian Journal of Plant Sciences*, 6.
- Barcaccia, G. (2010). Molecular Markers for Characterizing and Conserving Crop Plant Germplasm. In *Molecular Techniques in Crop Improvement : 2nd Edition* (p. 231-254.).
- Barka, K. (2015). *Etude phéno-morphologique et pomologique de quatre variétés d'abricotier dans la région de Boukhmissa, M'sila*. [Mémoire Master]. Université de Mohamed Boudiaf M'sila.

- Barrett, S. C. H. (2003). Mating strategies in flowering plants : The outcrossing–selfing paradigm and beyond. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 358(1434), 991-1004.
- Bartz, J. A., & Brecht, J. K. (2002). *Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables*. Second edition. *Marcel Dekker, New York*, 744pp..
- Batnini, M., Krichen, L., Bourguiba, H., Trifi-Farah, N., Ruiz, D., Martinez-Gomez, P., & Rubio, M. (2016). Comparative analysis of traditional and modern apricot breeding programs : A case of study with Spanish and Tunisian apricot breeding germplasm. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 14, e0706.
- Battistini, S., & Sansavini, S. (1991). *ISOZYME POLYMORPHISM IN APRICOT CULTIVARS / Acta Hortic.* 293, 259-266
- Bellenot, P. (1963). *LES ABRICOTS D'ALGÉRIE. Caractères technologiques et chimiques Fruit., CIRAD*, 18(4), 189-194.
- Benamor, F., & Meghrabi, N. (2013). *Etude phéno-morphologique de pomologie de quatre variétés d'abricotier dans la région de Boukhmissa*. [Mémoire Master], Université de Mohamed Boudiaf M'sila.
- Benaziza, A., & Makhloula, S. (2017). Etude Des Parametres Floraux De Quatre Varietes L'abricotier Dans La Region De Guedila (Biskra, Algerie). *European Scientific Journal, ESJ*, 13(3), 461.
- Benaziza, A. (2011). *Comportement et caractérisations morphologique, physiologique et agronomique de quelques variétés d'abricotier (Prunus armeniaca L.) cultivées en milieu oasien é* [Thèse Doctorat], Université de Biskra.
- Benaziza, A., & Lebid, H. (2007). Caractérisation de quelques variétés d'abricotier (Prunus armeniaca L.) Dans la région de M'chouneche wilaya de Biskra. *Courier du savoir*,(08), 101-110.
- Bendif, H., Benmehia, R., Bahlouli, F., Tellache, S., & Zedam, A. S. A. (2017). Contribution to the study of some aspects of pollination in six varieties of apricot in the region of M'sila (Algeria). *Journal of Scientific Agriculture*, 347-351.
- Benhammidouche, A., & Benguenna, A. (2014). *Etude de l'effet de l'âge de l'arbre dans le comportement de quelques variétés d'abricotier (Prunus armeniaca L.), dans la région de Boukhmissa, wilaya de M'sila* [Mémoire Master]. Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila.
- Benmehaia R., Bendif E., Bahlouli F (2016) : « Architecture et dynamique de croissance du système racinaire d'Abricotier (Prunus armeniaca L.) ». Séminaire Internationale sur la valorisation des ressources naturelles dans les zones semi-arides : Potentialités et perspectives d'amélioration. 22-23 Novembre 2016, Université de M'sila.
- Bessaoud, O., Pellissier, J.-P., Rolland, J.-P., & Khechimi, W. (2019). *Rapport de synthèse sur l'agriculture en Algérie* (p. 82) [Research Report]. CIHEAM-IAMM.

- Bhat, Z. A., DHILLON, W. S., Rashid, R., Bhat, J. A., Dar, W. A., & Ganaie, M. Y. (2010). The role of molecular markers in improvement of fruit crops. *Notulae Scientia Biologicae*, 2(2), 22-30.
- Bielsa, B., Jiwan, D., Fernandez i Marti, A., Dhingra, A., & Rubio-Cabetas, M. J. (2014). Detection of SNP and validation of a SFP InDel (deletion) in inverted repeat region of the *Prunus* species chloroplast genome. *Scientia Horticulturae*, 168, 108-112.
- Bodian, A., Nachtigall, M., Frese, L., Elhoumaizi, M., Hasnaoui, A., Ndir, K., & Sané, D. (2014). Genetic Diversity Analysis of Date Palm (*Phoenix dactylifera* L.) Cultivars from Morocco Using SSR Markers. *Biodiversity, Bioprospecting and Development*, 1, 1-8.
- Boubakri A., Krichen L., Batnini M.A., Trifi-Farah N., Roch G., Audergon J.M., Bourguiba H. (2021). Self-(in) compatibility analysis of apricot germplasm in Tunisia: S-RNase allele identification, S-genotype determination and crop history evolution. *Sci Hort*, 276: 109758.
- Bouras, A., & Boutaiba, A. (2019). *Etude de l'effet de l'altitude sur le comportement de quelques variétés d'abricotier (Prunus armeniaca L.) dans la région du Hodna, M'sila*. [Mémoire Master], Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila.
- Bouras, S., & Remmache, N. (2017). *Etude de l'effet de la position de l'arbre d'abricotier (Prunus Armeniaca L) au sein du verger sur le comportement de quelques variétés, au niveau de deux régions d'étude (Boukhmissa et Birmadhi), wilaya de M'sila* [Mémoire Master]. Université de Mohamed Boudiaf M'sila.
- Bourguiba, H., Scotti, I., Sauvage, C., Zhebentyayeva, T., Ledbetter, C., Krška, B., Remay, A., D'Onofrio, C., Iketani, H., Christen, D., Krichen, L., Trifi-Farah, N., Liu, W., Roch, G., & Audergon, J.-M. (2020). Genetic Structure of a Worldwide Germplasm Collection of *Prunus armeniaca* L. Reveals Three Major Diffusion Routes for Varieties Coming From the Species' Center of Origin. *Frontiers in Plant Science*, 11.
- Bourguiba, H., Batnini, M.-A., Krichen, L., Trifi-Farah, N., & Audergon, J.-M. (2017). Population structure and core collection construction of apricot (*Prunus armeniaca* L.) in North Africa based on microsatellite markers. *Plant Genetic Resources*, 15(1), 21-28.
- Bourguiba, H., Krichen, L., Audergon, J.-M., Khadari, B., & Trifi-Farah, N. (2010). Impact of Mapped SSR Markers on the Genetic Diversity of Apricot (*Prunus armeniaca* L.) in Tunisia. *Plant Molecular Biology Reporter*, 28(4).
- Bowers, J. E., Dangl, G. S., Vignani, R., & Meredith, C. P. (1996). Isolation and characterization of new polymorphic simple sequence repeat loci in grape (*Vitis vinifera* L.). *Genome*, 39(4), 628-633.
- Bracci, T., Busconi, M., Fogher, C., & Sebastiani, L. (2011). Molecular studies in olive (*Olea europaea* L.): Overview on DNA markers applications and recent advances in genome analysis. *Plant Cell Reports*, 30(4), 449-462.
- Bretauudeau, J. (1979). *Atlas d'arboriculture fruitière Vol III Pêcher, prunier, cerisier, abricotier, amandier*. J. B. Baillière. Paris, 184P.

- Bretonneau, J., & Fauré, Y. (1992). *Atlas d'arboriculture fruitière. Généralités sur la culture des arbres fruitiers: Vol. I*. Tec et Doc. Lavoisier. Paris. 289P
- Brugière, N., Rothstein, S. J., & Cui, Y. (2000). Molecular mechanisms of self-recognition in Brassica self-incompatibility. *Trends in Plant Science*, 5(10), 432-438.
- Burd, M. (1994). Bateman's principle and plant reproduction: The role of pollen limitation in fruit and seed set. *The Botanical Review*, 60(1), 83-139.
- Burgos, L., Pérez-Tornero, O., Ballester, J., & Olmos, E. (1998). Detection and inheritance of stylar ribonucleases associated with incompatibility alleles in apricot. *Sexual Plant Reproduction*, 11, 153-158.
- Burgos, L., Egea, J., Guerriero, R., Viti, R., Monteleone, P., & Audergon, J. M. (1997). The self-compatibility trait of the main apricot cultivars and new selections from breeding programmes. *Journal of Horticultural Science*, 72(1), 147-154.
- Byrne, D. h., & Littleton, T. g. (1989). Characterization of isozyme variability in apricots. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 674-678.
- Byrne, D. h., & Littleton, T. g. (1988). Electrophoretic characterization of diploid plums of the southern United States. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 113, 918-924.
- Callen, D., Thompson, A., Shen, Y., Phillips, H., Richards, R., Mulley, J., & Sutherland, G. (1993). Incidence and Origin of "Null" Alleles in the (AC)<sub>n</sub> Microsatellite Markers. *Am. J. Hum. Genet.*, 922-927.
- Caliskan, M. (2012). *Genetic Diversity in Plants*. Rijeka, Croatia: InTech.
- Campoy, J. A., Ruiz, D., & Egea, J. (2011). Dormancy in temperate fruit trees in a global warming context: A review. *Scientia Horticulturae*, 130(2), 357-372.
- Campoy, J. A., Martínez-Gómez, P., Ruiz, D., Rees, J., & Celton, J. M. (2010). Developing microsatellite multiplex and megaplex PCR systems for high-throughput characterization of breeding progenies and linkage maps spanning the apricot (*Prunus armeniaca* L.) genome. *Plant molecular biology reporter*, 28(4), 560-568.
- Cantini, C., Iezzoni, A. F., Lamboy, W. F., Boritzki, M., & Struss, D. (2001). DNA Fingerprinting of Tetraploid Cherry Germplasm Using Simple Sequence Repeats. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 126(2), 205-209.
- Cao, K., Li, Y., Deng, C. H., Gardiner, S. E., Zhu, G., Fang, W., Chen, C., Wang, X., & Wang, L. (2019). Comparative population genomics identified genomic regions and candidate genes associated with fruit domestication traits in peach. *Plant Biotechnology Journal*, 17(10), 1954-1970.
- Carrasco, B., Díaz, C., Moya, M., Gebauer, M., & Garcia-Gonzales, R. (2012). Genetic characterization of Japanese plum cultivars (*Prunus salicina*) using SSR and ISSR molecular markers. *Ciencia e investigación agraria*, 39, 533-543.

- Chen, Q., Meng, D., Gu, Z., Li, W., Yuan, H., Duan, X., Yang, Q., Li, Y., & Li, T. (2018). SLFL Genes Participate in the Ubiquitination and Degradation Reaction of S-RNase in Self-compatible Peach. *Frontiers in Plant Science*, 9, 227.
- Ciofi, C., Funk, S. M., Coote, T., Cheesman, D. J., Hammond, R. L., Saccheri, I. J., & Bruford, M. W. (1998). Genotyping with Microsatellite Markers. In A. Karp, P. G. Isaac, & D. S. Ingram (Éds.), *Molecular Tools for Screening Biodiversity* Springer Netherlands. (p. 195-201).
- Cipriani, G., Lot, G., Huang, W.-G., Marrazzo, M. T., Peterlunger, E., & Testolin, R. (1999). AC/GT and AG/CT microsatellite repeats in peach [*Prunus persica* (L) Batsch] : Isolation, characterisation and cross-species amplification in *Prunus*: *Theoretical and Applied Genetics*, 99(1-2), 65-72.
- Clarke, J. B., & Tobutt, K. R. (2003). Development and characterization of polymorphic microsatellites from *Prunus avium* « Napoleon ». *Molecular Ecology Notes*, 3(4), 578-580.
- Costes, E. (1993). Architecture aérienne de l'Abricotier en développement libre. *Acta Botanica Gallica*, 140(3), 249-261.
- Crossa-Raynaud, P., & Audergon, J. (1989). Some reflexions on apricot selection. In IX International Symposium on Apricot Culture 293 (pp. 73-86).
- Crossa Ryanaud, M. (1961). *L'abricot et le climat journée nationale de l'abricotier*. Ed. INRA. France, 55-61.
- Crossa-Raynaud P. 1960. Problèmes d'arboriculture fruitière en Tunisie. *Annales de l'INRAT*. Tiré à part. 33: 39-63.
- Djaballah, M., & Hebal, F. (2017). *Effet des différentes catégories d'âge de l'arbre sur le comportement de quelques variétés d'abricotier (Prunus armeniaca L.) dans la région de Ouadah (Magra) wilaya de M'sila* [Mémoire Master], Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila.
- Davarynejad, G. H., Szabó, Z., Váci Felhösne, E., Kun, Zs., & Nyéki, J. (1995). ANTHHER AND POLLEN GRAIN CHARACTERISTICS OF APRICOT CULTIVARS. *Acta Horticulturae*, 384, 351-354.
- Dawn, F., & Wills, C. (1998). Abundant Microsatellite Polymorphism in *Saccharomyces cerevisiae*, and the Different Distributions of Microsatellites in Eight Prokaryotes and *S. cerevisiae*, Result from Strong Mutation Pressures and a Variety of Selective Forces. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 95, 1647-1652.
- Dayanandan, S., Rajora, O., & Bawa, K. (1998). Isolation and characterization of microsatellites in trembling aspen (*Populus tremuloides*). *Theoretical and Applied Genetics*, 96, 950-956.
- Decroocq, V., Favé, M. G., Hagen, L., Bordenave, L., & Decroocq, S. (2003). Development and transferability of apricot and grape EST microsatellite markers across taxa. *Theoretical and Applied Genetics*, 106(5), 912-922.

- Demirtas, M. N., Atay, S., Gokalp, K., Sahin, M., Olmez, H. A., Yilmaz, K. U., Paydas Kargi, S., Altindag, M., & Ercisli, S. (2010). Improvement of Late Blooming Drying Apricot Varieties by Cross Breeding. *Acta Hort*, 862, 219-224.
- De Nettancourt, D. (2001). Incompatibility and incongruity in wild and cultivated plants (Vol. 3). Springer Science & Business Media.
- DeVerno, L. L., & Mosseler, A. (1997). Genetic variation in red pine (*Pinus resinosa*) revealed by RAPD and RAPD-RFLP analysis. *Canadian Journal of Forest Research*, 27(8), 1316-1320.
- DeWoody J.A. Honeycutt R.L., Skow L.C. 1995. Microsatellite markers in white-tailed deer. *J. Hered* 86, 317-319.
- Dezhong, T., Baoming, W., Gaixiu, D., & Xiaofeng, F. (1995). STUDIES ON THE POLLEN MORPHOLOGY AND ULTRASTRUCTURE OF CULTIVATED VARIETIES OF APRICOT, *ARMENIACA VULGARIS* LAM. *Acta Horticulturae*, 403, 140-144.
- Dirlewanger, E., Cosson, P., Tavaud, M., Aranzana, M., Poizat, C., Zanetto, A., Arús, P., & Laigret, F. (2002). Development of microsatellite markers in peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] and their use in genetic diversity analysis in peach and sweet cherry (*Prunus avium* L.). *TAG. Theoretical and applied genetics. Theoretische und angewandte Genetik*, 105, 127-138.
- Dondini L., Lain O., Geuna F., Banfi R., Gaiotti F., Tartarini S., Bassi D., and Testolin R. 2007. Development of a new SSR-based linkage map in apricot and analysis of synteny with existing *Prunus* maps. *Tree Genet. Genomes*, 3: 239–249.
- Downey, S., & Iezzoni, A. (2000). Polymorphic DNA Markers in Black Cherry (*Prunus serotina*) Are Identified Using Sequences from Sweet Cherry, Peach, and Sour Cherry. *Journal of the American Society for Horticultural Science. American Society for Horticultural Science*, 125, 76-80.
- Doyle J.J., Doyle J.L. 1987. A rapid isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. *Phytoch Bull* 19:11–15.
- Drogoudi, P. D., Vemmos, S., Pantelidis, G., Petri, E., Tzoutzoukou, C., & Karayiannis, I. (2008). Physical Characters and Antioxidant, Sugar, and Mineral Nutrient Contents in Fruit from 29 Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Cultivars and Hybrids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(22), 10754-10760.
- DSA, B. (2020). *Direction des Services Agricole de la Wilaya de Batna, Serie B, Statistiques Agricoles. Service des statistiques.*
- DSA, M. (2020). *Direction des Services Agricole de la Wilaya de M'sila, Serie B, Statistiques Agricoles. Service des statistiques.*
- Duby C et Robin S., 2006. Analyse en composantes principales. Dép. O.M.I.P. Paris: 20-26.

