

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

UNIVERSITE BLIDA 1

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

Département de biotechnologie

Thèse de doctorat

Travail présenté par : Samia **BABA -AISSA**

Sous le thème :

**RECHERCHE DES RESSOURCES GENETIQUES DE
L'ABRICOTIER (*Prunus armeniaca.L*) DANS LES ZONES
SEMI ARIDES EN ALGERIE**

Jury composé de :

Pr SID-AHMED SENOUSI	U. Blida 1	Président
Pr BENREBIHA FATIMA-ZOHRA	U. Blida 1	Directeur de thèse
Pr KHELIFI LAKHDAR	ENSA El-harrach	Examineur
Pr BELARBI BAROUDI	ENSA El-harrach	Examineur
Pr BOUTEKRABT AMMAR	U. Blida 1	Examineur

Sommaire

Introduction.....	1
Chapitre I : synthèse bibliographique.....	4
I. Origine de l'abricotier dans le monde et en Algérie.....	4
I.1. Origine de l'abricotier au niveau mondial	4
I.3. Origine de l'abricotier en Algérie	6
II. Généralités sur L'abricotier	7
II.1. Systématique de l'abricotier :	7
II.2. Carte génétique des prunus	9
III. Description de l'Abricotier.....	10
III.1. Description des rameaux et des feuilles.....	10
III.2. Description de la fleur de l'abricotier.....	10
III.3. Description du fruit de l'abricotier	11
IV. Répartition géographique de l'abricotier dans le monde et en Algérie.....	13
IV.1. Répartition géographique de l'abricotier dans le monde.....	13
IV.2. Répartition de l'abricotier en Algérie.....	13
V. Importance économique de l'abricotier	13
V.1. Place de l'abricot dans le monde	13
V.2. Importance économique de l'abricotier en Algérie	15
VI. Différentes appellations de l'abricotier	18
VII. Diversité génétique de l'abricotier en Algérie	18
VIII. Méthodes d'analyse de la diversité génétique de l'abricotier.....	19
VIII.1. Variabilité morphologique de l'abricotier.....	19
VIII.2. Méthodes d'analyse de la diversité de l'abricotier par les marqueurs moléculaires	19
VIII.3. Utilisation des marqueurs moléculaires pour la structuration de la diversité génétique de l'abricotier	21
IX. Analyses statistiques de la diversité génétique.....	22
IX.1. Analyses multivariées	22
IX.2. Estimation des distances	25
IX.3. Méthodes de classification.....	26
IX.4. Classification non hiérarchique ou regroupements non hiérarchiques.....	27
X. Principales variétés d'abricotier cultivées en Algérie.....	27
X.1. Variétés autochtones multipliées par semis	27
X.2. Variétés étrangères	28

XI. Les porte-greffes utilisés en Algérie	30
Chapitre 2 : Matériel et Méthodes d'étude	33
I. Matériel Végétal répertorié.....	33
I.1. Identification des sites prospectés	33
I.2. Caractérisation du matériel végétal répertorié.....	36
II. Méthodes d'étude	37
II.1. Différentes Prospections et échantillonnage	37
II.2. Collecte des échantillons et observation des caractères morphologiques.....	38
II.3. Description morphologique des différentes accessions.....	38
II.4. Caractérisation génétique	39
III. Méthodes statistiques utilisées pour notre étude.....	40
III.1. Les analyses descriptives	40
III.3. L'estimation des distances	41
III.4. Les méthodes de classification	41
Chapitre 3 : Résultats sur la caractérisation morphologique et pomologique des variétés d'abricotier dans les zones semi arides algériennes.....	44
I. Prospections et caractérisation morphologique des différentes accessions.....	44
II-Recherche de la variabilité morphologique	45
III.Caractéristiques morphologiques et pomologiques des différentes accessions d'abricotier dans les zones semi arides algériennes.....	47
III.1. Evaluation de la variabilité quantitative.....	49
III.2. Caractéristiques morphologiques générales des accessions issues de semis. Carte d'identité de chaque accession(Supplément).....	62
III.3. Évaluation de la variabilité dans les deux régions d'étude	62
III.4. Perte de la diversité dans les deux régions d'étude.....	63
Chapitre 4 : Diversité génétique de l'abricotier à l'échelle des zones semi arides Algériennes	63
I. Recherche de la diversité génétique chez l'abricotier à l'aide des marqueurs microsatellites	63
I.1 Marqueurs microsatellites utilisés structure la diversité génétique.....	63
I.2. Analyse de la diversité génétique par les marqueurs microsatellites.....	64
II.Discussion	69
III. Résolution de confusion de nomenclature	70
IV. Confrontation de la variabilité de l'abricotier du semi aride Algérien à la variabilité issue du Bassin Méditerranéen	70
IV.1. Positionnement de la diversité génétique Algérienne d'abricotier dans la variabilité globale incluant le bassin méditerranéen.....	71

V. Conservation des ressources génétique dans les zones semi arides Algériennes	75
Conclusion générale	76

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

L'abricotier (*Prunus armeniaca L.*), espèce non excédentaire en Algérie, fait l'objet d'une demande croissante en matière de nouvelles variétés, d'autant plus marquée de par sa régionalisation.

L'abricot est le sixième fruit consommé en Algérie, après les agrumes, la pêche, la prune, la poire et la pomme. Cependant, sa consommation reste faible. Toutefois, il ressort clairement au cours des enquêtes que les consommateurs attendent une production conséquente avec une amélioration des qualités organoleptiques du fruit.

Le berceau de l'abricotier, *Prunus armeniaca* (L.), est localisé dans les zones tempérées de l'Asie entre 133° et 70° de longitude Est et entre 52° et 30° de latitude Nord. Cette aire s'étend de l'Est à l'Ouest d'une façon irrégulière passant par la Corée du Nord et le Sud de l'Ussurian à travers la Manchourie et le Nord de la Chine. L'habitat naturel de l'abricotier se situe entre 600 et 1000 mètres d'altitude mais on peut le trouver en zone de diversification où il était cultivé sous forme de forêt dans la chaîne himalayenne jusqu'à 3000 mètres d'altitude. La culture de l'abricotier est très ancienne. Elle est cultivée en Chine depuis très longtemps, au moins depuis deux mille ans. Progressivement cette culture gagna l'Asie Centrale, l'Iran, l'Asie Mineure, le Caucase puis la Syrie. L'introduction de l'abricotier en Espagne s'est faite à partir de l'Afrique du Nord avec l'occupation de ce pays par les Arabes.

L'abricotier présente un pouvoir d'adaptation très élevé à divers environnements allant de l'Asie centrale où les hivers sont rudes et où on trouve des variétés à besoins en froid élevés, jusqu'en Afrique du nord où les hivers sont doux et où les variétés ont de faibles besoins en froid.

L'abricotier Possède un fruit climactérique dont l'amélioration ne peut se concevoir que par l'élaboration d'une gamme de variétés adaptées à chacune des zones de culture. Pour atteindre cet objectif, il est indispensable de s'appuyer sur une bonne connaissance de la variabilité génétique existante dans les zones semi arides.

L'introduction de l'abricotier en Algérie est liée aux faits historiques comme la diffusion de l'Islam avec les peuples arabes qui se sont installés tout le long du sud du bassin méditerranéen. Seulement, avec l'évolution socio-économique, les variétés locales ont été remplacées par des variétés améliorées adaptées à une culture intensive ce qui a entraîné la perte d'une partie de la biodiversité disponible pourtant bien adaptée au milieu de culture, et résistante à diverses maladies.

Ce travail concerne l'étude de la diversité génétique des ressources de l'espèce abricotier dans les zones semi arides algériennes. Elle permettra la conservation du patrimoine génétique de l'abricotier de deux régions traditionnelles (N'gaous et Messaad) de culture exposées à une forte érosion génétique.

La première étape de cette étude concernera la caractérisation des accessions récoltées, après une prospection dans les zones semi-arides Algériennes, afin de permettre leur identification.

Dans les deux zones retenues, la cohabitation de types spontanés issus de semis (Mech mech à N'gaous et arbi à Messaad) et de types domestiqués multipliés par greffage, nous montre une variabilité particulièrement intéressante.

La deuxième étape du travail s'intéressera à l'étude de la biodiversité à l'aide des marqueurs moléculaires. Cette étude permettra l'identification des accessions et l'étude des relations phylogénétiques. Elle rendra compte des aspects liés aux confusions de nomenclature (homonymie et synonymie) dans les deux zones de culture de l'abricotier retenues. Une empreinte génétique marquera chaque accession.

Ce travail permettra l'identification des individus représentatifs de la diversité dans les zones semi arides en Algérie dans le but d'élaborer une collection réunissant la biodiversité disponible et ainsi assurer la conservation et la gestion des ressources génétiques de cette espèce.

SYNTHESE
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I : synthèse bibliographique

I. Origine de l'abricotier dans le monde et en Algérie

I.1. Origine de l'abricotier au niveau mondial

L'abricotier a été découvert par les Romains en Arménie lors de leurs expéditions guerrières (de 69 à 63 avant J-C). Ils l'ont nommé pomme d'Arménie. Les grecs l'appelaient « pomme d'or » d'où il tire son nom botanique de *Prunus armeniaca*. L'abricotier viendrait donc d'Arménie. Lors de fouilles archéologiques, des noyaux d'abricot datant de plus de 6000 ans avant J.-C. ont été trouvés dans le sol de Shenchovit, une ancienne ville arménienne située près de Yerevan (Khrichen, 2005.)

Selon Gillian Simpson (1998), l'abricot a été ramené d'Arménie par les Romains au 1er siècle, il est rencontré en Espagne, en France, en Chine, en Algérie.

C'est Roxburgh qui, le premier, affirme que l'abricotier est originaire de Chine et de l'ouest de l'Asie. L'appellation de l'abricotier *Prunus armeniaca* fit remonter à tort l'origine de cette espèce à cette région. Néanmoins, la Chine connaît l'abricot depuis au moins 4000 ans sous sa forme sauvage. Il est originaire d'une vaste zone comprise entre le Nord Est de la Chine, depuis la ville de Kantchéou, la Mongolie, et l'Ouzbékistan, jusqu'à la ville Tachkent (Couranjou, 1980).

Grace aux caravanes, l'abricotier atteindra l'Asie centrale, l'Iran, l'Asie Mineure, le Caucase, puis la Syrie.

La plupart des abricots cultivés à travers le monde et principalement l'espèce *Prunus armeniaca* proviennent d'Asie et du Caucase.

Après les expéditions de Vavilov entre 1916 et 1940, sur les 5 continents et après ses recherches sur l'origine des plantes cultivées, 7 centres d'origine des plantes aussi bien cultivées que spontanées ont été déterminés.

Romero et al (2003) citent trois importantes régions à l'origine des abricots cultivés, il s'agit :

- du centre de la Chine (Chine et Tibet),
- de l'Asie centrale (de Tien-Shan au Cachemire),
- de la région regroupant principalement l'Iran, le Caucase et la Turquie.

Pour Kostina (1969), de grands groupes éco géographiques ont été distingués, il s'agit : du groupe de l'Asie centrale, du groupe Irano Caucasiens, du groupe européen et du groupe Dzhungar-Zailig. Cette distinction a été faite sur la base des caractères morphologiques et des comportements pomologiques de l'espèce selon Bailey et Hough 1975.

Le groupe Irano caucasien regroupe les abricotiers d'Arménie, de Géorgie, d'Azerbaïdjan, du Daguestan, d'Iran, d'Iraq, de Syrie, de Turquie, d'Afrique du Nord et d'une partie de l'Espagne et de l'Italie.

Selon Faust et al. 1996 et Hagen et al. 2002, à l'échelle mondiale, on distingue aujourd'hui trois grands groupes :

- Le phylum Asiatique, qui est le plus proche des origines de l'espèce. Les variétés qui le composent possèdent des caractéristiques très diverses et contrastées, comme les populations de *Prunus mume* aux besoins en froid et en chaleur très faibles et aux fruits acides. Dans ce phylum se trouvent aussi des populations aux fruits très sucrés, dépourvus d'acidité, à épiderme vert clair à maturité, dont les arbres possèdent des besoins en froid et en chaleur très élevés.

- Le phylum Européen, aux besoins en froid généralement élevés, aux fruits assez acides, à la chair orangée, à amande douce, auto fertile, peu exigeants au greffage.
- Le phylum Nord Africain, aux besoins en froid plus faibles, aux fruits de saveur plus douce, à la chair claire, à l’amande amère, autostériles, exigeants au greffage.

Un sous groupe aux caractéristiques intermédiaires se distingue avec des variétés originaires du nord de la Méditerranée « Rouge du Roussillon », « Bébéco », « Canino », et certaines variétés de la région de Naples en Italie (Krichen 2006)

Paunovic, en 1970, avance l’existence de 5 groupes appartenant à l’Asie centrale, à l’Asie européenne, à l’Europe, à l’Amérique et à l’Afrique.