- Durgac, C., Bozkurt, S., & Odemis, B. (2017). DIFFERENT IRRIGATION INTERVALS AND WATER AMOUNT STUDIES IN YOUNG APRICOT TREES (CV. NINFA). *Fresenius Environmental Bulletin*, 26, 1469-1476.
- Eagles, H. A., Bariana, H. S., Ogbonnaya, F. C., Rebetzke, G. J., Hollamby, G. J., Henry, R. J., ... & Carter, M. (2001). Implementation of markers in Australian wheat breeding. *Australian Journal of Agricultural Research*, 52(12), 1349-1356.
- El Gazzah, M., & Chalabi, N. (1995). Ressources génétiques et amélioration des plantes. *Le progrès génétique passe-t-il par le repérage des gènes, AUPELP-UREF. John Libbey Eurotext*. Paris 123-129.
- Elbagore, H., & Benadel, Z. (2017). *Contribution à l'étude de quelques aspects de pollinisation et de fécondation chez six variétés d'abricotier dans la région du K'SOB (M'sila)* [Mémoire Master]. Université de Mohamed Boudiaf M'sila.
- Elmeer, K., & Mattat, I. (2015). Genetic diversity of Qatari date palm using SSR markers. *Genetics and molecular research: GMR*, 14, 1624-1635.
- Fang, J., Twito, T., Zhang, Z., & Chao, C. T. (2006). Genetic relationships among fruiting-mei (*Prunus mume* Sieb. Et Zucc.) cultivars evaluated with AFLP and SNP markers. *Genome*, 49(10), 1256-1264.
- Fan S., Bielenberg D.G., Zhebentyayeva T.N., Reighard G.L., Okie W.R., Holland D., Abbott A.G. 2010. Mapping quantitative trait loci associated with chilling requirement, heat requirement and bloom date in peach (*Prunus persica*). *New Phytol.* 185, 917–930.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). FAOSTAT statistical database. [Rome] :FAO.
- Faust, M., Suranyi, D., & Nyujto, F. (1998). Origin and dissemination of apricot. *HORTICULTURAL REVIEWS-WESTPORT THEN NEW YORK-*, 22, 225-260.
- Feng, G., Cobb, S., Abdo, Z., Fisher, D. K., Ouyang, Y., Adeli, A., & Jenkins, J. N. (2016). Trend Analysis and Forecast of Precipitation, Reference Evapotranspiration, and Rainfall Deficit in the Blackland Prairie of Eastern Mississippi. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 55(7), 1425-1439.
- Fernandez i Marti, A., Athanson, B., Koepke, T., Font i Forcada, C., Dhingra, A., & Oraguzie, N. (2012). Genetic Diversity and Relatedness of Sweet Cherry (*Prunus Avium* L.) Cultivars Based on Single Nucleotide Polymorphic Markers. *Frontiers in Plant Science*, 3, 116.
- Fox J., Weisberg, S. (2019). *An R Companion to Applied Regression*, Third edition. Sage, Thousand Oaks CA.
- Frankham, R. (2005). Genetics and Extinction. *Biol Conserv. Biological Conservation*, 126, 131-140.
- Frankham, R. (2003). Genetics and conservation biology. *Comptes Rendus - Biologies*, 326(SUPPL. 1), S22-S29.

- Franklin-Tong, N. (V. E. ), & Franklin, F. C. H. (2003). Gametophytic self-incompatibility inhibits pollen tube growth using different mechanisms. *Trends in Plant Science*, 8(12), 598-605.
- Ganopoulos, I., Argiriou, A., & Tsaftaris, A. (2011). Adulterations in Basmati rice detected quantitatively by combined use of microsatellite and fragrance typing with High Resolution Melting (HRM) analysis. *Food Chemistry*, 129(2), 652-659.
- Ganopoulos, I., Tsaballa, A., Xanthopoulou, A., Madesis, P., & Tsaftaris, A. (2013). Sweet Cherry Cultivar Identification by High-Resolution-Melting (HRM) Analysis Using Gene-Based SNP Markers. *Plant Molecular Biology Reporter*, 31(3), 763-768.
- Garcia, E. G., Guerriero, R., & Monteleone, P. (1997). Apricot bud chilling and heat requirements in two different climatic areas: Murcia and the Tuscan Maremma. In XI International Symposium on Apricot Culture 488 (pp. 289-294).
- García-Gómez, B. E., Salazar, J. A., Dondini, L., Martínez-Gómez, P., & Ruiz, D. (2019). Identification of QTLs linked to fruit quality traits in apricot (*Prunus armeniaca* L.) and biological validation through gene expression analysis using qPCR. *Molecular Breeding*, 39(2), 28.
- Garner, D., Crisosto, C.H., Wiley, P. and Crisosto, G.M. (2003) Measurement of pH and Titratable Acidity
- Gaspero, G., Peterlunger, E., Testolin, R., Edwards, K., & Cipriani, G. (2000). Conservation of microsatellite loci within the genus *Vitis*. *Theoretical and Applied Genetics*, 101, 301-308.
- Gautier M., 1982, L'abricotier et sa culture (3eme partie) Ed: A.Fruit. N°336. pp 37-41
- Ghalmi, N. (2011). *Etude de la diversité génétique de quelques écotypes locaux de Vigna unguiculata (L.) Walp. Cultivés en Algérie* [Thèse de Doctorat].ENSA.
- Gianfranceschi, L., Seglias, N., Tarchini, R., Komjanc, M., & Gessler, C. (1998). Simple sequence repeats for the genetic analysis of apple: *Theoretical and Applied Genetics*, 96(8), 1069-1076.
- Giovannoni, J. J. (2004). Genetic regulation of fruit development and ripening. *The Plant Cell*, 16(Suppl), S170-S180.
- Godwin, I. D., Aitken, E. A., & Smith, L. W. (1997). Application of inter simple sequence repeat (ISSR) markers to plant genetics. *Electrophoresis*, 18(9), 1524-1528.
- González, A., Coulson, M., & Brettell, R. (2002). DEVELOPMENT OF DNA MARKERS (ISSRs) IN MANGO. *Acta Horticulturae*, 575, 139-143.
- Goodwillie, C. (1997). The genetic control of self-incompatibility in *Linanthus parviflorus* (Polemoniaceae). *Heredity*, 79(4), 424-432.
- Got N., 1958. L'abricotier. *la maison rustique*. Paris. 140.

- Govindaraj, M., Vetriventhan, M., & M, S. (2015). Importance of Genetic Diversity Assessment in Crop Plants and Its Recent Advances : An Overview of Its Analytical Perspectives. *Genetics Research International*, 2015.
- Grimplet, J. (2004). Génomique fonctionnelle et marqueurs de qualité chez l'abricot. [Thèse Doctorat]. École doctorale : Sciences Ecologiques, Vétérinaires, Agronomiques & Bioingénieries Toulouse
- Gul, S., Siddiqui, Z. S., Noman, A., & Rasheed, F. (2017). *Tree Anatomy and Physiology*.
- Hagen, L. S., Chaib, J., Fady, B., Decroocq, V., Bouchet, J. P., Lambert, P., & Audergon, J. M. (2004). Genomic and cDNA microsatellites from apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Molecular Ecology Notes*, 4(4), 742-745.
- Hakimi, E. (1993). *Etude de comportement de quelques variétés de pêcher (Prunus persica L.) à faible besoins en froid*. [Thèse Doctorat]. ENSA El harrach.
- Halász, J., Kodad, O., Galiba, G. M., Skola, I., Ercisli, S., Ledbetter, C. A., & Hegedűs, A. (2019). Genetic variability is preserved among strongly differentiated and geographically diverse almond germplasm : An assessment by simple sequence repeat markers. *Tree Genetics & Genomes*, 15(1), 12.
- Halász, J., Pedryc, A., Ercisli, S., Yilmaz, K. U., & Hegedűs, A. (2010). S-genotyping Supports the Genetic Relationships between Turkish and Hungarian Apricot Germplasm. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 135(5), 410-417.
- Halász, J., Pedryc, A., & Hegedűs, A. (2007). Origin and dissemination of the pollen-part mutated S<sub>c</sub> haplotype which confers self-compatibility in apricot (*Prunus armeniaca*). *New Phytologist*, 176(4), 792-803.
- Hamada, H., Petrino, M. G., & Kakunaga, T. (1982). A novel repeated element with Z-DNA-forming potential is widely found in evolutionarily diverse eukaryotic genomes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 79(21), 6465-6469.
- Hayashi, K., Shimazu, K., Yaegaki, H., Yamaguchi, M., Nishitani, C., & Yamamoto, T. (2009). GENETIC DIVERSITY OF MUME, APRICOT AND JAPANESE PLUM CULTIVARS ASSESSED BY SSR MARKERS. *Acta Horticulturae*, 814, 629-634.
- Hayes, D., & Laudan, R. (2009). *Food and Nutrition.: Lifespan, human to pesticides* Marshall Cavendish.713.
- Herrera S., Lora J., Hormaza J.I., Rodrigo J. (2021). Pollination Management in Stone Fruit Crops. M. M. Mir et al. (eds.), Production Technology of Stone Fruits. Ed. Springer Nature Singapore Pte Ltd. 75-102.
- Herrera, S., Lora, J., Hormaza, J. I., & Rodrigo, J. (2020). Determination of Self- and Inter-(in)compatibility Relationships in Apricot Combining Hand-Pollination, Microscopy and Genetic Analyses. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*, 160, e60241.

- Herrera S., Lora J., Hormaza J.I., Herrero M., Rodrigo J. (2018a). Optimizing Production in the New Generation of Apricot Cultivars: Self-incompatibility, S-RNase Allele Identification, and Incompatibility Group Assignment. *Front Plant Sci*, 9: 527
- Hong, J.-H., Yi, S.-I., Kwon, Y.-S., Kim, Y., & Choi, K.-J. (2013). Genetic Diversity Analysis of Peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] Varieties Using SSR Markers. *Korean Journal of Breeding Science*, 45, 201-211.
- Huang, H., Lu, J., Ren, Z., Hunter, W., Dowd, S. E., & Dang, P. (2011). Mining and validating grape (*Vitis* L.) ESTs to develop EST-SSR markers for genotyping and mapping. *Molecular Breeding*, 28(2), 241-254.
- Huang, S., Lee, H. S., Karunanandaa, B., & Kao, T. H. (1994). Ribonuclease activity of *Petunia inflata* S proteins is essential for rejection of self-pollen. *The Plant Cell*, 6(7), 1021-1028.
- Huq, M. A., Akter, S., Nou, I. S., Kim, H. T., Jung, Y. J., & Kang, K. K. (2016). Identification of functional SNPs in genes and their effects on plant phenotypes. *Journal of Plant Biotechnology*, 43(1), 1-11.
- Hurtado, M., Romero, C., Vilanova, S., Abbott, A., Llácer, G., & Badenes, M. (2002). Genetic linkage maps of two apricot cultivars (*Prunus armeniaca* L.), and mapping of PPV (sharka) resistance. *Theoretical and Applied Genetics*, 105(2), 182-191.
- Hurtado, M. A., Westman, A., Beck, E., Abbott, G. A., Llácer, G., & Badenes, M. L. (2002). Genetic diversity in apricot cultivars based on AFLP markers. *Euphytica*, 127(2), 297-301.
- IBM Corp. Released 2019. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 26.0. Armonk, NY: IBM Corp
- Igic, B., & Kohn, J. R. (2001). Evolutionary relationships among self-incompatibility RNases. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98(23), 13167-13171.
- Igic, B., Lande, R., & Kohn, J. R. (2008). Loss of Self-Incompatibility and Its Evolutionary Consequences. *International Journal of Plant Sciences*, 169(1), 93-104.
- Institut National de la Recherche Agronomique D'Alger. (2006). *Deuxième rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques* (NATIONAL N° 2; p. 92). INRAA.
- İmrak, B., Küden, A., Yurtkulu, V., Kafkas, E., Erciqli, S., & Kafkas, S. (2017). Evaluation of Some Phenological and Biochemical Characteristics of Selected New Late Flowering Dried Apricot Cultivars. *Biochemical Genetics*, 55(3), 234-243.
- Ivanov, R., Fobis-Loisy, I., & Gaude, T. (2010). When no means no : Guide to Brassicaceae self-incompatibility. *Trends in Plant Science*, 15(7), 387-394.
- Jackson, D. I., & Coombe, B. G. (1966). The growth of apricot fruit. I. Morphological changes during development and the effects of various tree factors. *Australian Journal of Agricultural Research*, 17(4), 465-477.

- Jain, S. M., & Priyadarshan, P. M. (2009). *Breeding Plantation Tree Crops : Temperate Species*. Springer Science & Business Media.
- Jain, S. M., & Häggman, H. (2007). *Protocols for Micropropagation of Woody Trees and Fruits*. Springer Science & Business Media.
- Jiang, G. L. (2013). Molecular markers and marker-assisted breeding in plants. *Plant breeding from laboratories to fields*, 45-83.
- Janick, J., & Moore, J. N. (1996). *Fruit Breeding, Tree and Tropical Fruits*. John Wiley & Sons.
- Jean Marie Lespinasse, Leterme, E., & Adgié, G. (2005). *De la taille à la conduite des arbres fruitiers*. Educagri.
- Jones, C. J., Edwards, K. J., Castaglione, S., Winfield, M. O., Sala, F., van de Wiel, C., Bredemeijer, G., Vosman, B., Matthes, M., Daly, A., Brettschneider, R., Bettini, P., Buiatti, M., Maestri, E., Malcevski, A., Marmioli, N., Aert, R., Volckaert, G., Rueda, J., ... Karp, A. (1997). Reproducibility testing of RAPD, AFLP and SSR markers in plants by a network of European laboratories. *Molecular Breeding*, 3(5), 381-390.
- Joobeur, T., Periam, N., de Vicente, M. C., King, G. J., & Arús, P. (2000). Development of a second generation linkage map for almond using RAPD and SSR markers. *Genome*, 43(4), 649-655.
- Joobeur, T., Viruel, M., Vicente, M., Jáuregui, B., Ballester, J., Dettori, M., Verde, I., Truco, M., Messeguer, R., Batlle, I., Quarta, R., Dirlewanger, E., & Arús, P. (1998). Construction of a saturated linkage map for Prunus using an almond X peach F2 progeny. *Theoretical and Applied Genetics*, 97(7), 1034-1041.
- Julian, C., Herrero, M., & Rodrigo, J. (2010). Flower bud differentiation and development in fruiting and non-fruiting shoots in relation to fruit set in apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Trees*, 24(5), 833-841.
- Kalia, R. K., Rai, M. K., Kalia, S., Singh, R., & Dhawan, A. K. (2011). Microsatellite markers: an overview of the recent progress in plants. *Euphytica*, 177(3), 309-334.
- Kamrani, R., & Bouzari, N. (2013). Study of some Iranian apricot with leaf morphological markers (leaf characteristics). *Annals of Biological Research*, 4(5), 307-311.
- Khan, M. A., Maghuly, F., Borroto-Fernandez, E. G., Pedryc, A., Katinger, H., & Laimer, M. (2008). Genetic diversity and population structure of apricot (*Prunus armeniaca* L.) from Northern Pakistan using Simple Sequence Repeats. *Silvae Genetica*, 57(3), 157.
- Kheloufi, C. (2013). *Détermination des relations génétiques par marqueurs moléculaire de type SSR, de quelques variétés d'abricotier dans la région du Hodna, wilaya de M'sila* [Mémoire Master]. Université de Mohamed Boudiaf M'sila.
- Klein, A.-M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1608), 303-313.

- Koseva, B., Crawford, D. J., Brown, K. E., Mort, M. E., & Kelly, J. K. (2017). The genetic breakdown of sporophytic self-incompatibility in *Tolpis coronopifolia* (Asteraceae). *New Phytologist*, 216(4), 1256-1267.
- Kostina, K. F. & Groshkova, G.A. (1976). Problems of self-pollination in apricots. *Biologiya*, 11(4): 612-613.
- Kostina K.F., 1970. Issledovaniya po samoopyleniju abrikosa (Investigations on the apricot self-pollination). *Trudy Gosudarstvenogo Nikitskogo Botanicheskogo Sada*, 45: 7–17
- Kostina, K. F. (1960). The use of varietal resources of apricots for breeding. *Trud. nikit. bot. Sad. (Trans. Nikita bot. Gdn.)*, 40, 45-63.
- Krichen, L., Ben Mimoun, M., & Hellali, R. (2006). Identification and description of apricot cultivars in Tunisia. *Acta horticulturae*, 701, 241-246.
- Kumar, D., Lal, S., & Ahmed, N. (2015). Morphological and pomological diversity among apricot (*Prunus armeniaca*) genotypes grown in India. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 85(10), 1349-1355.
- Kumar, S., Stecher, G., Li, M., Knyaz, C., & Tamura, K. (2018). MEGA X: Molecular evolutionary genetics analysis across computing platforms. *Molecular Biology and Evolution*, 35(6), 1547–1549.
- Lai, Z., Ma, W., Han, B., Liang, L., Zhang, Y., Hong, G., & Xue, Y. (2002). An F-box gene linked to the self-incompatibility (S) locus of *Antirrhinum* is expressed specifically in pollen and tapetum. *Plant Molecular Biology*, 50(1), 29-41.
- Lamb, R.C. and W.C. Stiles. 1983. Apricots for New York state. N.Y. Food and Life Sci. Bul. (100):1–4
- Lansari, A., & Iezzoni, A. (1990). A Preliminary Analysis of Self-incompatibility in Sour Cherry. *HortScience*, 25(12), 1636-1638.
- Layne, R. E. C., Bailey, C. H., & Hough, L. F. (1995). Apricots. In D. K. Salunkhe & S. S. Kadam (Éds.), *Handbook of Fruit Science and Technology : Production, Composition, Storage, and Processing* (p. 79-112)
- Ledbetter, C. A. (2008). Apricots. In J. F. Hancock (Éd.), *Temperate Fruit Crop Breeding : Germplasm to Genomics* (p. 39-77). Springer Science & Business Media.
- LEGAVE, J.-M. (1978). *Quelques aspects de nécroses florales avant la floraison chez l'abricotier. Annale de l'amélioration des plantes* (Vol. 28).
- Iezzoni, A. F., & Pritts, M. P. (1991). Applications of principal component analysis to horticultural research. *HortScience*, 26(4), 334-338.
- Li, M., Zheng, P., Ni, B., Hu, X., Miao, X., & Zhao, Z. (2018). Genetic diversity analysis of apricot cultivars grown in China based on SSR markers. *European Journal of Horticultural Science*, 83, 18-27.