En 1975, Bailey et Hough parlent d’un sous groupe Nord africain dérivant d’un centre Irano Caucasiens adapté à un climat chaud couvrant le nord de l’Afrique. Ces types d’abricotiers se distinguent par leurs faibles besoins en froid et leur adaptation aux hivers doux.

Lane et al. en 1986, ont distingué deux autres groupes qui sont les groupes est et nord de la Chine. De même que Kovalev en 1970 et NNIujto et Suranil en 1981, distinguent deux types d’abricotiers. Ceux du sud de l’Europe (méditerranéens) et ceux provenant de l’est de l’Europe (continentaux)

Zhebentyayeva et al.2003 proposent une diversification secondaire du centre d’origine Irano Caucasiens vers l’arménie et le Korezm.

L’abricotier a été introduit au sud de l’Europe (Grèce) au cours des conquêtes d’Alexandre Le Grand pendant le 4ème siècle avant J.C. Il est arrivé en Italie au 1er siècle après J.C, en Angleterre en 1542 et aux États Unis pendant le 19^{ème} siècle. L’abricotier a été introduit en France à travers deux routes différentes. Les premières variétés, originaires d’Arménie et d’Afrique du Nord ont été apportées vers l’an 1000 par les arabes dans le sud de la France. Puis, 440 ans plus tard, des variétés plus adaptées aux régions septentrionales provenant de Hongrie et d’Europe centrale ont fait leur apparition (Mehlenbacher *et al.* 1990 ; Faust *et al.* 1998) (**Fig 8**).

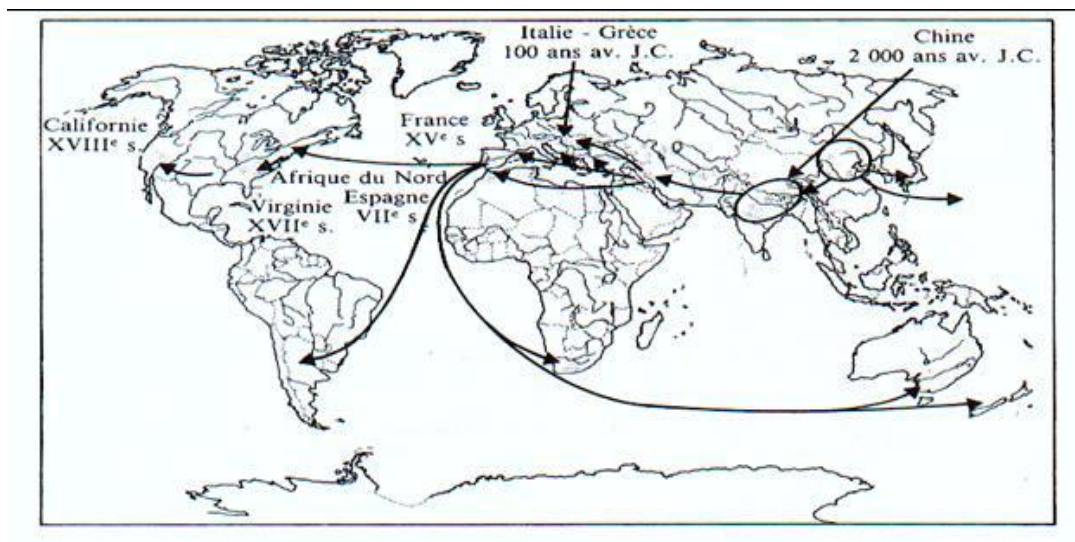


Figure 8 : diffusion de l’abricot dans le monde (Faust *et al.*, 1998)

I.2. Origine de l'abricotier en Méditerranée

Un siècle avant notre ère, les légionnaires romains introduiront l'abricotier sur tout le pourtour méditerranéen. La culture de l'abricotier s'est étendue de l'Asie centrale vers le pourtour de la Méditerranée (Faust *et al.* 1998) où elle a été diffusée à partir du centre irano-caucasien. Westwood en 1993, parle d'échanges commerciaux entre les divers continents notamment la route du commerce de la soie et des épices qui s'étend de l'Asie centrale, centre d'origine et de répartition de la majorité des espèces fruitières dans le monde vers les monts Caucase, centre de diffusion des richesses jusqu'en Europe centrale et autour de la Méditerranée. Ceci a sûrement contribué à la propagation des diverses espèces fruitières dont l'abricotier. Hobhouse, en 1992, préconise que la plupart des cultivars européens cultivés depuis le 1er siècle sont originaires de la diversité irano-caucasienne. Les phéniciens et les romains ont joué un rôle primordial dans les échanges et la diffusion des richesses du Proche-Orient vers les différents pays méditerranéens. Pour Miquel et Valin 2002, les caravanes provenant de l'est (Asie centrale), passaient par Bagdad, suivant deux grandes routes du commerce : la route de l'est vers l'ouest (de la Chine et l'Iran vers l'Afrique du nord, l'Espagne l'Egypte et la Syrie) et la route de l'Arabie qui passait par Byzance et se dirige vers l'Afrique orientale.

I.3. Origine de l'abricotier en Algérie

L'agriculture algérienne est la résultante de nombreuses civilisations; en effet certaines pratiques étaient bien connues des numides, d'autres ont été développées par les romains. Les photographies aériennes comme les recherches archéologiques nous révèlent que certaines zones parfaitement arides de nos jours comme celle qui s'étend d'El-Kantara à Biskra, étaient autrefois couvertes d'oliviers et d'autres cultures fruitières (Courtois in Amrouche 1978). Cette progression vers le sud se faisait parallèlement à de grands travaux hydrauliques (Redmer 1979).

Des trous de plantations dans la croûte calcaire ont été retrouvés lors de fouilles. Il semble que l'abricotier ait été bien implanté à Cuicul (actuelle Djemila où se trouvent des ruines romaines) située dans la même circonscription que N'gaous, ce qui pourrait indiquer que les romains avaient pu introduire des variétés fruitières dont l'abricotier.

L'influence africaine n'est pas à omettre. En effet, le mil, le sorgho et autres cultures fruitières font partie du paysage oasien et demeurent à nos jours prisés. Il apparaît ainsi clairement que certaines espèces et cultures anciennement introduites en Algérie à travers les conquêtes, les échanges commerciaux se soient parfaitement acclimatées jusqu'à faire partie du paysage. C'est le cas de nombreuses cultures Connues par les algériens bien avant la colonisation, qui étaient cultivées au Sahara (Battandier et Trabut 1898) mais également au niveau des Aurès (Rigal 1931) en conditions sèches et irriguées sur des superficies assez réduites. Parmi ces cultures, l'abricotier prend une place importante (Laumont et Chevassus 1956).

L'origine de l'abricotier en Algérie est sûrement liée à l'histoire globale du Maghreb marquée par les occupations successives romaines, arabes, ottomanes et françaises.

Il est fort probable que sa première introduction se soit faite dès le 7^{ème} siècle à la faveur des invasions arabes et notamment des hilaliens venant d'Egypte qui prirent notamment des villes du sud algérien à l'instar de Djelfa , proche de Messaad où avait été érigé en l'an 198 après Jésus-Christ un poste militaire avancé de l'Empire romain appelé Castellum Dimmidi et où ils se

sédentariseront progressivement . Pour Laumont et Laby, 1950, la civilisation arabo-musulmane a laissé son empreinte de par l'expansion de certaines techniques et cultures.

A partir de 1609, suite au décret d'expulsion pris sous Philippe III, tous les musulmans seront expulsés d'Andalousie et la plupart s'installeront en Algérie où le nom de Morisques (Moriscos) leur sera donné ; ils se répartiront en masse dans les villes du nord du pays, dont: Oran, Tlemcen, Nedroma, Mostaganem, Cherchell, Blida, Alger, Koléa, etc. Leur apport sera très important dans la société, la culture sera au premier plan, ainsi que la construction des villes et l'économie. Il est fort probable, connaissant le génie déployé dans le domaine de l'agriculture en Andalousie, que ces communautés aient contribué à l'introduction de matériel végétal provenant de la péninsule ibérique et au développement des techniques agricoles (Hamana 2003).

L'occupation ottomane (1515 à 1830) aura certainement, quant à elle, favorisé l'introduction de matériel végétal à partir du centre irano-caucasien connaissant les flux commerciaux incessant entre l'Afrique du nord et le reste de l'Empire (Nacib 1987)

La présence française dès 1830, participera, elle aussi à travers les colons, à façonner la base génétique de l'abricotier en Algérie ; les explorateurs notaient à cette époque:« Depuis les montagnes qui bordent l'horizon du Tell, jusqu'aux premières côtes du pays des noirs, il semblait que la nature eût étendu une nappe uniforme composée de steppes ardentes, région maudite... Tel n'est point l'aspect du Sahara, vaste archipel d'oasis dont chacune offre un groupe animé de villes et de villages. Autour de chaque village règne une ceinture d'arbres fruitiers : le palmier, le grenadier, le figuier, l'abricotier, le pêcher et la vigne.(Carette 1844)

Truet, en 1946, notait pour sa part que l'abricotier était largement cultivé par les indigènes particulièrement ceux de l'Aurès (la zone d'étude de N'gaous en fait partie), des oasis présahariennes et sahariennes de part et d'autre de l'Atlas saharien. Il est multiplié par semis et conserve presque toujours ses caractères sauvages (mech mech). Séché, il prend le nom de « fermès » et sert de monnaie d'échange avec les caravanes nomades. Ainsi, on retrouve dans les proverbes arabes et kabyles, énormément d'informations relatives au semis de l'abricot, à son irrigation, à sa récolte, à sa taille, au greffage, au choix variétal, à la qualité, à la connaissance du climat (Malki et Hamadache 2002 ; Hamana et Korichi 2003, Hamana 2003). Ce savoir se retrouve aussi dans les contes et légendes et les chants selon Bencheneb 1905 et Nacib 1987.

Nous pouvons émettre l'hypothèse qui reste à vérifier qu'au niveau du Maghreb, on a vraisemblablement une génération par mutation de nouveaux caractères spécifiques de cette population ce qui veut dire que le Maghreb apparaît vraisemblablement comme un centre de diversification secondaire.

II. Généralités sur L'abricotier

II.1. Systématique de l'abricotier :

Rehder, en 1949, a désigné l'abricotier sous le nom de *Prunus armeniaca* Linné ou *Armeniaca vulgaris*. Linné. Cette espèce appartient à la section *Armeniaca* (Mill.Kock), au genre *Prunus*, à la sous-famille des *Prunoïdées*, à la famille des *Rosacées*, à l'ordre des *Rosales*, à la classe des dicotylédones et à l'embranchement des Angiospermes.

L'abricotier est classé selon Audubert et Lichou (1989), dans l'ordre des Rosales, Famille des Rosacées, Tribu des Prunées, Genre : *Prunus*, Sous-genre : *Prunophora*, Section : *armeniaca*, Espèce : *Prunus armeniaca* .L

Une classification plus récente de l'abricotier a été mentionnée par Hatil en 2004 : Règne des Plantae, Sous règne des Tracheobionta, Division des Magnoliophyta, Classe des Magnoliopsida, Sous-classe des Rosidae, Ordre des Rosale, Famille des Rosaceae, Sous-famille des Amygdaloideae, Genre : *Prunus*, Espèce : *Prunus armeniaca* .L

L'abricotier est classé dans la tribu des *Prunées* du fait que son fruit soit une drupe qui provient de la transformation d'un ovaire mono carpelle contenant deux ovules dont un avorte. Sa fleur de type 5 (5 sépales, 5 pétales, 25 étamines et un carpelle), le classe dans la famille des *Rosacées* qui appartient à l'ordre des *Rosales*.

Pour Rehder, en 1949, la section *Armeniaca* comprend cinq espèces voisines : *Prunus mume* (**Fig 1**), Sieb et Zucc : abricotier japonais dont le fruit, à noyau adhérent, à chair ferme et acide a un calibre inférieur à celui de *Prunus armeniaca*. Ils sont consommés séchés et salés. A l'état spontané, cette espèce se rencontre en coteaux arides, caillouteux, sur éboulis des pentes escarpées; *Prunus brigantica* Vill ; prunier des Alpes, cultivé dans le sud-est des Alpes ; *Prunus dasycarpa*; abricotier à petits fruits de couleur pourpre, duveteux, à saveur douceâtre. Espèce hybride entre l'abricotier et le prunier, non connue à l'état spontané, elle est cultivée depuis très longtemps en Asie Centrale ainsi que dans le Cachemire, l'Iran et l'Afghanistan ; *Prunus holocericea*, Batal, abricotier du Tibet, à amande très amère. Il est résistant au froid et à la sécheresse. *Prunus armeniaca* est l'abricotier commun. La majeure partie de sa production est basée sur le pourtour méditerranéen.