- Li, M., Zhao, Z., & Miao, X. (2014). Genetic diversity and relationships of apricot cultivars in North China revealed by ISSR and SRAP markers. *Scientia Horticulturae*, 173, 20-28.
- Li, M., Zhao, Z., Miao, X., & Zhou, J. (2014). Genetic Diversity and Population Structure of Siberian apricot (*Prunus sibirica* L.) in China. *International Journal of Molecular Sciences*, 15(1), 377-400.
- Li, T.-H., Li, Y.-X., Li, Z.-C., Zhang, H.-L., Qi, Y.-W., & Wang, T. (2008). Simple sequence repeat analysis of genetic diversity in primary core collection of peach (*Prunus persica*). *Journal of Integrative Plant Biology*, 50(1), 102-110.
- Liang, C., Wan, T., Xu, S., Li, B., Li, X., Feng, Y., & Cai, Y. (2018). Molecular identification and genetic analysis of cherry cultivars using capillary electrophoresis with fluorescence-labeled SSR markers. *3 Biotech*, 8(1), 1-10.
- Lichou M., et Audubert P., (1989). L'abricotier. Ed : Granier. J. CTIFL. Paris. 386.
- Lichou, J. (1998). *Abricot : Les variétés, mode d'emploi*. Editions CTIFL.254
- Lichou J. & Jay M. (2012). *Abricot*, Éd. CTIFL; Vol. 1-1).
- Lieth, H. (1974). Purposes of a Phenology Book. In H. Lieth (Éd.), *Phenology and Seasonality Modeling*. Springer. (p. 3-19).
- Lim, T. K. (2012). *Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants : Volume 4, Fruits*. Springer Science & Business Media.
- Lin, J.-J., Kuo, J., & Ma, J. (1996). A PCR-Based DNA Fingerprinting Technique : AFLP for Molecular Typing of Bacteria. *Nucleic Acids Research*, 24(18), 3649-3650.
- Lingdi L, Bartholomew B, 2003. Armeniaca. In: Flora of China. *Science Press and Missouri Botanical Garden Press, Beijing*. (eds Wu CY, Raven PH), pp. 396–401.
- Lopes, M. S., Sefc, K. M., Laimer, M., & Da Câmara Machado, A. (2002). Identification of microsatellite loci in apricot. *Molecular Ecology Notes*, 2(1), 24-26.
- Luu, D.-T., Qin, X., Laublin, G., Yang, Q., Morse, D., & Cappadocia, M. (2001). Rejection of S-Heteroallelic Pollen by a Dual-Specific S-RNase in *Solanum chacoense* Predicts a Multimeric SI Pollen Component. *Genetics*, 159(1), 329-335.
- MADR. (2019). *Ministère de l'agriculture et du développement rural. Serie B, Statistiques Agricoles. DSASI*.
- MADRPM. (2005). , *L'abricotier : Une diversité génétique à exploiter pour relancer la culture*. Institut Agronomique. 134, 1-4.
- Malik, S. K., Chaudhury, R., Dhariwal, O. P., & Mir, S. (2010). Genetic diversity and traditional uses of wild apricot (*Prunus armeniaca* L.) in high-altitude north-western Himalayas of India. *Plant Genetic Resources*, 8(3), 249-257.

- Manganaris, A. G., Karayiannis, I., & Nianiou, E. (1999). POLYMORPHISM AND GENETIC STUDIES OF ISOENZYMES IN APRICOTS. *Acta Horticulturae*, 488, 303-308.
- Marcucci, M. C., & Visser, T. (1987). Pollen tube growth in apple and pears styles in relation to self-incompatibility, incongruity an pollen load. *Pollen Tube Growth in Apple and Pears Styles in Relation to Self-Incompatibility, Incongruity an Pollen Load*, 1000-1005.
- Martínez-Gómez, P., Sozzi, G. O., Sánchez-Pérez, R., Rubio, M., & Gradziel, T. M. (2003). New approaches to Prunus tree crop breeding. *Journal of Food Agriculture and Environment*, 1, 52-63.
- Mas-Gómez, J., Cantín, C. M., Moreno, M. Á., Prudencio, Á. S., Gómez-Abajo, M., Bianco, L., Troggo, M., Martínez-Gómez, P., Rubio, M., & Martínez-García, P. J. (2021). Exploring Genome-Wide Diversity in the National Peach (*Prunus persica*) Germplasm Collection at CITA (Zaragoza, Spain). *Agronomy*, 11(3), 481.
- Matsumoto, D., & Tao, R. (2016). Distinct Self-recognition in the Prunus S-RNase-based Gametophytic Self-incompatibility System. *The Horticulture Journal*, 85.
- Matton, D. P., Nass, N., Clarke, A. E., & Newbiggin, E. (1994). Self-incompatibility: how plants avoid illegitimate offspring. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91(6), 1992-1997.
- McClure, B. A., Haring, V., Ebert, P. R., Anderson, M. A., Simpson, R. J., Sakiyama, F., & Clarke, A. E. (1989). Style self-incompatibility gene products of *Nicotiana glauca* are ribonucleases. *Nature*, 342(6252), 955-957.
- McCormick, S. (2004). Control of male gametophyte development. *The Plant Cell*, 16(Suppl), S142-S153.
- Mehlenbacher, S. A. (1997). Revised dominance hierarchy for S-alleles in *Corylus avellana* L. *Theoretical and Applied Genetics*, 94(3), 360-366.
- Mehlenbacher, S. A., Cociu, V., & Hough, F. L. (1991). APRICOTS (PRUNUS). *Acta Horticulturae*, 290, 65-110.
- Meier, U. (2001). Stades phénologiques des mono-et dicotylédones cultivées. Centre Fédéral de Recherches Biologiques pour l'Agriculture et les Forêts.166
- Messeguer, R., Arus, P., & Carrera, M. (1987). Identification of peach cultivars with pollen isozymes. *Scientia Horticulturae*, 31(1), 107-117.
- Messina, R., Lain, O., Marrazzo, M. T., Cipriani, G., & Testolin, R. (2004). New set of microsatellite loci isolated in apricot. *Molecular Ecology Notes*, 4(3), 432-434.
- Meudt, H., & Clarke, A. (2007). Almost Forgotten or Latest Practice? AFLP applications, analyses and advances. *Trends in Plant Science*, 12, 106-117.
- Milatovic, D., Nikolic, D., # 208urovic, D., & Milivojevic, J. (2009). Isoenzyme polymorphism in apricot cultivars. *Journal of American Pomological Society*, 63(1), 14.

- Milatovic, D., & Nikolić, D. (2007). Testing of self-(in)compatibility in apricot cultivars using fluorescence microscopy. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 82.
- Miller, J. S., & Kostyun, J. L. (2011). Functional gametophytic self-incompatibility in a peripheral population of *Solanum peruvianum* (Solanaceae). *Heredity*, 107(1), 30-39.
- Milosevic, T., Milosevic, N., & Glisic, I. (2013). Dynamic of Fruit Growth and Internal Fruit Quality of Apricot Trees Grafted on Rootstock or with Interstem. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 15(2), 311-322.
- MADR. 2018. Arrêté du 22 Chaâbane 1439 correspondant au 8 mai 2018 portant inscription des variétés de céréales, de pomme de terre et arboricoles dans les listes A et B du catalogue officiel des espèces et variétés végétales autorisées à la production et à la commercialisation, 59 Journal officiel 24 (2018).
- MADR. 2017. Arrêté du 12 Dhou El Hidja 1438 correspondant au 3 septembre 2017 portant inscription des variétés de céréales autogames dans la liste « A » du catalogue officiel des espèces et variétés végétales autorisées à la production et à la commercialisation, 66 Journal officiel 24 (2017).
- MADR.2013. Arrêté du 13 Chaoual 1434 correspondant au 20 Aout 2013 portant inscription de variétés arboricoles et de céréales dans les listes A et B du catalogue officiel des espèces et variétés végétales autorisées à la production et à la commercialisation, 17 Journal officiel 39 (2014).
- MADR. 2011. Arrêté du 7 Rabie El Aouel 1432 correspondant au 10 février 2011 fixant les listes A et B des espèces et variétés végétales autorisées à la production et à la commercialisation, 52 Journal officiel 36 (2011).
- Mnejja, M., Garcia-Mas, J., Howad, W., & Arús, P. (2005). Development and transportability across *Prunus* species of 42 polymorphic almond microsatellites. *Molecular Ecology Notes*, 5(3), 531-535.
- Mnejja, M., Garcia-Mas, J., Howad, W., Badenes, M. L., & Arus, P. (2004). Simple-sequence repeat (SSR) markers of Japanese plum (*Prunus salicina* Lindl.) are highly polymorphic and transferable to peach and almond. *Molecular Ecology Notes*, 4(2), 163-166.
- Monestiez, P., Habib, R., & Audergon, J.-M. (1990). GEOSTATISTICS, SPATIAL DEPENDENCES IN A TREE : A NEW APPROACH IN FRUIT TREE STUDIES. *Acta Horticulturae*, 257-264.
- Morgil, H., Gercek, Y. C., & Tulum, I. (2020). Single Nucleotide Polymorphisms (SNPs) in Plant Genetics and Breeding. In *The Recent Topics in Genetic Polymorphisms*. IntechOpen.
- Mounzer, O. H., Conejero, W., Nicolás, E., Abrisqueta, I., García-Orellana, Y. V., Tapia, L. M., Vera, J., Abrisqueta, J. M., & Ruiz-Sánchez, M. del C. (2008). Growth Pattern and Phenological Stages of Early-maturing Peach Trees Under a Mediterranean Climate. *HortScience*, 43(6), 1813-1818.

- Muñoz-Sanz, J. V., Zuriaga, E., Cruz-García, F., McClure, B., & Romero, C. (2020). Self-(In)compatibility Systems: Target Traits for Crop-Production, Plant Breeding, and Biotechnology. *Frontiers in Plant Science*, *11*, 195.
- Murfett, J., Atherton, T. L., Mou, B., Gasser, C. S., & McClure, B. A. (1994). S-RNase expressed in transgenic *Nicotiana* causes S-allele-specific pollen rejection. *Nature*, *367*(6463), 563-566.
- Muzzalupo, I., Vendramin, G. G., & Chiappetta, A. (2014). Genetic Biodiversity of Italian Olives (*Olea europaea*) Germplasm Analyzed by SSR Markers. *The Scientific World Journal*, *2014*, e296590.
- Nadeem, M. A., Nawaz, M. A., Shahid, M. Q., Doğan, Y., Comertpay, G., Yıldız, M., Hatipoğlu, R., Ahmad, F., Alsaleh, A., Labhane, N., Özkan, H., Chung, G., & Baloch, F. S. (2018). DNA molecular markers in plant breeding: Current status and recent advancements in genomic selection and genome editing. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, *32*(2), 261-285.
- Nath, P., Bouzayen, M., Mattoo, A. K., & Pech, J. Claude. (2014). *Fruit Ripening: Physiology, Signalling and Genomics*. CABI.
- Nava, G. A., Dalmago, G. A., Bergamaschi, H., Paniz, R., dos Santos, R. P., & Marodin, G. A. B. (2009). Effect of high temperatures in the pre-blooming and blooming periods on ovule formation, pollen grains and yield of 'Granada' peach. *Scientia Horticulturae*, *122*(1), 37-44.
- Nei, M. (1972). Genetic distance between populations. *The American Naturalist*, *106*(949), 283-292.
- Nisar, F., Tajamul, F., Nisar, S., Din, S., Wani, R. A., Ab, W., Wani, F., Rizvi, S., & Farwah, S. (2019). *Fruit set and development: Pre-requisites and enhancement in temperate fruit crops*. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, *8*(2), 1203.-1216.
- Nyújtó, F., M.M. Kerek, J. Nyéki, M. Tóth, A. Pete, H. Harsányi, and E.Ifju. 1985. Introducing foreign apricot cultivars at three different areas of Hungary. Preliminary report. *Acta Hort.* 192:353–360.
- Nyújtó F., Brózik S.J., Nyéki J., 1985. Fruit set in apricot varieties. *Acta Agronomica Academiae Scientiarum Hungaricae*, *34*: 65–72
- Okano, M., Xie, S., & Li, E. (1998). Cloning and characterization of a family of novel mammalian DNA (cytosine-5) methyltransferases. *Nature Genetics*, *19*(3), 219-220.
- O.N.M Batna., (2017-2020). Office National de la météorologie de la Wilaya de Batna.
- O.N.M M'sila., (2017-2020). Office National de la météorologie de la Wilaya de M'sila.
- Ouledmehieddine, N., & Mihoubi, L. (2016). *Etude biologique et technique de quelques variétés d'abricotier (Prunus armeniaca L.) dans la région de Nouara, M'sila* [Mémoire Master]. Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila.
- Omasheva, M. Y., Pozharskiy, A., Smailov, B., Ryabushkina, N. A., & Galiakparov, N. (2018). Genetic Diversity of Apple Cultivars Growing in Kazakhstan. *Russian Journal of Genetics*, *54*, 176-187.

- Orton, T. J., & Tanksley, S. D. (1983). *Isozymes in plant genetics and breeding*. Elsevier.
- Parolari, G., Virgili, R., Bolzoni, L., Careri, M., & Mangia, A. (1992). Analysis of sensory and instrumental data on apricot purees with pattern recognition techniques. *Analytica chimica acta*, 259(2), 257-265.
- Pashkoulov, D. (1993). *Isozyme Variation Among the Apricot Cultivars: Biotechnology & Biotechnological Equipment: Vol 7, No suppl.*
- Patzak, J., Henychová, A., Paprštejn, F., & Sedlák, J. (2019). Evaluation of genetic diversity within sweet cherry accessions of Czech genetic resources by molecular SSR markers. *Acta Horticulturae*, 1235, 71-78.
- Paun, O., & Schönswetter, P. (2012). Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP)—An invaluable fingerprinting technique for genomic, transcriptomic and epigenetic studies. *Methods in molecular biology (Clifton, N.J.)*, 862, 75-87.
- Pedryc, A., Ruthner, S., Hermán, R., Krska, B., Hegedűs, A., & Halász, J. (2009). Genetic diversity of apricot revealed by a set of SSR markers from linkage group G1. *Scientia Horticulturae*, 121(1), 19-26.
- Perez-Jiménez, M., López, B., Dorado, G., Pujadas-Salvá, A., Guzmán, G., & Hernandez, P. (2012). Analysis of genetic diversity of southern Spain fig tree (*Ficus carica* L.) and reference materials as a tool for breeding and conservation. *Hereditas*, 149(3), 108-113.
- Pérez-Pastor, A., Domingo, R., Torrecillas, A., & Ruiz-Sánchez, M. C. (2009). Response of apricot trees to deficit irrigation strategies. *Irrigation Science*, 27, 231-242.
- Pérez-Pastor, A., Ruiz-Sánchez, M. C., Domingo, R., & Torrecillas, A. (2004). Growth and phenological stages of Búlida apricot trees in South-East Spain. *Agronomie*, 24, 93-100.
- Peter, K. V. (2007). *Underutilized and Underexploited Horticultural Crops: Vol 2 New India Publishing Agency*. New Delhi, 212.
- Petri, J. L., Hawerroth, F. J., Leite, G. B., Couto, M., & Francescato, P. (2012). Apple phenology in subtropical climate conditions. Embrapa Agroindústria Tropical-Capítulo em livro científico (ALICE).
- Polat, A. A., & Caliskan, O. (2013). Yield and Fruit Characteristics of Various Apricot Cultivars under Subtropical Climate Conditions of the Mediterranean Region in Turkey. *International Journal of Agronomy*, 2013, 687345.
- Powell, W., Morgante, M., Andre, C., Hanafey, M., Vogel, J., Tingey, S., & Rafalski, A. (1996). The comparison of RFLP, RAPD, AFLP and SSR (microsatellite) markers for germplasm analysis. *Molecular Breeding*, 2(3), 225-238.
- Rafalski, A. (2002). Applications of single nucleotide polymorphisms in crop genetics. *Current Opinion in Plant Biology*, 5(2), 94-100.