La majorité des abricotiers existant dans le monde possèdent une chair très fine et peu charnue, par conséquent seul le noyau est consommé. Toutefois, certaines variétés possèdent une chair épaisse et ont des fruits très attractifs avec une belle couleur variant avec la forme du fruit. Sur cette base, Della Porta a divisé les abricots en deux groupes :

- Groupe de fruits Bericocche : fruits ronds à chair blanchâtre et moelleuse et à amande amère,
- Groupe de fruits Chrisomele : fruits jaunes aromatisés à chair ferme et à amande douce. On l'appelle aussi « mele d'oro » (fruit doré). Plus tard, Dochnahl (1860) a classé les abricots en 4 groupes :
 - Groupe de fruits *Dasycarpa* : fruits rouges, amande amère, feuilles très pointues,
 - Groupe de fruits *Alberga* : petit fruit jaune, précoce, amande amère, petite feuille,
 - Groupe de fruits *Chrisomera* : très productif, fruit jaune avec pigmentation, amande amère, feuille large,
 - Groupe de fruits *Marilla* : ressemble à la *Chrisomera* sauf que l'amande est douce.

L'illustration des abricots par Giorgio Gallesio (1817) cité par Faust *et al.* (1998) montre 4 types de fruits :

- L'abricot d'Allemagne à gros fruit de couleur orange,
- L'abricot de Sardaigne, de couleur claire, à chair blanche et à petit fruit,
- L'abricot *lucente* à chair blanche et petit fruit,
- L'abricot *susina* ressemble à la prune avec des feuilles typiques des hybrides de pruniers (Khrichen 2006).

Le genre *Prunus* comprend 200 espèces regroupées en cinq sous-groupes, caractérisés par un ovaire super, un style terminal, un seul carpelle, deux ovules, une fleur à 5 pétales, 5 sépales et 25 étamines (Got, 1958).

L'abricotier est une espèce qui présente une grande diversité génétique. Il existe des espèces voisines essentiellement présentes en Asie : *Prunus siberica* et *Prunus mandchurica* que l'on trouve en Mandchourie et dans la région du Lac Baikal ; elles peuvent résister à des températures de -40°C à - 50°C (HATIL 2004).



Figure 1 : Fruit de Prunus mume (Vavilov, 1946)

II.2. Carte génétique des prunus

Des relations chromosomiques ainsi que de fortes homologues ont été mises en évidence entre les génomes des espèces apparentées du genre *Prunus* (Dirlewanger *et al.* 2004, Horn *et al.* 2005, Howad *et al.* 2005, Jung *et al.* 2006).

L'abricotier est une espèce fruitière diploïde à 8 paires de chromosomes ($2n=16$) (Mehlenbacher *et al.* 1990). Pour Arumuganathan et Earle, en 1991, celle-ci possède un génome de petite taille.

Selon Faust *et al.* (1998), Mehlenbacher *et al.* (1990) et Wang et Liu (2006), les espèces reconnues dans cette section sont *Prunus armeniaca*, *P. sibirica*, *P. mume*, *P. hongpingensis*, *P. zhidanensis*, *P. holocericea*, et *P. simonii* et pour Zhang *et al.* 1989, Faust *et al.* 1998, Mehlenbacher *et al.* 1990, Wang et Liu 2006, *P. armeniaca* L est l'appellation scientifique de l'abricot commun.

En Chine, en Asie centrale et dans la région du Caucase, cet abricot est présent dans les régions montagneuses (Faust *et al.* 1998, Mehlenbacher *et al.* 1990 in krichen 2005).

Plusieurs types distincts d'abricot commun ont été décrits. Parmi eux, il y a :

- l'abricot sauvage : *ansu* (*A. vulgaris* L. var. *ansu* (Maxim.) Yu - *Prunus armeniaca* L. var. *ansu* Maxim). Il est originaire de Chine. Il est connu comme étant l'abricot *Ansu* (Faust *et al.* 1998)
- l'abricot Li Guang (*A. vulgaris* L. var. *glabra* S. X. Sun - *Prunus armeniaca* L. var. *glabra* S. X. Sun). Il est originaire de la région autonome de Xinjiang (Sun et Pu 1982)
- l'abricot Shan Mei (*A. vulgaris* L. var. *meixionensis* Zhang - *Prunus armeniaca* L. var. *meixionensis* Zhang). Il est originaire de la province de Shaanxi (Zhang 1989).

- l'abricot Xiongyue Dabian (*A. vulgaris* Lam. Var. *xiongyueensis* T. Z. Li - *P. armeniaca* L. var. *xiongyueensis* T. Z. Li).

III. Description de l'Abricotier

L'abricotier peut atteindre 10 à 15 mètres de hauteur, mais en culture, la taille est maintenue inférieure à 3,5 m. Elle dépend des variétés et des conditions de culture. Cet arbre peut vivre entre 30 et 40 ans et peut résister à des températures allant jusqu'à -18 degrés (Lichou et Audubert 1989).

L'incompatibilité est largement répandue chez les arbres fruitiers d'origine tempérée.

Deux types d'incompatibilité existent : l'incompatibilité sporophytique et l'incompatibilité gamétophytique. Chez les espèces fruitières, l'incompatibilité sporophytique est rare alors que l'incompatibilité gamétophytique prédomine chez les espèces d'origine tempérée et particulièrement la famille des *Rosacées* (De Nettancourt 1977 ; Lewis 1979). L'abricotier est une espèce allogame avec des variétés auto-compatibles et d'autres auto-incompatibles exigeant une interpollinisation. Celle-ci est basée essentiellement sur la concordance des floraisons de la variété pollinisatrice et de la variété productrice (Samer 1992).

III.1. Description des rameaux et des feuilles

Les rameaux portent des feuilles caduques, alternes, luisantes, un peu coriaces, stipulées, simples, de forme elliptique, cordiforme, arrondie, large, bien lisses et glabres à la base et ovales, crénelées-dentées sur les bords avec un apex en pointe. Le pétiole, de couleur tendant vers le rouge, mesure de 1 à 3 centimètres. Des nectaires sont présents sur le pétiole (Got 1958). Le port de l'arbre peut aller d'une position érigée à une forme retombante presque pleureuse (Lichou et Audubert 1989) Pour Costes, 1993, l'abricotier a une croissance végétative polycyclique. La croissance du rameau est arrêtée par la mort du méristème apical, qui marque alors la fin du cycle et d'une UC (unité de croissance). Le bourgeon situé immédiatement au-dessous du bourgeon terminal prend le relais et une nouvelle UC est constituée. Une à quatre UC sont produites par an selon le climat, la variété et la charge de l'arbre. Au cours des différentes formations, la longueur des UC diminue.