- Rahemi, A., Fatahi, R., Ebadi, A., Taghavi, T., Hassani, D., Gradziel, T., ... & Chaparro, J. (2012). Genetic diversity of some wild almonds and related *Prunus* species revealed by SSR and EST-SSR molecular markers. *Plant systematics and evolution*, 298(1), 173-192.
- R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rallo, P., Dorado, G., & Martín, A. (2000). Development of Simple Sequence Repeats (SSRs) in olive tree (*Olea europaea* L.). *Theoretical and Applied Genetics*, 101, 984-989.
- Ramírez, F., & Kallarackal, J. (2018). Tree pollination under global climate change. Springer.
- Rasband, W.S., ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <https://imagej.nih.gov/ij/>, 1997-2018
- Raven, P. H., Mason, K. A., Losos, J. B., & Duncan, T. (2020). *Biologie (version Luxe)*. De Boeck Supérieur.1480
- Rehder, A. (2001). *The Manual of Cultivated Trees and Shrubs Hardy in North America Exclusive of the Subtropical and Warmer Temperate Regions* (2nd Rev and Enl ed. édition). The Blackburn Press.
- Rigoldi, M. P., Rapposelli, E., De Giorgio, D., Resta, P., & Porceddu, A. (2015). Genetic diversity in two Italian almond collections. *Electronic Journal of Biotechnology*, 18(1), 40-45.
- Rodrigo, J., Herrero, M., & Hormaza, J. I. (2009). Pistil traits and flower fate in apricot ( *Prunus armeniaca* ). *Annals of Applied Biology*, 154(3), 365-375.
- Rodrigo, J., Herrero, M., & Hormaza, J. I. (2005). Morphological and physiological parameters related to flower quality in apricot. *XIII International Symposium on Apricot Breeding and Culture 717*, 89-90.
- Rodrigo, J., & Herrero, M. (2002). Effects of pre-blossom temperatures on flower development and fruit set in apricot. *Scientia Horticulturae*, 92(2), 125-135.
- Romero, C., Vilanova, S., Burgos, L., Martínez-Calvo, J., Vicente, M., Llicer, G., & Badenes, M. L. (2004). Analysis of the S-locus structure in *Prunus armeniaca* L. Identification of S-haplotype specific S-RNase and F-box genes. *Plant Molecular Biology*, 56(1), 145-157.
- Romero, C., Pedryc, A., Muñoz, V., Llácer, G., & Badenes, M. L. (2003). Genetic diversity of different apricot geographical groups determined by SSR markers. *Genome*, 46(2), 244-252.
- Rubio, M., Ruiz, D., Egea, J., Martínez-Gómez, P., & Dicenta, F. (2014). Opportunities of marker-assisted selection for Plum pox virus resistance in apricot breeding programs. *Tree Genetics & Genomes*, 10(3), 513-525.
- Ruiz, D., García-Gómez, B. E., Egea, J., Molina, A., Martínez-Gómez, P., & Campoy, J. A. (2019). Phenotypical characterization and molecular fingerprinting of natural early-flowering mutants in apricot (*Prunus armeniaca* L.) and Japanese plum (*P. salicina* Lindl.). *Scientia Horticulturae*, 254, 187-192.

- Ruiz, D., Martínez-Gómez, P., Rubio, M., Petri, C., Larios, A., Campoy, J. A., & Egea, J. (2011). Application of biotechnology tools to apricot breeding. *Fruit, Vegetable and cereal science and biotechnology*, 5(1), 101-117.
- Ruiz D., Lambert P., Audergon J.M., Gouble B., Bureau S., Reich M., Dondini L., Tartarini S., Adami M., Bassi D., Testolin R. (2010). Identification of QTLs for fruit quality traits in apricot. *Acta Hort.* 862, 587–592.
- Ruiz, D., Campoy, J. A., & Egea, J. (2007). Chilling and heat requirements of apricot cultivars for flowering. *Environmental and Experimental Botany*, 61(3), 254-263.
- Ruiz-Sánchez, M. C., Domingo, R., & Pérez-Pastor, A. (2007). Daily variations in water relations of apricot trees under different irrigation regimes. *Biologia Plantarum*, 51(4), 735-740.
- Ruml, M., & Vulic, T. (2005). Importance of phenological observations and predictions in agriculture. *Journal of Agricultural Sciences, Belgrade*, 50(2), 217-225.
- Saddoud O., Sahli-Hannachi A., Chatti K., Mars M., Rhouma A., Marrakchi M., Trifi M. 2005. Tunisian fig (*Ficus carica* L.) genetic diversity and cultivar characterization using microsatellite markers. *Fruits* 60 (2): 143-153.
- Saha, M. C., Cooper, J. D., Mian, M. A. R., Chekhovskiy, K., & May, G. D. (2006). Tall fescue genomic SSR markers : Development and transferability across multiple grass species. *Theoretical and Applied Genetics*, 113(8), 1449-1458.
- Salazar, J. A., Ruiz, D., Campoy, J. A., Tartarini, S., Dondini, L., & Martínez-Gómez, P. (2016). Inheritance of reproductive phenology traits and related QTL identification in apricot. *Tree Genetics & Genomes*, 12(4), 71.
- Salazar, J. A., Rubio, M., Ruiz, D., Tartarini, S., Martínez-Gómez, P., & Dondini, L. (2015). SNP development for genetic diversity analysis in apricot. *Tree Genetics & Genomes*, 11(1), 15.
- Salazar J.A., Ruiz D., Egea J., Martínez-Gómez P. 2013. Transmission of fruit quality traits in apricot (*Prunus armeniaca* L.) and analysis of linked quantitative trait loci (QTLs) using simple sequence repeat (SSR) markers. *Plant Mol. Biol. Reporter* 31, 1506– 1517.
- Sati, V. P. (2004). *Horticultural Development In Hills*.1<sup>o</sup> éd., Mittal Publications. *ScienceDirect Snapshot*.
- Schultz, J.H. 1948. Self-incompatibility in apricots. *Proc. Amer. Soc.Hort. Sci.* 51:171–174
- Seavey, S. R., & Bawa, K. S. (1986). Late-Acting Self-Incompatibility in Angiosperms. *Botanical Review*, 52(2), 195-219.
- Sefc, K. M., Steinkellner, H., Glössl, J., Kampfer, S., & Regner, F. (1998). Reconstruction of a grapevine pedigree by microsatellite analysis. *Theoretical and Applied Genetics*, 97(1-2), 227-231.
- Silva, N. F., & Goring, D. R. (2001). Mechanisms of self-incompatibility in flowering plants: *Cellular and Molecular Life Sciences*, 58(14), 1988-2007.

- Socquet-Juglard, D., Duffy, B., Pothier, J. F., Christen, D., Gessler, C., & Patocchi, A. (2013). Identification of a major QTL for *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* resistance in apricot. *Tree genetics & genomes*, 9(2), 409-421.
- Sonneveld, T., Tobutt, K. R., Vaughan, S. P., & Robbins, T. P. (2005). Loss of Pollen-S Function in Two Self-Compatible Selections of *Prunus avium* Is Associated with Deletion/Mutation of an S Haplotype-Specific F-Box Gene. *The Plant Cell*, 17(1), 37-51.
- Soriano, J. M., Domingo, M. L., Zuriaga, E., Romero, C., Zhebentyayeva, T., Abbott, A. G., & Badenes, M. L. (2012). Identification of simple sequence repeat markers tightly linked to plum pox virus resistance in apricot. *Molecular breeding*, 30(2), 1017-1026.
- Sosinski, B., Gannavarapu, M., Hager, L. D., Beck, L. E., King, G. J., Ryder, C. D., Rajapakse, S., Baird, W. V., Ballard, R. E., & Abbott, A. G. (2000). Characterization of microsatellite markers in peach [*Prunus persica* (L.) Batsch]: *Theoretical and Applied Genetics*, 101(3), 421-428.
- Struss, D., Ahmad, R., Southwick, S. M., & Boritzki, M. (2003). Analysis of sweet cherry (*Prunus avium* L.) cultivars using SSR and AFLP markers. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128(6), 904-909.
- Szabó Z., Nyéki J., 1991. Blossoming, fructification and combination of apricot varieties. *Acta Horticulturae (ISHS)*, 293: 295–302
- Takayama, S., & Isogai, A. (2005). Self-incompatibility in plants. *Annual Review of Plant Biology*, 56, 467-489.
- Tanksley, S. D., Miller, J., Paterson, A., & Bernatzky, R. (1988). Molecular Mapping of Plant Chromosomes. In J. P. Gustafson & R. Appels (Éds.), *Chromosome Structure and Function : Impact of New Concepts* (p. 157-173). Springer US.
- Tantikanjana, T., Nasrallah, M. E., & Nasrallah, J. B. (2010). Complex networks of self-incompatibility signaling in the Brassicaceae. *Current Opinion in Plant Biology*, 13(5), 520-526.
- Tessier, C., David, J., This, P., Boursiquot, J. M., & Charrier, A. (1999). Optimization of the choice of molecular markers for varietal identification in *Vitis vinifera* L. *Theoretical and Applied Genetics*, 98(1), 171-177.
- Mahdi, A., & Tarfaya, S. (2019). *Etude de l'effet de la densité de plantation sur le comportement de deux variétés d'abricotier (Prunus armeniaca L.) dans la région de Khoubana, wilaya de M'sila* [Mémoire Master]. Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila.
- Tautz, D., & Schlötterer, null. (1994). Simple sequences. *Current Opinion in Genetics & Development*, 4(6), 832-837.
- Taylor, L. P., & Hepler, P. K. (1997). Pollen germination and tube growth. *Annual review of plant biology*, 48(1), 461-491.

- Terzopoulos, P. J., Kolano, B., Bebeli, P. J., Kaltsikes, P. J., & Metzidakis, I. (2005). Identification of *Olea europaea* L. cultivars using inter-simple sequence repeat markers. *Scientia Horticulturae*, 105(1), 45-51.
- Testolin, R., Messina, R., Lain, O., Marrazzo, M. T., Huang, W.-G., & Cipriani, G. (2004). Microsatellites isolated in almond from an AC-repeat enriched library. *Molecular Ecology Notes*, 4(3), 459-461.
- Testolin, R., Marrazzo, T., Cipriani, G., Quarta, R., Verde, I., Dettori, M. T., ... & Sansavini, S. (2000). Microsatellite DNA in peach (*Prunus persica* L. Batsch) and its use in fingerprinting and testing the genetic origin of cultivars. *Genome*, 43(3), 512-520.
- Thomas, C. M., Vos, P., Zabeau, M., Jones, D. A., Norcott, K. A., Chadwick, B. P., & Jones, J. D. G. (1995). Identification of amplified restriction fragment polymorphism (AFLP) markers tightly linked to the tomato Cf-9 gene for resistance to *Cladosporium fulvum*. *The Plant Journal*, 8(5), 785-794.
- Thurrow, L. B., Raseira, M. D. C. B., Bonow, S., Arge, L. W. P., Castro, C. M., Thurrow, L. B., Raseira, M. D. C. B., Bonow, S., Arge, L. W. P., & Castro, C. M. (2017). POPULATION GENETIC ANALYSIS OF BRAZILIAN PEACH BREEDING GERMPLASM. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39(5).
- Tonelli, N., & Gallouin, F. (2013). *Des fruits et des graines comestibles du monde entier* (Vol. 1-1). Lavoisier.
- Tooke, F., Ordidge, M., Chiurugwi, T., & Battey, N. (2005). Mechanisms and function of flower and inflorescence reversion. *Journal of Experimental Botany*, 56(420), 2587-2599.
- Torrecillas, A., Domingo, R., Galego, R., & Ruiz-Sánchez, M. C. (2000). Apricot tree response to withholding irrigation at different phenological periods. *Scientia horticulturae*, 85(3), 201-215.
- Tóth, A., Rabitsch, K. P., Gálová, M., Schleiffer, A., Buonomo, S. B., & Nasmyth, K. (2000). Functional genomics identifies monopolin: A kinetochore protein required for segregation of homologs during meiosis I. *Cell*, 103(7), 1155-1168.
- UPOV. (2007). *L'Abricotier: Principes directeurs pour la conduite de l'examen de la distinction, de l'homogénéité et de la stabilité*. Genève .40
- USAID. (2016). Best Practices for APRICOT Production and Marketing in Afghanistan, Ministry of Agriculture, Irrigation and Livestock.28
- Usha, K., Thakre, M., Goswami, A. K., & Deepak, N. G (2015): Fundamental of Fruit production. Division of Fruits and Horticultural Technology, Indian Agricultural Research Institute, New Delhi. 245
- Ushijima, K., Sassa, H., Dandekar, A. M., Gradziel, T. M., Tao, R., & Hirano, H. (2003). Structural and Transcriptional Analysis of the Self-Incompatibility Locus of Almond: Identification of a Pollen-Expressed F-Box Gene with Haplotype-Specific Polymorphism. *The Plant Cell*, 15(3), 771-781.

- Van der Voort, J. R., Wolters, P., Folkertsma, R., Hutten, R., van Zandvoort, P., Vinke, H., Kanyuka, K., Bendahmane, A., Jacobsen, E., Janssen, R., & Bakker, J. (1997). Mapping of the cyst nematode resistance locus Gpa2 in potato using a strategy based on comigrating AFLP markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 95(5), 874-880.
- Vaughan, S. P., & Russell, K. (2004). Characterization of novel microsatellites and development of multiplex PCR for large-scale population studies in wild cherry, *Prunus avium*. *Molecular Ecology Notes*, 4(3), 429-431.
- Vendramin, E., Pea, G., Dondini, L., Pacheco, I., Dettori, M. T., Gazza, L., Scalabrin, S., Strozzi, F., Tartarini, S., Bassi, D., Verde, I., & Rossini, L. (2014). A Unique Mutation in a MYB Gene Cosegregates with the Nectarine Phenotype in Peach. *PLOS ONE*, 9(3), e90574.
- Vidaud, J., 1980. L'abricotier. Ed ; CTIFL. INVUFLEC. Paris. 219.
- Vieira, J., Rocha, S., Vázquez, N., López-Fernández, H., Fdez-Riverola, F., Reboiro-Jato, M., & Vieira, C. P. (2019). Predicting specificities under the non-self gametophytic self-incompatibility recognition model. *Frontiers in plant science*, 10, 879.
- Vienne, D. de. (1998). *Les marqueurs moléculaires en génétique et biotechnologies végétales* (1er édition). Quae
- Vilanova, S., Soriano, J. M., Lalli, D. A., Romero, C., Abbott, A. G., Llacer, G., & Badenes, M. L. (2006). Development of SSR markers located in the G1 linkage group of apricot (*Prunus armeniaca* L.) using a bacterial artificial chromosome library. *Molecular Ecology Notes*, 6(3), 789-791.
- Viti, R., Bartolini, S., & Minnocci, A. (2000). Morphological structure of the stigma and style of several genotypes of *Prunus armeniaca* L. *Plant Biosystems*, 134(1), 45-51.
- Wang, Z., Kang, M., Liu, H., Gao, J., Zhang, Z., Li, Y., Wu, R., & Pang, X. (2014). High-Level Genetic Diversity and Complex Population Structure of Siberian Apricot (*Prunus sibirica* L.) in China as Revealed by Nuclear SSR Markers. *PLOS ONE*, 9(2), e87381.
- Wang, Z. M., Devos, K. M., Liu, C. J., Wang, R. Q., & Gale, M. D. (1998). Construction of RFLP-based maps of foxtail millet, *Setaria italica* (L.) P. Beauv. *Theoretical and Applied Genetics*, 96(1), 31-36.
- WATANABE, M., SUWABE, K., & SUZUKI, G. (2012). Molecular genetics, physiology and biology of self-incompatibility in Brassicaceae. *Proceedings of the Japan Academy. Series B, Physical and Biological Sciences*, 88(10), 519-535.
- Weerakoon, S. R., & Somaratne, S. (2011). Agro-morphological characterization and relationships among mustard germplasm (*Brassica juncea* [L.] Czern & Coss) in Sri Lanka : A classification tree approach. *Journal of Agricultural Sciences*, 5(2).
- Weller, R. N., Niemczyk, S. P., & Kim, S. (1995). Incidence and position of the canal isthmus. Part 1. Mesiobuccal root of the maxillary first molar. *Journal of Endodontics*, 21(7), 380-383.

- Weterings, K., & Russell, S. D. (2004). Experimental analysis of the fertilization process. *The Plant Cell*, 16(suppl\_1), S107-S118.
- Walalil, D., & Skiredj, A. (2005). *L'abricotier: Une diversité génétique à exploiter pour relancer la culture*. <https://www.agriculturemodern.com/2015/06/labricotier.html>
- Wu, S.-B., Franks, T. K., Hunt, P., Wirthensohn, M. G., Gibson, J. P., & Sedgley, M. (2010). Discrimination of SNP genotypes associated with complex haplotypes by high resolution melting analysis in almond: Implications for improved marker efficiencies. *Molecular Breeding*, 25(2), 351-357.
- Wu, S.-B., Wirthensohn, M. G., Hunt, P., Gibson, J. P., & Sedgley, M. (2008). High resolution melting analysis of almond SNPs derived from ESTs. *Theoretical and Applied Genetics*, 118(1), 1-14.
- Wünsch, A., & Hormaza, J. (2002). Cultivar identification and genetic fingerprinting of fruit tree species using DNA markers. *Euphytica*, 125, 59-67.
- Yadegari, R., & Drews, G. N. (2004). Female gametophyte development. *The Plant Cell*, 16(Suppl), S133-S141.
- Yamamoto, T., Mochida, K., Imai, T., Shi, Y. Z., Ogiwara, I., & Hayashi, T. (2002). Microsatellite markers in peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] derived from an enriched genomic and cDNA libraries. *Molecular Ecology Notes*, 2(3), 298-301.
- Ykilmaz, K. U., Karge, S. P., & Kafkas, S. (2012). Morphological diversity of the Turkish apricot (*Prunus armeniaca* L.) germplasm in the Irano-Caucasian ecogeographical group. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36(6), 688-694.
- Yilmaz, K. U., & Gurcan, kahraman. (2012). Genetic diversity in Apricot. In M. Caliskan (Éd.), *Genetic Diversity in Plants* (p. 249-268).
- Zamski. (1996). *Photoassimilate Distribution Plants and Crops Source-Sink Relationships* (1st edition). CRC Press.
- Zehdi, S., Trifi, M., Billotte, N., Marrakchi, M., & Pintaud, J. C. (2004). Genetic diversity of Tunisian date palms (*Phoenixdactylifera* L.) revealed by nuclear microsatellite polymorphism. *Hereditas*, 141(3), 278-287.
- Zhang, Q. P., Liu, D. C., Liu, S., Liu, N., Wei, X., Zhang, A. M., & Liu, W. S. (2014). Genetic diversity and relationships of common apricot (*Prunus armeniaca* L.) in China based on simple sequence repeat (SSR) markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 61(2), 357-368.
- Zhang, Q., Li, J., Zhao, Y., Korban, S. S., & Han, Y. (2012). Evaluation of genetic diversity in Chinese wild apple species along with apple cultivars using SSR markers. *Plant molecular biology reporter*, 30(3), 539-546.

- Zhebentyayeva, T., Shankar, V., Scorza, R., Callahan, A., Ravelonandro, M., Castro, S., DeJong, T., Sasaki, C. A., & Dardick, C. (2019). Genetic characterization of worldwide *Prunus domestica* (plum) germplasm using sequence-based genotyping. *Horticulture Research*, 6(1), 1-13.
- Zietkiewicz, E., Rafalski, A., & Labuda, D. (1994). Genome Fingerprinting by Simple Sequence Repeat (SSR)-Anchored Polymerase Chain Reaction Amplification. *Genomics*, 20(2), 176-183.

# **ANNEXE**

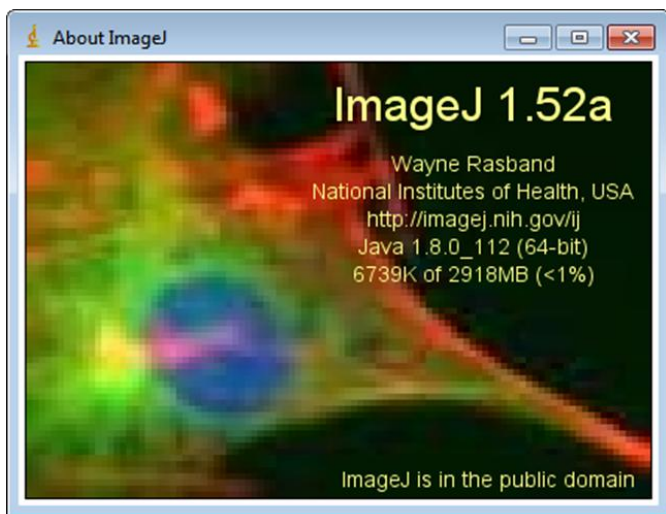
## Liste des Annexes

### **Annexe 1: Protocole d'extraction d'ADN pour les Rosacées**

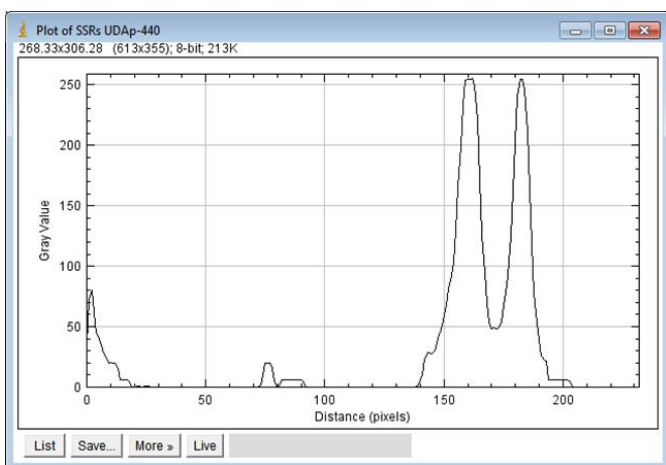
(D'après Doyle J.J. & Doyle, 1987)

- 1- 20 ml Tampon CTAB.
- 2- + 1% de 2 ( $\beta$ ) –mercaptoéthanol.
- 3- Préchauffer Tampon CTAB dans un bain marie à 65°C (pendant 10 minutes).
- 4- Ajouter 750  $\mu$ l Tampon CTAB (pour chaque échantillon).
- 5- Incuber les échantillons dans le thermo-bloc à 65°C pendant 3 min et mixer au vortex.
- 6- Ajouter 750  $\mu$ l Chloroforme : alcool Isoamylique et mixer au vortex.
- 7- Incuber à 65°C pendant 3 min et mélanger de nouveau (vortex).
- 8- Mettre les 24 échantillons dans la centrifugeuse.
- 9- Tourner à vitesse maximale pendant 10 min (Centrifugation).
- 10- Transférer la phase supérieure dans un nouveau Eppendorf.
- 11- Rajouter de nouveau 750  $\mu$ l Chloroforme : alcool Isoamylique.
- 12- Mixer de nouveau par inversion (vortex ou à main).
- 13- Tourner à vitesse maximale pendant 10 min (Centrifugation).
- 14- Transférer la phase supérieure dans un nouveau Eppendorf.
- 15- Ajouter 450  $\mu$ l d'isopropanol froid (conservé à -20 ° C) pour précipiter l'ADN.
- 16- Mixer par inversion (au Vortex ou à main).
- 17- Tourner à vitesse maximale (14 000 rmp) pendant 10 min (Centrifugation).
- 18- Enlever le surnageant.
- 19- Laver le culot d'ADN en ajoutant 500  $\mu$ l d'éthanol à 80% froid.
- 20- Tourner à vitesse maximale pendant 10 min.
- 21- Mixer par inversion.
- 22- Laisser reposer pendant 2 heures à une température 4°C.
- 23- Tourner à vitesse maximale pendant 10 min.
- 24- Enlever le surnageant.
- 25- Ajouter une autre fois 500  $\mu$ l d'éthanol à 80%.
- 26- Tourner à vitesse maximale pendant 10 min.
- 27- Enlever le surnageant et laisser sécher le culot.
- 28- Suspendre le culot d'ADN dans 50  $\mu$ l de DEPC pour plus nettoyer l'ADN et le dissoudre afin d'éviter tout risque de contamination telle que le développement des champignons
- 29- Quantification de l'ADN sur le Nanodrop Spectrophotomètre, stockage à -20°C pour une utilisation ultérieure.

**Annexe 2 : Logiciel utilisé pour la mesure de la distance de migration des allèles des accessions dans le gel d'agarose par électrophorèse.**



Logiciel utilisé pour mesurer la taille des allèles



Courbe montrant la distance parcourue en pixels par les allèles

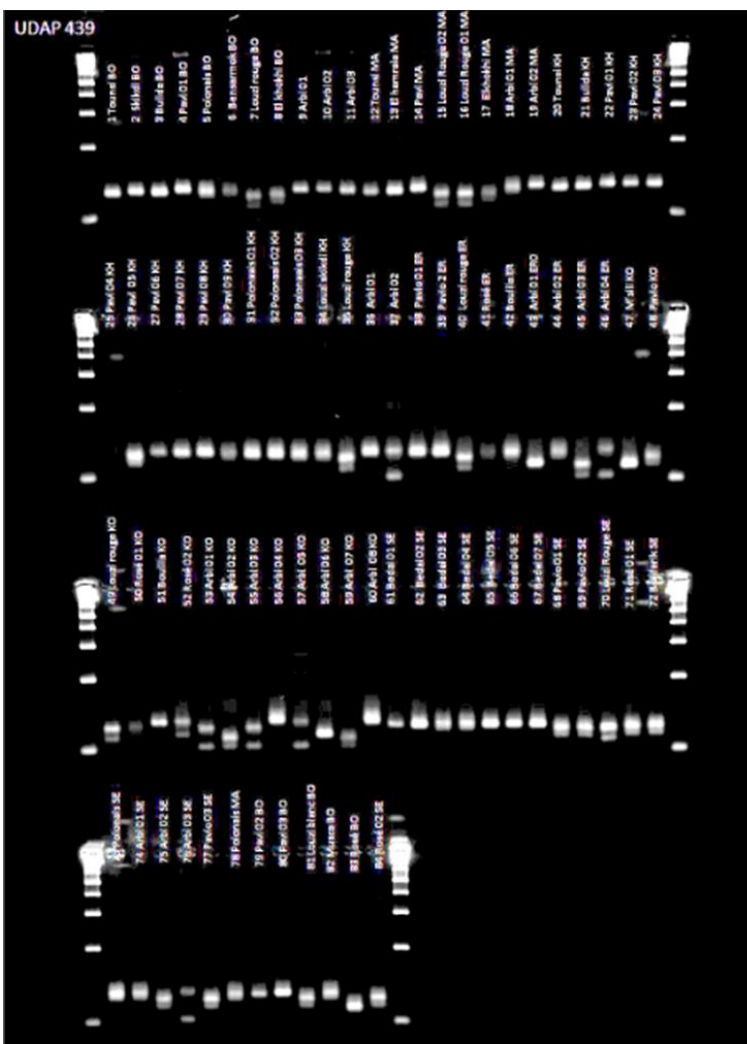


Photo du gel montrant les différents allèles des accessions selon leur taille

**Annexe 3:** Résumé de l'analyse descriptive des caractères pomologiques quantitatifs étudiés selon la région d'étude.

<b>Caractère étudié</b>	<b>Région</b>	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}_{\text{Min}}$	$\bar{x}_{\text{Max}}$	<b>Me</b>	<b>EI</b>
<b>Poids des fruits (g)</b>	Boukhmissa	32,55	13,37	16,26	55,60	30,13	21,57
	Maadid	39,52	15,56	14,83	67,67	40,38	20,22
	Khoubana	34,60	13,13	14,47	53,34	32,43	16,50
	Rahbat	28,26	14,44	12,71	52,32	29,43	25,31
	Kochbi	26,41	12,75	11,81	55,24	22,06	15,34
	Sefiane	31,48	15,68	13,74	63,40	28,79	20,70
<b>Poids des noyaux (g)</b>	Boukhmissa	2,38	0,69	1,31	3,47	2,44	1,06
	Maadid	2,73	0,69	1,78	3,88	2,74	0,96
	Khoubana	2,45	0,70	1,40	3,94	2,46	0,86
	Rahbat	2,32	0,74	1,42	3,41	2,41	1,30
	Kochbi	2,17	0,67	1,20	3,33	2,13	0,99
	Sefiane	2,49	0,82	1,37	4,24	2,46	0,95
<b>Ratio poids du fruit/poids du noyau</b>	Boukhmissa	13,45	3,01	10,28	19,05	12,83	3,94
	Maadid	14,13	3,12	8,32	17,46	15,17	4,53
	Khoubana	13,87	2,84	8,78	20,02	13,74	2,37
	Rahbat	11,61	3,19	7,25	16,47	10,98	5,62
	Kochbi	11,86	2,78	7,96	16,67	11,99	4,42
	Sefiane	12,30	3,13	6,87	16,83	11,76	4,47
<b>Hauteur des fruits (cm)</b>	Boukhmissa	3,90	0,61	2,97	4,88	3,99	0,76
	Maadid	4,16	0,69	2,97	5,40	4,19	0,94
	Khoubana	3,92	0,60	2,82	4,85	4,03	0,63
	Rahbat	3,79	0,61	2,92	4,61	4,00	1,16
	Kochbi	3,65	0,60	2,86	4,89	3,59	0,85
	Sefiane	3,83	0,71	2,83	5,12	3,65	1,08
<b>Largeur latérale des fruits (cm)</b>	Boukhmissa	3,89	0,59	3,00	4,89	3,88	0,98
	Maadid	4,19	0,55	3,15	5,09	4,26	0,57
	Khoubana	3,94	0,58	2,90	4,76	3,99	0,60
	Rahbat	3,70	0,68	2,90	4,80	3,84	1,24
	Kochbi	3,61	0,61	2,83	4,85	3,45	0,94
	Sefiane	3,75	0,71	2,63	5,06	3,77	0,95
<b>Largeur ventrale des fruits (cm)</b>	Boukhmissa	3,64	0,55	2,87	4,59	3,51	0,84
	Maadid	3,92	0,57	2,77	4,81	4,02	0,60
	Khoubana	3,70	0,56	2,71	4,38	3,71	0,75
	Rahbat	3,41	0,65	2,57	4,41	3,54	1,21
	Kochbi	3,36	0,57	2,70	4,52	3,15	0,75
	Sefiane	3,54	0,61	2,77	4,60	3,53	0,96

<b>Caractère étudié</b>	<b>Région</b>	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$ Min	$\bar{x}$ Max	<b>Me</b>	<b>EI</b>
<b>Ratio hauteur/largeur ventrale des fruits</b>	Boukhmissa	1,07	0,07	1,01	1,21	1,06	0,07
	Maadid	1,06	0,05	0,98	1,12	1,06	0,07
	Khoubana	1,06	0,07	0,96	1,19	1,06	0,09
	Rahbat	1,12	0,08	1,03	1,25	1,10	0,14
	Kochbi	1,09	0,07	1,03	1,25	1,08	0,05
	Sefiane	1,08	0,08	0,97	1,23	1,09	0,13
<b>Ratiolargeur latérale/largeur ventrale des fruits</b>	Boukhmissa	1,07	0,04	1,04	1,16	1,06	0,04
	Maadid	1,07	0,04	1,05	1,14	1,06	0,03
	Khoubana	1,06	0,04	1,03	1,11	1,06	0,04
	Rahbat	1,09	0,04	1,05	1,13	1,09	0,06
	Kochbi	1,08	0,04	1,04	1,13	1,07	0,05
	Sefiane	1,06	0,06	0,94	1,14	1,07	0,07
<b>Acidité</b>	Boukhmissa	1,82	0,64	1,03	3,37	1,64	0,71
	Maadid	2,05	0,58	1,16	3,04	1,89	0,82
	Khoubana	1,73	0,38	1,21	2,92	1,78	0,35
	Rahbat	1,92	0,45	1,20	2,72	1,86	0,56
	Kochbi	2,12	0,70	1,16	3,37	1,89	1,06
	Sefiane	1,70	0,64	0,89	3,26	1,62	0,49
<b>pH</b>	Boukhmissa	3,94	0,20	3,61	4,32	3,99	0,27
	Maadid	3,83	0,18	3,65	4,25	3,81	0,19
	Khoubana	3,95	0,14	3,68	4,21	3,94	0,16
	Rahbat	3,89	0,19	3,67	4,27	3,82	0,26
	Kochbi	3,86	0,23	3,56	4,46	3,87	0,31
	Sefiane	3,98	0,20	3,64	4,36	4,01	0,22