Selon Lichou et Audubert 1989, Il existe deux types de rameaux formés : Les rameaux courts qui sont constitués en majorité d'organes préformés (1 seule UC) dans le bourgeon hivernal qui se déploie au printemps. Les CE sont les bouquets de mai, leur longueur atteint en une année 1,5 à 5 cm. Certaines variétés produisent également des chiffonnes qui sont des rameaux mesurant 15 à 20 cm. Les rameaux longs qui développent de nouveaux entre-nœuds après la croissance des entre-nœuds préformés dans le bourgeon hivernal. Ils sont composés de plusieurs unités de croissance (4 UC). Ils sont mis en place tout au long de la saison de végétation par vagues successives (rythme de croissance endogène).

III.2. Description de la fleur de l'abricotier

Les fleurs de l'abricotier apparaissent avant les feuilles. Elles sont blanches ou roses, avec 5 sépales, 5 pétales réguliers et plusieurs étamines. Elles sont odorantes, périgynes, solitaires ou géminées, à 5 sépales, 5 pétales, 25 étamines. La fleur possède un ovaire supère, un style terminal, un seul carpelle avec 2 ovules (**fig 2 et 3**) (Costes et al, 1995 b.).

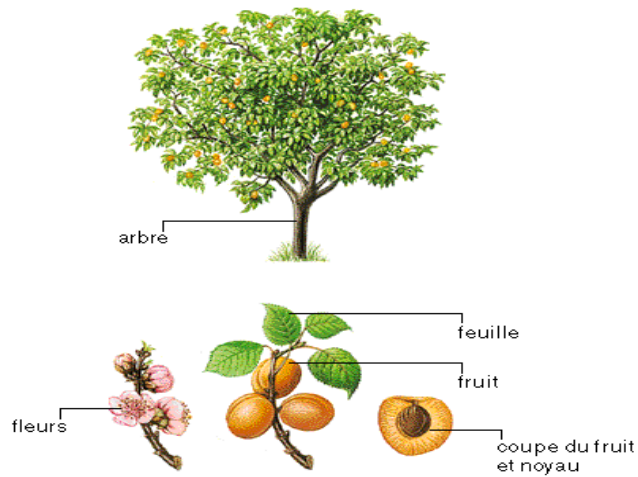


Figure 2 : l'abricotier et ses différents organes (Costes et al, 1995 b.)



1- Stade début floraison

2- Stade pleine floraison
(Stade bouton rose)



3- Stade fin floraison et feuillaison

Figure 3 : Différentes étapes de la floraison de l'abricotier

III.3. Description du fruit de l'abricotier

Le fruit de l'abricotier est une drupe, c'est à dire un fruit simple charnu qui est constitué de deux oreillons séparés par une suture radiale plus ou moins profonde. Son noyau qui dérive d'un ovaire

infère à un seul carpelle est situé dans le conceptacle caduc au sommet duquel sont fixées les pièces florales. Le fruit correspond au développement d'un ovaire simple à une seule loge dont la paroi se diversifie en péricarpe avec un endocarpe lignifié. Le noyau est de forme ronde, ovale ou allongée, et présente deux carènes. Il peut être libre ou adhérent et se sépare de la chair par un espace plus ou moins important qui correspond à la cavité nucléaire. L'amande peut être douce ou amère selon les variétés (Lichou 1998).

La partie externe du péricarpe (mésocarpe et épicarpe) est charnue et comestible (**Fig 4**). La partie interne (endocarpe) est lignifiée (noyau) ; cette partie entoure et protège la graine. On observe à la base du fruit la cicatrice du pédoncule floral et au sommet le point de chute du style. Le sillon que l'on observe sur un côté du fruit représente la suture carpellaire qui s'étend de l'attache du pédoncule à l'apex. Le fruit provient donc d'un seul carpelle, dans lequel une seule graine (parfois deux) se développe(nt).

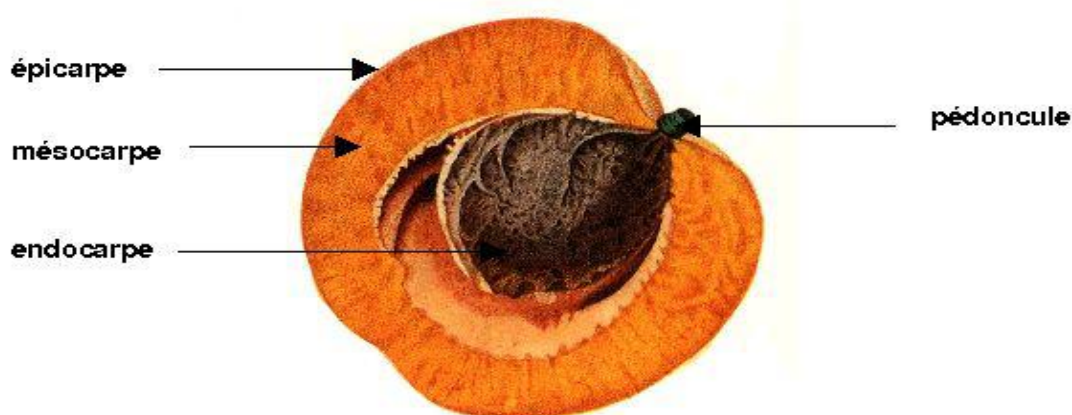


Figure 4 : Schéma simplifié d'une coupe longitudinale d'abricot à maturité (Lichou, 1998.)

Le mésocarpe devient mou lorsque le fruit est mûr ; il est fortement vascularisé. Le noyau, dans la majorité des variétés est donc libre ou faiblement adhérent, d'où la classification en drupe de ce fruit. Pour certaines variétés, le noyau adhère fortement à la chair.

L'amande peut être douce ou amère selon les variétés (Lichou 1998).

L'abricot est un fruit climactérique. Le début de la maturation, caractérisé par le début de l'émission d'éthylène, s'accompagne de processus biochimiques qui entraînent une évolution plus rapide de la couleur et de la texture, ce qui range l'abricot parmi les fruits climactériques. La brillance, la saveur, la texture ainsi que le changement de couleur va donner au fruit un aspect attractif et spécifique de la variété. En général, la couleur de la chair est proche de la teinte de fond de l'épiderme. La couleur de fond de l'épiderme peut être blanche crème, jaune, orangé clair, orangé ou orangé très intense selon les variétés. Chez de nombreuses variétés, une surimpression rouge apparaît généralement 2 à 3 semaines avant la récolte, plus ou moins développée selon l'exposition des fruits au soleil.