**Annexe 4:** Résumé de l'analyse descriptive des caractères pomologiques étudiés selon le cultivar.

Caractère étudié	Cultivar	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$ Min	$\bar{x}$ Max	Min	Max	Me	EI
<b>Poids du fruit</b>	Arbi	19,25	6,77	11,81	32,88	9,05	41,91	17,79	8,41
	Bedai	25,69	9,04	14,76	37,70	9,89	52,43	25,42	14,18
	Bensarmok	28,38	5,26	28,38	28,38	16,98	37,92	28,54	6,77
	Boufarik	63,40	9,12	63,40	63,40	44,45	81,16	64,21	12,69
	Boulila	35,52	6,82	33,15	37,89	21,66	58,06	34,56	8,82
	Bulida	37,91	8,66	32,38	43,44	21,16	59,99	38,55	13,82
	El hamraia	40,38	6,62	40,38	40,38	28,28	55,34	40,58	10,51
	El khokhi	59,19	12,27	50,70	67,67	31,07	90,26	58,49	17,1
	Louzi blanc	29,74	6,62	29,74	29,74	15,89	44,22	29,99	9,67
	Louzi rouge	45,59	8,80	35,96	51,42	27,85	69,02	45,51	12,95
	Louziskikdi	47,80	9,17	47,80	47,80	34,18	73,27	46,02	11,96
	M'sili	16,94	3,01	16,94	16,94	11,64	23,01	16,73	4,87
	Musca	20,97	3,17	20,97	20,97	14,90	28,99	21,12	4,35
	Paviot	46,45	14,76	29,43	59,38	18,92	82,88	47,99	23,94
	Pavit	39,67	10,98	28,42	55,60	20,85	74,73	37,9	15,97
	Polonais	35,38	9,46	28,75	53,24	21,95	65,10	32,65	9,08
	Rosé	28,31	5,37	22,87	33,81	15,69	46,85	28,1	7,13
	Skikdi	16,26	2,29	16,26	16,26	10,63	20,55	16,23	3,44
Tounsi	20,65	7,46	15,53	29,61	10,26	41,02	18,34	11,21	
<b>Poids du noyau</b>	Arbi	1,92	0,47	1,40	2,90	0,97	3,79	1,87	0,6
	Bedai	1,95	0,51	1,37	2,49	0,96	3,00	2,03	0,92
	Bensarmok	2,77	0,41	2,77	2,77	1,55	3,46	2,83	0,43
	Boufarik	4,24	0,55	4,24	4,24	2,97	5,77	4,21	0,77
	Boulila	2,52	0,38	2,41	2,63	1,78	3,76	2,48	0,42
	Bulida	2,07	0,30	1,87	2,28	1,48	2,74	2,04	0,52
	El hamraia	2,41	0,26	2,41	2,41	1,95	3,01	2,38	0,36
	El khokhi	3,62	0,53	3,35	3,88	2,42	4,99	3,61	0,48
	Louzi blanc	2,68	0,32	2,68	2,68	1,69	3,16	2,67	0,27
	Louzi rouge	3,05	0,49	2,59	3,47	1,81	4,50	3,02	0,67
	Louziskikdi	3,21	0,53	3,21	3,21	2,28	4,68	3,18	0,61
	M'sili	1,21	0,20	1,21	1,21	0,94	1,68	1,16	0,32
	Musca	1,64	0,15	1,64	1,64	1,39	2,06	1,64	0,19
	Paviot	3,22	0,58	2,67	3,69	1,96	5,34	3,17	0,73
	Pavit	2,57	0,48	1,99	3,37	1,69	3,95	2,51	0,7
	Polonais	2,72	0,60	2,31	3,94	1,82	4,13	2,56	0,42
	Rosé	2,59	0,47	2,09	3,16	1,35	4,20	2,62	0,52
	Skikdi	1,55	0,15	1,55	1,55	1,28	1,96	1,53	0,16
Tounsi	1,59	0,36	1,31	2,02	0,93	2,41	1,52	0,6	

Caractère étudié	Cultivar	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$ Min	$\bar{x}$ Max	Min	Max	Me	EI
<b>Ratio poids du fruit/poids du noyau</b>	Arbi	9,96	2,22	6,87	14,93	6,05	16,74	9,54	3,27
	Bedai	13,09	2,74	10,79	16,83	6,94	22,65	12,32	3,29
	Bensarmok	10,28	1,29	10,28	10,28	7,46	12,44	10,3	1,99
	Boufarik	15,04	1,18	15,04	15,04	12,60	17,38	15,02	1,43
	Boulila	14,06	1,27	13,70	14,42	11,15	17,01	14,15	2,02
	Bulida	18,22	2,68	17,38	19,05	13,05	24,10	17,98	3,35
	El hamraia	16,74	1,51	16,74	16,74	12,79	19,98	16,84	1,7
	El khokhi	16,29	1,79	15,13	17,46	12,86	19,62	16,25	2,63
	Louzi blanc	11,04	1,80	11,04	11,04	7,34	14,67	11,02	1,81
	Louzi rouge	14,99	1,71	12,85	16,47	11,42	20,99	14,84	1,93
	Louziskikdi	14,91	1,27	14,91	14,91	12,73	17,40	14,84	2,01
	M'sili	14,14	1,37	14,14	14,14	11,38	17,51	14,01	1,36
	Musca	12,79	1,03	12,79	12,79	10,39	14,12	13,28	1,48
	Paviot	14,15	2,83	10,76	16,67	9,07	22,70	14,63	4,97
	Pavit	15,31	2,37	13,22	20,02	11,33	23,29	14,81	2,8
	Polonais	12,92	1,24	11,61	13,78	9,69	16,20	12,94	1,79
	Rosé	11,00	1,30	10,29	12,69	8,47	14,80	10,76	1,41
	Skikdi	10,56	1,43	10,56	10,56	7,32	12,29	10,82	1,9
Tounsi	12,73	2,22	10,70	14,64	9,31	17,36	12,7	3,86	
<b>Hauteur</b>	Arbi	3,29	0,37	2,82	4,03	2,50	4,35	3,25	0,5
	Bedai	3,43	0,41	2,83	3,96	2,45	4,50	3,5	0,65
	Bensarmok	3,70	0,18	3,70	3,70	3,30	4,00	3,75	0,2
	Boufarik	5,12	0,27	5,12	5,12	4,65	5,55	5,15	0,45
	Boulila	4,11	0,18	4,04	4,17	3,55	4,55	4,1	0,2
	Bulida	3,94	0,28	3,75	4,13	3,45	4,45	3,98	0,51
	El hamraia	4,19	0,19	4,19	4,19	3,90	4,55	4,15	0,27
	El khokhi	5,12	0,39	4,83	5,40	4,10	6,00	5,2	0,65
	Louzi blanc	4,03	0,26	4,03	4,03	3,50	4,50	4,05	0,33
	Louzi rouge	4,51	0,29	4,15	4,72	3,85	5,25	4,5	0,4
	Louziskikdi	4,49	0,28	4,49	4,49	3,95	5,20	4,45	0,38
	M'sili	2,88	0,19	2,88	2,88	2,50	3,15	2,85	0,3
	Musca	3,44	0,18	3,44	3,44	3,05	3,80	3,45	0,23
	Paviot	4,49	0,57	3,63	5,03	3,20	5,60	4,65	0,9
	Pavit	4,14	0,41	3,61	4,88	3,35	5,20	4,1	0,6
	Polonais	4,17	0,39	3,75	4,85	3,35	5,35	4,1	0,4
	Rosé	3,99	0,28	3,71	4,21	3,25	4,75	4	0,4
	Skikdi	2,99	0,11	2,99	2,99	2,75	3,25	3	0,13
Tounsi	3,24	0,49	2,88	3,87	2,60	4,30	3,05	0,9	

Caractère étudié	Cultivar	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$ Min	$\bar{x}$ Max	Min	Max	Me	EI
<b>Largeur latérale</b>	Arbi	3,28	0,42	2,83	4,14	2,40	4,60	3,2	0,55
	Bedai	3,47	0,57	2,63	4,13	2,30	4,60	3,6	1
	Bensarmok	3,75	0,27	3,75	3,75	3,10	4,25	3,8	0,28
	Boufarik	5,06	0,23	5,06	5,06	4,50	5,40	5,1	0,38
	Boulila	4,11	0,23	4,06	4,15	3,45	4,85	4,1	0,26
	Bulida	4,21	0,34	4,00	4,41	3,50	4,85	4,23	0,51
	El hamraia	4,26	0,25	4,26	4,26	3,85	4,80	4,25	0,43
	El khokhi	4,87	0,37	4,65	5,09	3,90	5,55	4,9	0,51
	Louzi blanc	3,83	0,28	3,83	3,83	3,20	4,30	3,9	0,4
	Louzi rouge	4,36	0,32	3,93	4,55	3,65	5,05	4,4	0,45
	Louziskikdi	4,36	0,29	4,36	4,36	3,85	4,90	4,4	0,42
	M'sili	2,94	0,22	2,94	2,94	2,50	3,30	2,95	0,33
	Musca	3,45	0,20	3,45	3,45	3,05	3,95	3,5	0,25
	Paviot	4,43	0,60	3,55	4,89	3,00	5,60	4,6	0,96
	Pavit	4,21	0,41	3,76	4,89	3,35	5,40	4,15	0,6
	Polonais	4,06	0,38	3,80	4,76	3,45	5,20	3,95	0,4
	Rosé	3,80	0,24	3,56	4,00	3,10	4,45	3,8	0,35
Skikdi	3,10	0,18	3,10	3,10	2,60	3,35	3,15	0,2	
Tounsi	3,24	0,46	2,90	3,82	2,55	4,20	3,1	0,85	
<b>Largeur ventrale</b>	Arbi	3,04	0,39	2,57	3,75	2,30	4,15	2,98	0,5
	Bedai	3,41	0,48	2,77	3,90	2,40	4,45	3,5	0,85
	Bensarmok	3,45	0,27	3,45	3,45	2,90	3,95	3,4	0,38
	Boufarik	4,44	0,22	4,44	4,44	4,00	4,90	4,45	0,3
	Boulila	3,85	0,30	3,70	4,00	3,25	4,75	3,83	0,41
	Bulida	3,88	0,30	3,68	4,08	3,15	4,60	3,9	0,46
	El hamraia	4,02	0,23	4,02	4,02	3,60	4,65	4	0,33
	El khokhi	4,57	0,36	4,34	4,81	3,85	5,40	4,6	0,56
	Louzi blanc	3,49	0,27	3,49	3,49	2,80	3,95	3,5	0,35
	Louzi rouge	4,16	0,31	3,72	4,39	3,45	4,85	4,2	0,4
	Louziskikdi	4,22	0,26	4,22	4,22	3,80	4,95	4,2	0,38
	M'sili	2,82	0,20	2,82	2,82	2,45	3,15	2,85	0,33
	Musca	3,27	0,19	3,27	3,27	2,85	3,75	3,3	0,25
	Paviot	4,13	0,53	3,42	4,60	3,05	5,25	4,25	0,85
	Pavit	4,00	0,39	3,56	4,59	3,10	5,10	3,95	0,55
	Polonais	3,69	0,34	3,42	4,29	3,00	4,65	3,6	0,4
	Rosé	3,37	0,21	3,15	3,54	2,85	4,00	3,35	0,25
Skikdi	2,96	0,18	2,96	2,96	2,55	3,30	2,95	0,25	
Tounsi	3,09	0,43	2,78	3,64	2,45	4,05	2,95	0,75	

Caractère étudié	Cultivar	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$ Min	$\bar{x}$ Max	Min	Max	Me	EI
<b>Ratio hauteur/ largeur ventrale</b>	Arbi	1,09	0,08	0,98	1,25	0,92	1,32	1,07	0,09
	Bedai	1,01	0,05	0,97	1,09	0,88	1,14	1	0,07
	Bensarmok	1,07	0,05	1,07	1,07	1,01	1,15	1,06	0,07
	Boufarik	1,15	0,04	1,15	1,15	1,07	1,21	1,16	0,06
	Boulila	1,07	0,05	1,05	1,10	0,96	1,17	1,07	0,07
	Bulida	1,02	0,03	1,02	1,02	0,96	1,10	1,01	0,04
	El hamraia	1,04	0,04	1,04	1,04	0,98	1,11	1,04	0,07
	El khokhi	1,12	0,03	1,11	1,12	1,06	1,19	1,12	0,03
	Louzi blanc	1,16	0,04	1,16	1,16	1,06	1,25	1,15	0,06
	Louzi rouge	1,09	0,04	1,06	1,12	1,01	1,20	1,08	0,05
	Louziskikdi	1,07	0,03	1,07	1,07	1,02	1,12	1,06	0,04
	M'sili	1,03	0,02	1,03	1,03	1,00	1,06	1,02	0,03
	Musca	1,05	0,01	1,05	1,05	1,03	1,07	1,06	0,03
	Paviot	1,09	0,05	1,05	1,12	0,96	1,18	1,09	0,07
	Pavit	1,04	0,05	0,96	1,10	0,91	1,18	1,04	0,08
	Polonais	1,13	0,06	1,01	1,19	0,97	1,26	1,15	0,07
	Rosé	1,18	0,07	1,07	1,23	1,03	1,34	1,19	0,08
	Skikdi	1,01	0,05	1,01	1,01	0,95	1,11	1	0,08
Tounsi	1,05	0,03	1,04	1,06	0,97	1,12	1,05	0,05	
<b>Ratio largeur latérale/ largeur ventrale</b>	Arbi	1,08	0,04	1,05	1,14	0,98	1,20	1,08	0,06
	Bedai	1,02	0,06	0,94	1,09	0,85	1,14	1,02	0,11
	Bensarmok	1,09	0,04	1,09	1,09	1,04	1,17	1,07	0,06
	Boufarik	1,14	0,03	1,14	1,14	1,09	1,19	1,13	0,04
	Boulila	1,07	0,04	1,04	1,10	1,00	1,15	1,07	0,07
	Bulida	1,08	0,03	1,08	1,09	1,03	1,16	1,09	0,04
	El hamraia	1,06	0,03	1,06	1,06	1,01	1,12	1,06	0,03
	El khokhi	1,06	0,03	1,06	1,07	1,01	1,12	1,06	0,03
	Louzi blanc	1,10	0,03	1,10	1,10	1,04	1,16	1,1	0,04
	Louzi rouge	1,05	0,03	1,04	1,06	0,97	1,12	1,05	0,04
	Louziskikdi	1,03	0,03	1,03	1,03	0,99	1,09	1,03	0,04
	M'sili	1,04	0,02	1,04	1,04	1,00	1,08	1,04	0,03
	Musca	1,05	0,01	1,05	1,05	1,03	1,08	1,06	0,02
	Paviot	1,07	0,04	1,04	1,09	0,95	1,16	1,08	0,06
	Pavit	1,05	0,03	1,03	1,08	0,94	1,13	1,05	0,05
	Polonais	1,10	0,02	1,08	1,11	1,04	1,15	1,1	0,03
	Rosé	1,13	0,04	1,07	1,16	1,03	1,22	1,13	0,05
	Skikdi	1,05	0,03	1,05	1,05	0,98	1,13	1,05	0,05
Tounsi	1,05	0,02	1,04	1,05	1,00	1,10	1,05	0,03	

Caractère étudié	Cultivar	$\bar{x}$	$\sigma$	$\bar{x}$ Min	$\bar{x}$ Max	Min	Max	Me	EI
Acidité	Arbi	2,49	0,65	1,36	3,37	1,33	3,38	2,54	1,09
	Bedai	1,64	0,13	1,44	1,82	1,4	1,82	1,63	0,24
	Bensarmok	2,12	0,04	2,12	2,12	2,09	2,14	2,12	0,07
	Boufarik	1,42	0,04	1,42	1,42	1,39	1,45	1,42	0,07
	Boulila	1,75	0,09	1,68	1,83	1,66	1,87	1,74	0,18
	Bulida	1,73	0,12	1,63	1,83	1,58	1,84	1,75	0,23
	El hamraia	1,88	0,03	1,88	1,88	1,86	1,9	1,88	0,05
	El khokhi	1,15	0,04	1,14	1,16	1,09	1,18	1,16	0,08
	Louzi blanc	1,03	0,02	1,03	1,03	1,01	1,04	1,03	0,03
	Louzi rouge	1,8	0,13	1,66	1,97	1,6	1,98	1,81	0,23
	Louziskikdi	1,77	0,04	1,77	1,77	1,74	1,79	1,77	0,07
	M'sili	1,81	0,02	1,81	1,81	1,79	1,82	1,81	0,04
	Musca	3,06	0,01	3,06	3,06	3,05	3,06	3,06	0,02
	Paviot	1,47	0,29	1,15	1,86	1,09	1,89	1,34	0,6
	Pavit	1,57	0,25	1,21	1,95	1,19	2	1,57	0,49
	Polonais	1,92	0,18	1,75	2,28	1,72	2,34	1,88	0,15
	Rosé	1,18	0,25	0,89	1,62	0,8	1,65	1,18	0,33
	Skikdi	2,33	0,09	2,33	2,33	2,26	2,39	2,33	0,17
	Tounsi	1,68	0,05	1,65	1,71	1,61	1,74	1,68	0,1
pH	Arbi	3,75	0,17	3,56	4,09	3,52	4,18	3,71	0,27
	Bedai	3,97	0,07	3,9	4,04	3,85	4,07	3,95	0,12
	Bensarmok	3,76	0,13	3,76	3,76	3,66	3,85	3,76	0,21
	Boufarik	4,07	0,01	4,07	4,07	4,06	4,08	4,07	0,02
	Boulila	3,94	0,06	3,94	3,94	3,87	4,01	3,94	0,12
	Bulida	3,97	0,07	3,93	4,01	3,87	4,03	3,99	0,12
	El hamraia	3,85	0,04	3,85	3,85	3,82	3,87	3,85	0,06
	El khokhi	4,24	0,04	4,24	4,25	4,2	4,29	4,24	0,08
	Louzi blanc	4,32	0,05	4,32	4,32	4,28	4,35	4,32	0,08
	Louzi rouge	3,83	0,05	3,77	3,9	3,73	3,91	3,84	0,08
	Louziskikdi	3,95	0,08	3,95	3,95	3,89	4	3,95	0,13
	M'sili	3,96	0,08	3,96	3,96	3,9	4,01	3,96	0,12
	Musca	3,64	0,08	3,64	3,64	3,58	3,7	3,64	0,13
	Paviot	4,00	0,16	3,82	4,16	3,73	4,31	4,02	0,22
	Pavit	4,00	0,15	3,83	4,21	3,74	4,23	3,97	0,27
	Polonais	3,82	0,1	3,69	3,9	3,66	3,96	3,83	0,16
	Rosé	4,25	0,18	4,02	4,46	3,97	4,5	4,24	0,36
	Skikdi	3,83	0,01	3,83	3,83	3,82	3,84	3,83	0,02
	Tounsi	3,96	0,01	3,92	3,98	3,87	4,05	3,96	0,13

**Annexe 5:** Effectif et pourcentage des accessions spontanées et issues du greffage selon la couleur de fond de la peau du fruit.

			Couleur de fond de la peau						Total	
			jaune	jaune-vert et rouge	jaune et rouge	orange claire	Orange	orange claire et rouge		orange et rouge
Origine de l'accession	Spontanée	Effectif (n)	3	1	0	8	7	1	2	22
		Pourcentage (%)	13,6%	4,5%	0,0%	36,4%	31,8%	4,5%	9,1%	100%
	Issue de greffage	Effectif (n)	12	2	13	15	5	4	11	62
		Pourcentage (%)	19,4%	3,2%	21,0%	24,2%	8,1%	6,5%	17,7%	100%
Total		Effectif	15	3	13	23	12	5	13	84
		Pourcentage	17,9%	3,6%	15,5%	27,4%	14,3%	6,0%	15,5%	100%

**Annexe 6:** Effectif et pourcentage des accessions spontanées et issues du greffage selon la couleur de la chair du fruit.

			Couleur de la Chair			Total
			jaune	orange claire	Orange	
Origine de l'accession	Spontanée	Effectif (n)	4	10	8	22
		Pourcentage (%)	18,2%	45,5%	36,4%	100 %
	Issue de greffage	Effectif (n)	22	20	20	62
		Pourcentage (%)	35,5%	32,3%	32,3%	100 %
Total		Effectif	26	30	28	84
		Pourcentage (%)	31,0%	35,7%	33,3%	100,%

**Annexe 7 :** Effectif et pourcentage des accessions spontanées et issues du greffage selon la forme du fruit en vue ventrale.

			Forme en vue ventrale du fruit					Total
			ovale	oblongue	elliptique	ronde	Triangulaire	
Origine de l'accession	Spontanée	Effectif (n)	6	2	5	9	0	22
		Pourcentage (%)	27,3%	9,1%	22,7%	40,9%	0,0%	100,0%
	Issue de greffage	Effectif (n)	34	13	2	12	1	62
		Pourcentage (%)	54,8%	21,0%	3,2%	19,4%	1,6%	100,0%
Total		Effectif	40	15	7	21	1	84
		Pourcentage (%)	47,6%	17,9%	8,3%	25,0%	1,2%	100,0%

**Annexe 8 :** Effectif et pourcentage des accessions spontanées et issues du greffage selon la forme du fruit en vue latérale.

			Forme en vue latérale du fruit					Total
			ovale	oblongue	ronde	aplatie	oblique rhombique	
Origine de l'accession	Spontanée	Effectif (n)	0	2	15	1	4	22
		Pourcentage (%)	0,0%	9,1%	68,2%	4,5%	18,2%	100,0%
	Issue de greffage	Effectif (n)	3	1	28	5	25	62
		Pourcentage (%)	4,8%	1,6%	45,2%	8,1%	40,3%	100,0%
Total		Effectif	3	3	43	6	29	84
		Pourcentage (%)	3,6%	3,6%	51,2%	7,1%	34,5%	100,0%

**Annexe 9 :** Effectif et pourcentage des accessions spontanées et issues du greffage selon la symétrie en vue ventrale du fruit.

		Symétrie en vue ventrale du fruit			Total	
		symétrique	légèrement dissymétrique	nettement dissymétrique		
Origine de l'accession	Spontanée	Effectif (n)	1	14	7	22
		Pourcentage (%)	4,5%	63,6%	31,8%	100%
	Issue de greffage	Effectif (n)	3	40	19	62
		Pourcentage (%)	4,8%	64,5%	30,6%	100%
Total		Effectif	4	54	26	84
		Pourcentage (%)	4,8%	64,3%	31,0%	100%

**Annexe 10 :** Effectif et pourcentage des accessions spontanées et issues du greffage selon la suture du fruit.

		Suture du fruit				Total	
		en relief	légèrement en creux	modérément en creux	profondément en creux		
Origine de l'accession	Spontanée	Effectif (n)	7	8	3	4	22
		Pourcentage (%)	31,8%	36,4%	13,6%	18,2%	100,0%
	Issue de greffage	Effectif (n)	13	25	19	5	62
		Pourcentage (%)	21,0%	40,3%	30,6%	8,1%	100,0%
Total		Effectif	20	33	22	9	84
		Pourcentage (%)	23,8%	39,3%	26,2%	10,7%	100,0%

**Annexe 11 :** Effectif et pourcentage des accessions spontanées et issues du greffage selon la profondeur de la dépression pédonculaire du fruit.

		Profondeur de la dépression pédonculaire du fruit		Total	
		peu profonde	profonde		
Origine de l'accession	Spontanée	Effectif (n)	8	14	22
		Pourcentage (%)	36,4%	63,6%	100,0%
	Issue de greffage	Effectif (n)	13	49	62
		Pourcentage (%)	21,0%	79,0%	100,0%
Total		Effectif	21	63	84
		Pourcentage (%)	25,0%	75,0%	100,0%

**Annexe 12 :** Effectif et pourcentage des accessions spontanées et issues du greffage selon la présence ou l'absence du mucron sur le fruit.

		Présence du mucron du fruit		Total	
		absent	présent		
Origine de l'accession	Spontanée	Effectif (n)	11	11	22
		Pourcentage (%)	50,0%	50,0%	100,0%
	Issue de greffage	Effectif (n)	48	14	62
		Pourcentage (%)	77,4%	22,6%	100,0%
Total		Effectif	59	25	84
		Pourcentage (%)	70,2%	29,8%	100,0%

**Annexe 13 :** Effectif et pourcentage des accessions spontanées et issues du greffage selon la forme de l'apex du fruit

			Forme de l'apex du fruit				Total
			Acute	rond	tronqué	échancré	
Origine de l'accession	Spontanée	Effectif (n)	0	9	7	6	22
		Pourcentage (%)	0,0%	40,9%	31,8%	27,3%	100,0%
	Issue de greffage	Effectif (n)	1	13	28	20	62
		Pourcentage (%)	1,6%	21,0%	45,2%	32,3%	100,0%
Total		Effectif	1	22	35	26	84
		Pourcentage (%)	1,2%	26,2%	41,7%	31,0%	100,0%

**Annexe 14 :** Effectif et pourcentage des accessions spontanées et issues du greffage selon la surface de la peau du fruit.

			Surface de la peau du fruit		Total
			lisse	bosselée	
Origine de l'accession	Spontanée	Effectif (n)	1	21	22
		Pourcentage (%)	4,5%	95,5%	100,0%
	Issue de greffage	Effectif (n)	7	55	62
		Pourcentage (%)	11,3%	88,7%	100,0%
Total		Effectif	8	76	84
		Pourcentage (%)	9,5%	90,5%	100,0%

**Annexe 15 :** Effectif et pourcentage des accessions spontanées et issues du greffage selon la présence ou non de la pilosité de la peau du fruit.

			Pilosité de la peau du fruit	Total
			présente	
Origine de l'accession	Spontanée	Effectif (n)	22	22
		Pourcentage (%)	100,0%	100,0%
	Issue de greffage	Effectif (n)	62	62
		Pourcentage (%)	100,0%	100,0%
Total		Effectif	84	84
		Pourcentage (%)	100,0%	100,0%

**Annexe 16 :** Effectif et pourcentage des accessions spontanées et issues du greffage selon la brillance de la peau du fruit

			Brillance de la peau du fruit				Total
			nulle	faible	moyenne	forte	
Origine de l'accession	Spontanée	Effectif (n)	22	0	0	0	22
		Pourcentage (%)	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
	Issue de greffage	Effectif (n)	56	1	3	2	62
		Pourcentage (%)	90,3%	1,6%	4,8%	3,2%	100,0%
Total		Effectif	78	1	3	2	84
		Pourcentage (%)	92,9%	1,2%	3,6%	2,4%	100,0%

**Annexe 17:** Effectif et pourcentage des accessions spontanées et issues du greffage selon la texture de la chair.

		Texture de la chair du fruit			Total	
		fine	moyenne	grossière		
Origine de l'accession	Spontanée	Effectif (n)	0	8	14	22
		Pourcentage (%)	0,0%	36,4%	63,6%	100,0%
	Issue de greffage	Effectif (n)	23	39	0	62
		Pourcentage (%)	37,1%	62,9%	0,0%	100,0%
Total		Effectif	23	47	14	84
		Pourcentage (%)	27,4%	56,0%	16,7%	100,0%

**Annexe 18:** Effectif et pourcentage des accessions spontanées et issues du greffage selon l'adhérence du noyau à la chair du fruit.

		Adhérence du Noyau à la chair				Total	
		nulle ou très faible	faible	moyenne	forte		
Origine de l'accession	Spontanée	Effectif (n)	12	5	5	0	22
		Pourcentage (%)	54,5%	22,7%	22,7%	0,0%	100,0%
	Issue de greffage	Effectif (n)	31	17	13	1	62
		Pourcentage (%)	50,0%	27,4%	21,0%	1,6%	100,0%
Total		Effectif	43	22	18	1	84
		Pourcentage (%)	51,2%	26,2%	21,4%	1,2%	100,0%

**Annexe 19 :** Effectif et pourcentage des accessions spontanées et issues du greffage selon la forme en vue latérale du noyau.

		Forme en vue latérale du noyau				Total	
		ovale	oblongue	elliptique	rond		
Origine de l'accession	Spontanée	Effectif (n)	4	4	9	5	22
		Pourcentage (%)	18,2%	18,2%	40,9%	22,7%	100,0%
	Issue de greffage	Effectif (n)	30	4	17	11	62
		Pourcentage (%)	48,4%	6,5%	27,4%	17,7%	100,0%
Total		Effectif	34	8	26	16	84
		Pourcentage (%)	40,5%	9,5%	31,0%	19,0%	100,0%

**Annexe 20 :** Effectif et pourcentage des accessions spontanées et issues du greffage selon l'amertume de l'amande

		Amertume de l'amande				Total	
		nulle	faible	moyenne	forte		
Origine de l'accession	Spontanée	Effectif (n)	1	1	10	10	22
		Pourcentage (%)	4,5%	4,5%	45,5%	45,5%	100,0%
	Issue de greffage	Effectif (n)	19	6	23	14	62
		Pourcentage (%)	30,6%	9,7%	37,1%	22,6%	100,0%
Total		Effectif	20	7	33	24	84
		Pourcentage (%)	23,8%	8,3%	39,3%	28,6%	100,0%

**Annexe 21 :** Effectif et pourcentage des accessions spontanées et issues du greffage selon le port de l'arbre

		Port de l'arbre					Total	
		très dressé	Dressé	dressé à étalé	étalé	retombant		
Origine de l'accession	Spontanée	Effectif (n)	1	7	7	5	2	22
		Pourcentage (%)	4,5%	31,8%	31,8%	22,7%	9,1%	100,0%
	Issue de greffage	Effectif (n)	4	5	13	35	5	62
		Pourcentage (%)	6,5%	8,1%	21,0%	56,5%	8,1%	100,0%
Total		Effectif (n)	5	12	20	40	7	84
		Pourcentage (%)	6,0%	14,3%	23,8%	47,6%	8,3%	100,0%

**Annexe 22 :** Effectif et pourcentage des accessions spontanées et issues du greffage selon la vigueur de l'arbre.

		Vigueur de l'arbre					Total	
		très faible	Faible	moyenne	forte	très forte		
Origine de l'accession	Spontanée	Effectif (n)	2	6	6	4	4	22
		Pourcentage (%)	9,1%	27,3%	27,3%	18,2%	18,2%	100,0%
	Issue de greffage	Effectif (n)	1	11	24	19	7	62
		Pourcentage (%)	1,6%	17,7%	38,7%	30,6%	11,3%	100,0%
Total		Effectif (n)	3	17	30	23	11	84
		Pourcentage (%)	3,6%	20,2%	35,7%	27,4%	13,1%	100,0%

**Annexe 23 :** Effectif et pourcentage des accessions spontanées et issues du greffage selon la densité florale

		Densité florale					Total	
		très faible	faible	moyenne	élevée	très élevée		
Origine de l'accession	Spontanée	Effectif (n)	6	8	6	1	1	22
		Pourcentage (%)	27,3%	36,4%	27,3%	4,5%	4,5%	100,0%
	Issue de greffage	Effectif (n)	11	16	17	13	5	62
		Pourcentage (%)	17,7%	25,8%	27,4%	21,0%	8,1%	100,0%
Total		Effectif (n)	17	24	23	14	6	84
		Pourcentage (%)	20,2%	28,6%	27,4%	16,7%	7,1%	100,0%

**Annexe 24** : Corrélation des 21 caractères qualitatifs avec les principaux axes générés par l'ACM.

Variable qualitative	Facteur principal		
	F1	F2	F3
Couleur de fond de la peau	0,696	0,824	0,339
Fermeté du fruit	0,068	0,761	0,464
Couleur de la chair	0,46	0,648	0,06
Vigueur de l'arbre	0,139	0,336	0,64
Forme en vue latérale du noyau	0,338	0,572	0,279
Forme de l'apex du fruit	0,515	0,055	0,255
Forme en vue ventrale du fruit	0,515	0,09	0,139
Auto (in) compatibilité	0,069	0,081	0,527
Densité florale	0,435	0,032	0,064
Amertume de l'Amande	0,403	0,213	0,049
Forme en vue latérale du fruit	0,217	0,356	0,079
Port de l'arbre	0,191	0,31	0,206
Présence du mucron du fruit	0,148	0,065	0,018
Suture du fruit	0,304	0,131	0,001
Texture de la chair du fruit	0,256	0,151	0,197
Adhérence du Noyau à la chair	0,244	0,088	0,187
Symétrie en vue ventrale du fruit	0,153	0,016	0,053
Brillance de la peau du fruit	0,134	0,05	0,048
Surface de la peau du fruit	0,124	0,114	0,012
Profondeur de la dépression pédonculaire du fruit	0,039	0,217	0,019
Pilosité	0	0	0

**Annexe 25 :** Distance euclidienne entre les différentes accessions étudiées selon la méthode Ward basée sur les caractères quantitatifs.