La répartition des fruits sur l'arbre est fortement dépendante du type de rameaux (bouquets de mai ou rameaux mixtes longs), du type de floraison et du taux de nouaison (Costes *et al.* 1995a). Les fleurs sont portées essentiellement par les UC2 et UC3(**Fig 3**).

Costes *et al.* (1995b) ont mis en évidence une dépendance entre croissance végétative et croissance du fruit, elle se décompose en 5 périodes :

- Première période : à partir de la pleine floraison, elle correspond au passage des fleurs du stade F à G ; les bourgeons végétatifs sont sur le point d'éclorre et il y a reprise de l'organogenèse.
- Deuxième période : les parties préformées se dégagent rapidement et les parties néoformées se déploient et poursuivent leur croissance. La fécondation a lieu.
- Troisième période : le noyau durcit et atteint sa taille définitive. Les parties néoformées se développent.
- Quatrième période : le fruit croit en taille et en poids suite à l'élongation des cellules.
- La croissance des pousses cesse.
- Cinquième période : il y a maturation des fruits et reprise de la croissance végétative, ce qui correspond à une surface photosynthétique élevée pour assurer la mise en réserve automnale.

Pendant ces périodes, il existe une compétition entre croissance végétative et fructification. La qualité des fruits va dépendre de la masse végétative qui assure l'alimentation de l'arbre.

IV. Répartition géographique de l'abricotier dans le monde et en Algérie

IV.1. Répartition géographique de l'abricotier dans le monde

L'abricotier possède comme particularité une très grande régionalisation des cultivars. Les variétés sont adaptées à des zones de culture très étroites, ce qui explique que la productivité et les caractères liés à la qualité des fruits sont largement influencés par la localisation (Vanucci 1993).

L'abricotier est largement cultivé aux Etats unis (état de Washington, Californie et Utah) ainsi qu'au Chili, en Europe et en Afrique, la culture de cette espèce est limitée à la zone méditerranéenne : Espagne, Italie, Grèce, yougoslavie, Sud de la France, Maroc, Tunisie, Algérie. La Turquie, le Pakistan ainsi que l'Iran sont les plus grands producteurs du monde (signoret 2004).

IV.2. Répartition de l'abricotier en Algérie

La végétation dans les zones semi arides est constituée par plusieurs strates, le palmier dattier qui domine dans la strate arborescente, les arbres fruitiers et de nombreuses cultures annuelles. La palmeraie, qui est constituée par des variétés de palmiers dattiers pas très commerciales et servant plutôt d'ombrage, le verger fruitier qui est représenté par l'amandier, le figuier, l'olivier, le grenadier, le pêcher et l'abricotier, les plantes maraîchères dont l'arachide, occupent également une place importante.

V.Importance économique de l'abricotier

V.1. Place de l'abricot dans le monde

L'abricot est classé vingtième fruit cultivé dans le monde en terme de volume de production (Grimplet 2004). Il est développé surtout autour du bassin méditerranéen et en Asie centrale. La production mondiale d'abricots a été d'environ 2,6 millions de tonnes en 2004. Elle a dépassé les 28 millions de tonnes en 2010. Un tiers de cette production provient de l'Europe et un tiers du Proche-Orient. La Turquie est le premier producteur mondial avec 370 000 tonnes (20% du volume mondial) (FAO 2010), suivent l'Iran et l'Italie et enfin la France avec environ 187 000 tonnes produites en 2010. **(Tab 1)**.

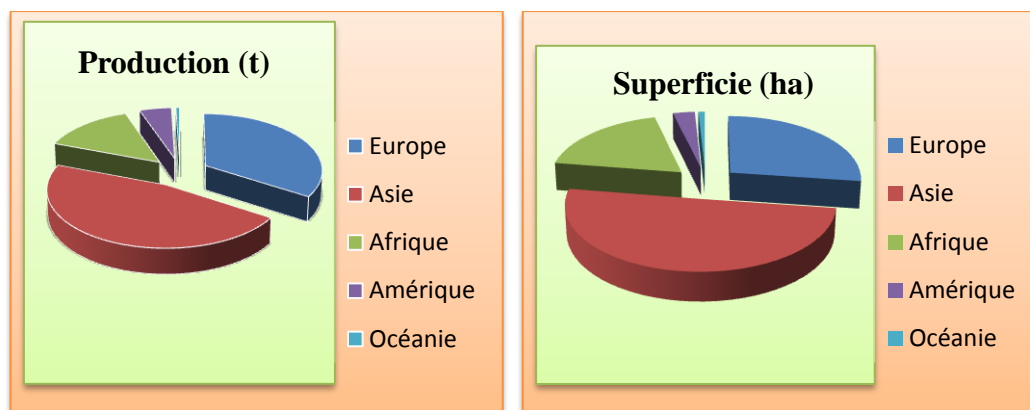


Figure 5 : Répartition mondiale de la production d'Abricot entre différents continents (Faostat 2010).

Tableau 1 : Situation mondiale de la culture d'Abricotier en 2010 (FAO, 2010)

Pays	Production (t)	Superficie (ha)	Rendement (q/ha)
Europe	961101	118075	81.398
Italie	244048	19287	126.535
France	187400	14800	126.622
Espagne	132800	19098	69.536
Asie	1315723	218638	60.178
Turquie	370000	64000	57.813
Iran	285000	32000	89.063
Pakistan	215000	29000	74.138
Afrique	394542	81286	48.538
Algérie	110000	40000	27.500
Maroc	85000	12490	68.054
Egypte	73000	7500	97.333
Amérique	134599	12882	104.053
USA	81790	7400	110.527
Chili	25000	24000	96
Argentine	25000	2200	113.636
Australie	10685	3100	34.381

Du point de vue rendement, le continent Américain (USA, Chili et Argentine) qui applique la culture intensive obtient des résultats très élevés de l'ordre de 100Q/ha.

En méditerranée, l'abricotier est consommé en grande partie frais mais une partie de la production est aussi séchée ou transformée en jus, confiture, en baies au sirop, en pâte de fruits et en huile d'amandes d'abricots. En Asie centrale, ce sont les amandes d'abricots qui sont commercialisées, en Chine l'abricotier est sous forme d'arbres forestiers et au Japon comme arbres d'ornement (Dauthy 1995).

V.1.1. Production européenne

Avec une production moyenne de 550 000 tonnes d'abricot, l'Europe produit un quart de la production mondiale, mais avec 430 000 tonnes elle assure 80% de la production d'abricot frais. Les 20% restant étant produit par la Syrie, le Liban et les USA, en direction respectivement : de l'Arabie Saoudite, du Koweït, et du Canada et du Mexique (CTIFL 1998).