<b>Planning des agglomérations selon les caractères quantitatifs</b>			
<b>Etape</b>	<b>Classe combinée</b>		<b>Coefficient</b>
	<b>Classe 1</b>	<b>Classe 2</b>	
1	25	26	0,069
2	79	80	0,279
3	48	82	0,501
4	41	45	0,737
5	10	17	0,976
6	33	56	1,304
7	69	73	1,633
8	46	47	1,966
9	27	36	2,302
10	40	42	2,668
11	9	78	3,043
12	24	35	3,423
13	44	59	3,850
14	37	53	4,278
15	32	62	4,731
16	43	51	5,196
17	13	23	5,665
18	58	83	6,176
19	28	29	6,697
20	1	49	7,234
21	72	74	7,792
22	3	60	8,404
23	52	57	9,025
24	7	84	9,653
25	8	11	10,301
26	27	67	10,957
27	66	68	11,616
28	2	81	12,363
29	5	19	13,115
30	40	41	13,917
31	33	61	14,744
32	38	54	15,618
33	39	76	16,504
34	40	46	17,462
35	3	58	18,486
36	10	21	19,522
37	69	72	20,586
38	39	79	21,692

39	50	71	22,951
40	9	14	24,215
41	18	30	25,507
42	6	22	26,862
43	27	34	28,227
44	37	64	29,610
45	1	12	31,079
46	5	20	32,578
47	32	43	34,192
48	9	55	35,905
49	40	44	37,760
50	39	77	39,725
51	18	70	41,717
52	7	48	43,875
53	2	13	46,187
54	6	15	48,631
55	39	75	51,134
56	24	66	53,715
57	52	65	56,432
58	3	33	59,219
59	32	69	62,354
60	4	18	65,843
61	2	7	69,784
62	5	6	73,747
63	8	16	77,806
64	27	63	82,056
65	37	52	86,393
66	31	50	90,736
67	3	24	95,525
68	37	38	100,587
69	2	10	106,619
70	9	25	112,844
71	1	5	120,547
72	27	40	128,748
73	3	9	138,067
74	31	37	149,321
75	4	32	161,097
76	1	8	178,739
77	2	28	196,463
78	27	31	225,214
79	3	4	257,053
80	1	2	315,004
81	3	39	385,522
82	3	27	506,458
83	1	3	830,000

**Annexe 26 :** Distance euclidienne entre les différentes accessions étudiées selon la méthode Ward basée sur les caractères qualitatifs.

<b>Planning des agglomérations selon les caractères qualitatifs</b>			
<b>Etape</b>	<b>Cluster combiné</b>		<b>Coefficient</b>
	<b>Classe 1</b>	<b>Classe 2</b>	
1	82	84	0,000
2	77	79	0,000
3	71	72	0,000
4	38	53	0,000
5	50	51	0,000
6	45	46	0,000
7	44	45	0,000
8	42	44	0,000
9	41	43	0,000
10	40	42	0,000
11	37	38	0,000
12	25	26	0,000
13	73	74	0,299
14	50	58	0,698
15	15	19	1,102
16	34	35	1,506
17	33	56	1,997
18	24	27	2,502
19	69	71	3,042
20	32	59	3,629
21	37	54	4,235
22	76	80	5,051
23	36	57	6,259
24	18	47	7,479
25	40	41	8,881
26	69	73	10,471
27	1	22	12,129
28	81	83	13,839
29	50	70	15,555
30	29	82	17,296
31	32	65	19,113
32	9	10	21,380
33	39	75	23,838
34	8	64	26,363
35	62	69	28,987
36	37	52	31,669
37	60	61	34,356

38	5	30	37,064
39	3	17	39,780
40	16	66	42,537
41	28	49	45,632
42	14	21	48,771
43	4	9	51,915
44	67	68	55,421
45	32	33	59,021
46	23	24	62,659
47	76	77	66,328
48	36	50	70,543
49	15	20	74,853
50	29	48	79,415
51	11	55	84,124
52	7	16	88,900
53	78	81	94,074
54	25	63	99,368
55	1	6	104,954
56	4	13	111,034
57	11	31	117,138
58	18	40	123,286
59	3	12	129,661
60	2	34	137,192
61	25	36	146,065
62	29	78	156,511
63	11	14	167,107
64	2	23	177,928
65	8	28	189,378
66	1	15	201,320
67	7	29	214,093
68	32	60	227,411
69	11	37	240,756
70	4	5	255,681
71	3	11	274,000
72	39	76	292,479
73	8	67	312,343
74	25	32	333,152
75	2	4	363,174
76	7	39	394,684
77	1	62	429,011
78	7	8	471,358
79	2	25	515,418
80	1	3	584,875
81	2	18	676,569
82	1	7	776,188
83	1	2	913,000



El khokhi	1	cd	2	d	1	ae	2	cd	2	b	2	c	2	bc	2	be	2	bf	2	g	1	
	2			0	1															0	1	
Louzi Rouge	1	e	6	f	4	b	7	ce	7	be	7	acdi	7	be	7	ce	7	bd	7	bdg	5	
	2	0	1	0	3															0	2	
Pavit	1	c	11	b	4	ad	2	a	7	a	1	bf	4	a	5	b	5	bf	2	beg	4	
	2	cd	2	c	5	ae	5	b	5	ad	1	bh	2	b	7	bd	2	c	6	ceg	2	
	3			d	2	bd	1	0	1	b	11	c	5	0	1	be	3	cf	3	e	4	
	4			0	2	be	1					f	1			c	3	d	2	h	3	
	5					d	1					h	1									
	6					e	3															
Paviot	1	c	3	c	2	ad	3	b	2	b	6	bg	2	a	2	b	2	b	1	bdg	2	
	2	cd	3	d	4	ae	3	bd	2			c	4	bc	3	be	3	bf	2	g	3	
	3							cd	2					0	1	0	1	c	2	h	1	
	4																	f	1			
Polonais	1	bd	5	be	1	ac	3	b	4	ad	6	abd	3	be	2	c	6	c	4	acf	1	
	2	cd	1	cf	3	ad	2	ab	2			e	3	e	2			cf	1	adg	2	
	3			e	2	ce	1							eg	2			cfh	1	bdg	2	
	4																			cef	1	
Rosé	1	d	5	ce	1	ab	5	ad	1	a	2	bd	1	be	1	be	5	e	6	acd	2	
	2	bd	1	e	3	abe	1	b	1	ag	1	bh	1	e	2	e	1			bd	1	
	3			f	2			bd	3	b	3	c	4	eg	3					c	2	
	4							e	1											d	1	
Louzi blanc	1	d	1	e	1	ab	1	bd	1	a	1	c	1	0	1	be	1	ce	1	e	1	
Tounsi	1	c	3	b	3	ae	3	b	3	c	3	bd	3	b	2	e	3	eg	3	0	3	
	2													0	1							

**Annexe 28** : Photos des fruits de quelques accessions étudiées dans les zones du Hodna et des Auès



Tounis Maadid



Skikdi Boukhmissa



Bulida Koubana



Musca Boukhmissa



Elhamraia Maadid



El khokhi Maadid



Polonais Sefiane



Polonais 01 Khobana



Polonais Maadid



Paviot 03 Sefiane



Paviot Kochbi



Paviot 01 Rahbat





Bedai 04 Sefiane



Bedai 05 Sefiane



Bedai 06 Sefiane



Bensarmok Boukhmissa



Rosé Rahbat



Rosé 01 Sefiane



Pavi 01 Khoubana



Pavi 02 Boukhmissa



Pavi 04 Khoubana



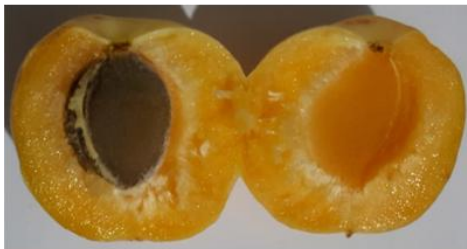
Pavi 07 Khoubana



Pavi 08 Khoubana



Pavi 06 Khoubana

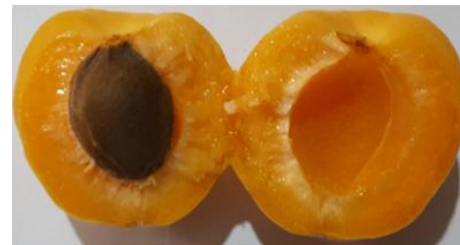




Louzi rouge 01 Maadid



Louzi Blanc Bo



Arbi 01 Boukhmissa



Arbi 01 Rahbat



Arbi 03 Boukhmissa



Arbi 01 Sefiane

## Résumé :

---

La connaissance et la caractérisation des ressources phyto-génétiques sont des enjeux majeurs afin de protéger et de valoriser notre patrimoine génétique. Une bonne préservation et gestion des ressources génétiques locales nécessitent une évaluation et une détermination préalables de la variabilité des collections locales in situ et ex situ. L'abricotier (*Prunus amreniaca* L.) est une espèce qui se caractérise par une diversité très riche, localisée surtout autour du bassin méditerranéen.

L'étude menée consiste en une contribution à l'évaluation de la diversité génétique de l'abricotier (*Prunus amreniaca* L.) en Algérie, qui renferme une large gamme peu connue et ce à travers la caractérisation pour la première fois de 84 accessions d'abricotiers représentées par 22 accessions spontanées et 62 accessions issues du greffage qui sont réparties au niveau des zones du Hodna et des Aurès qui représentent les zones les plus anciennes et les plus productives en abricotier. Au total, trente sept marqueurs phénotypiques (16 quantitatifs 21 qualitatifs), relatifs aux caractères phénologiques, pomologiques et morphologiques de l'arbre, décrits dans les descripteurs de l'UPOV (2007), et dix marqueurs microsatellites ont été utilisés pour l'analyser de la diversité génétique existante. En parallèle une autre étude à été menée pour l'évaluation de l'auto (in)-compatibilité des 84 accessions des zones du Hodna et des Aurès par l'identification de l'allèle S par l'analyse PCR en utilisant des amorces spécifiques pour l'identification et la différenciation des allèles d'auto-compatibilité (Sc) et d'auto-incompatibilité (S8).

L'exploitation des résultats de l'analyse statistique des données phénotypiques quantitatives et qualitatives de cette étude ont montré des différences phénotypiques fortement significatives entre les accessions étudiées. En effet, les caractères phénotypiques utilisés, pour les organes de la partie végétative et de reproduction, ont indiqué une variabilité génétique assez importante entre les 84 accessions étudiées, avec un degré de polymorphisme relativement élevé. Cette variation du niveau phénotypique est probablement due en grande partie à la variation de la composition génétique des différents cultivars.

La seconde méthode est basée sur des outils moléculaires, qui permettent de résoudre les cas d'homonymies et de synonymes dans les différents germoplasmes étudiés, et les résultats prouvent que les 22 accessions spontanées sont tous génétiquement différentes les unes des autres. Même chose à été constatée pour les accessions issues du greffage où 36 cas d'homonymies ont été identifiés et un cas de synonymie, et deux cas de mutation sont découverts dans les cultivars Bulida et Bedai.

Les résultats des analyses de la compatibilité pollinique indiquent que les cultivars d'abricotier représentent une source intéressante de nouveau matériel génétique auto-compatible où 77,42 % des accessions issus du greffage sont auto-compatibles contre 46% pour les accessions spontanées avec une capacité d'adaptation aux conditions de sécheresse caractéristique intéressante pour les programmes de sélection d'abricotier méditerranéens.

**Mots clés :** *Prunus armeniaca* L., marqueurs phénotypiques, marqueurs moléculaires, diversité génétique, auto compatibilité.

## **ABSTRACT:**

---

Knowledge and characterization of phyto-genetic resources are major issues in order to protect and enhance our genetic heritage. Good conservation and management of local genetic resources requires prior assessment and identification of the variability present in in situ and ex situ collections. The apricot tree (*Prunus amreniaca* L.) is a species characterized by a very rich diversity, mainly located around the Mediterranean basin.

The study carried out consists of a contribution to the evaluation of the genetic diversity of the apricot tree (*Prunus amreniaca* L.) In Algeria which contains a large and little known range and this through the characterization for the first time of 84 apricot accessions. Represented by 22 spontaneous accessions and 62 accessions resulting from grafting which are distributed at the level of the areas of Hodna and Aurès which represent the oldest and most productive areas of apricot. In total, thirty-seven phenotypics markers (16 quantitatives 21 qualitatives), relating to the phenologicals, pomologicals and morphologicals characteristics of the tree, described in the UPOV descriptors (2007), and ten microsatellites markers were used to analyze it, of existing genetic diversity. In parallel, another study was carried out to evaluate the self (in) -compatibility of the 84 accessions of the Hodna and Aurès areas by the identification of the S allele by PCR analysis using specific primers. For the identification and differentiation of self-compatibility (Sc) and self-incompatibility (S8) alleles.

Exploitation of the results of the statisticals analysis of quantitatives and qualitatives phenotypics data from this study showed highly significant phenotypics differences between the accessions studied. Indeed, the phenotypics characters used, for the organs of the vegetative and reproductive part, indicated a fairly significant genetic variability between the 84 accessions studied, with a relatively high degree of polymorphism. This variation at the phenotypic level is most likely due, in large part, to variation in the genetic components of differents cultivars.

A second approach, based on molecular tools, made it possible to resolve the cases of disambiguation and synonymy within the different accessions studied where it turned out that the spontaneous accessions are all genetically differents with 22 totally differents accessions. The same was observed for accessions resulting from grafting where 36 cases of disambiguations were identified and one case of synonymy and two cases of mutations were found in cultivars Bulida and Bedai.

The results of pollen compatibility analyzes indicate that apricot cultivars represent an interesting source of new self-compatible genetic material where 77.42% of accessions resulting from grafting are self-compatibles against 46% for spontaneous accessions with a capacity of adaptation to drought conditions, an interesting characteristic for Mediterranean apricot breeding programs.

**Key words:***Prunus armeniaca* L., phenotypics markers, moleculars markers, genetic diversity, Self compatibility.

## ملخص:

تعد معرفة وتوصيف الموارد الوراثية النباتية من القضايا الرئيسية من أجل حماية وتعزيز تراثنا الجيني. يتطلب الحفاظ على الموارد الجينية المحلية وإدارتها بشكل جيد، تقييمًا مسبقًا وتحديد التنوع الموجود داخل وخارج المجموعات. تعتبر شجرة المشمش (*Prunus amreniaca* L.) من الأنواع التي تتميز بتنوعها الغني جدًا ، وتتواجد بشكل أساسي حول حوض البحر الأبيض المتوسط.

تتمثل الدراسة التي تم إجراؤها في المساهمة في تقييم التنوع الجيني لشجرة المشمش (*Prunus amreniaca* L.) في الجزائر والتي تحتوي على عدد كبير من الأنواع الغير معروفة ، وذلك من خلال التوصيف لأول مرة لـ 84 صنف مشمش. منها 22 صنف عفوي و 62 صنف ناتج عن التطعيم ، موزعة على مستوى منطقتي الحضنة والأوراس اللتين تمثلان أقدم المناطق زراعة للمشمش وأكثرها إنتاجًا. في المجموع ، تم استخدام سبعة وثلاثين من المؤشرات النمطية ( 16 كمي، 21 نوعيًا) ، و التي تتعلق بالخصائص الفينولوجية، البومولوجية و مورفولوجية الشجرة ، الموضحة في واصفات UPOV (2007)، بالإضافة إلى استعمال عشرة من مؤشرات الميكروساتيليت (SSR) لتحليل التنوع الوراثي الموجود. بالتوازي مع ذلك ، تم إجراء دراسة أخرى لتقييم التوافق الذاتي للأصناف الـ 84 في منطقتي الحضنة والأوراس من خلال تحديد الأليل S عن طريق تحليل PCR باستخدام بادئات محددة. لتحديد وتمييز التوافق الذاتي لأليلات (Sc) وعدم التوافق الذاتي (S8) .

أظهر استغلال نتائج التحليل الإحصائي للبيانات الوصفية الكمية والنوعية لهذه الدراسة فروق مظهرية ذات دلالة إحصائية بين الأصناف المدروسة. في الواقع ، أشارت الصفات المظهرية المستخدمة لأعضاء الجزء الخضري والتناسلي إلى تباين وراثي كبير إلى حد ما بين 84 صنف تمت دراستها ، مع درجة عالية نسبيًا من تعدد الأشكال. هذا الاختلاف على مستوى النمط الظاهري يرجع جزء كبير منه إلى التباين في المكونات الجينية للأصناف المختلفة. أتاح الطرف الثاني ، المستند على الأدوات الجزيئية ، إلى إزالة حالات الغموض والمرادفات داخل الأصناف المختلفة التي تمت دراستها حيث اتضح أن الأصناف العفوية كلها مختلفة وراثيًا مع 22 صنف مختلفة تمامًا. ولوحظ نفس الشيء بالنسبة للأصناف الناتجة عن التطعيم حيث تم تحديد 36 حالة إزالة الغموض وحالة واحدة من المرادفات وحالتين من الطفرات تم العثور عليها في أصناف بوليدا وبدای.

تشير نتائج تحليلات توافق حبوب اللقاح إلى أن أصناف المشمش الجزائرية تمثل مصدرًا مثيرًا للاهتمام لمادة وراثية جديدة متوافقة ذاتيًا حيث 77.42٪ من الأصناف الناتجة عن التطعيم متوافقة ذاتيًا مقابل 4.6٪ للأصناف العفوية و التي لها القدرة على التكيف مع ظروف الجفاف ، و هي خاصة مثيرة للاهتمام لبرامج التحسين الوراثي للمشمش في منطقة البحر الأبيض المتوسط.

**الكلمات المفتاحية:** *Prunus armeniaca* L. ، المؤشرات الظاهرية ، المؤشرات الجزيئية ، التنوع الجيني ، التوافق الذاتي.