Bien que globalement stable, depuis une dizaine d'année, cette production évolue de façon sensiblement différente chez les quatre principaux pays producteurs de l'Union Européenne qui sont : l'Espagne en recul; la France en très forte progression; l'Italie en léger repli; et la Grèce dont la production enregistre le recul le plus marqué (eurostat 2010)(Fig 5).

V.2. Importance économique de l'abricotier en Algérie

V.2.1. Production d'abricots en Algérie

L'Algérie, avec une production, en 2010, de 198466 tonnes, occupe la huitième place mondiale. Malgré cette situation qui paraît favorable, la production algérienne d'abricots demeure très faible et encore loin d'atteindre celle enregistrée dans certains pays du monde.

Le **tableau 2 et la figure 6** montrent l'évolution de la culture de l'abricotier en Algérie de 1984 à 2010 où l'on note une certaine fluctuation des superficies occupées par cette espèce.

De 1992 à 2000, nous remarquons une légère stabilité des superficies réservées à cette culture.

Après l'an 2000, la culture d'abricots a connu une extension remarquable où la superficie est passée de 13 390 ha à 49 495 ha en 2010, ce qui correspond à une augmentation annuelle de 13,3%.

Nous signalons que la période 2000/2005 est marquée par la mise en place du programme national de développement agricole (PNDA) qui a pour objectif de promouvoir l'agriculture algérienne. C'est grâce à ce programme que les superficies destinées, non seulement à l'abricotier, mais à l'arboriculture fruitière en générale ont augmenté.

La production nationale d'abricots se caractérise par une fluctuation d'une année à une autre. Celle-ci oscille moyennement entre 35 000 et 70 000 tonnes par an. Depuis l'avènement du PNDA la production est passée de 67 000 tonnes en 2001 à 198466 tonnes en 2010, ce qui correspond à une augmentation de 66%.

Le **tableau 2**, montre également une instabilité au niveau des rendements qui varient de 23 à 60 quintaux par hectare et qui restent très faibles par rapport à ceux enregistrés dans certains pays (126 Q/ha en Italie et en Espagne, 123 Q/ha en Grèce, 110 Q/ha au U.S.A).

Ces faibles rendements peuvent être attribués à plusieurs causes, entre autres

L'insuffisance de connaissances relatives au comportement du matériel végétal (variété et porte-greffe) et ses exigences, le manque d'entretien des plantations, en particulier la taille, l'irrigation, la fertilisation, l'entretien du sol et les traitements phytosanitaires. S'ajoute à ces paramètres le vieillissement et le dépérissement des plantations (MADR 2010).

Les surfaces cultivées ont progressé de 4 000 ha sur 15 ans pour atteindre aujourd’hui 18 500 ha et intéresse 7000 exploitants, soit 5% des producteurs de fruits Algériens (Moreau-Rio, 2001). Quant au volume de fruits produits, s’il est aujourd’hui de 202 806 t commercialisés annuellement en moyenne, il devrait potentiellement atteindre les 250 000 t/an dans les années à venir si le verger ne connaît pas de problèmes sanitaires ou de gel.

Tableau 2: Evolution de la culture d'abricotier en Algérie

Année	Superficie (ha)	Rendement (Q/ha)	Production (Tonne)
1984	12 000	45,5	54 638
1989	14 300	32,1	45 925
1991	12 012	49,3	59 263
1992	12 290	33,2	40 785
1993	12 560	55,1	69 187
1997	13 770	28,9	39 850
1998	13 680	42,5	58 110
1999	13 950	53,1	74 140
2000	13 390	42,1	56 354
2001	22 510	30,1	67 724
2004	30 000	23,3	70 000
2005	40 000	25	100 000
2006	50 800	61,0	167 016
2007	50 363	37,5	116 435
2008	50 127	52,5	172 409
2009	49 058	59,5	202 875
2010	49 495	53,4	198 466

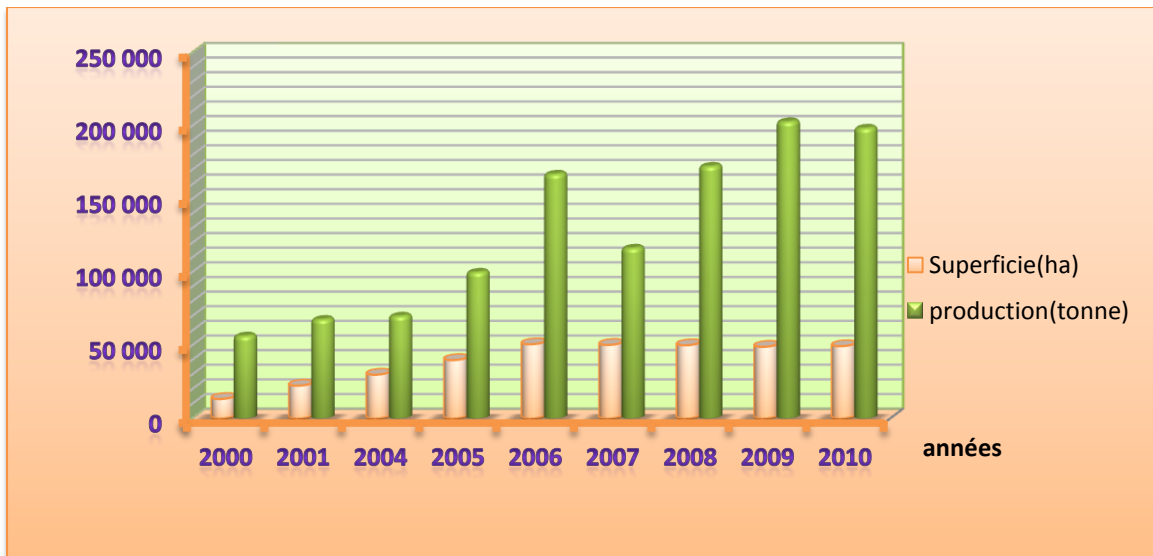


Figure 6 : Evolution de la superficie et la production de l'abricotier en Algérie de l'année 2000 à l'année 2010.

V.2.2. répartition de la culture de l'abricotier en l'Algérie

En Algérie, la culture de l'abricotier se répartit dans (**Fig 7**):

-**Les côtes et les plaines du littoral** : La pluviométrie est comprise entre 550 et 800 mm, elle peut être facilement complétée par des irrigations en fin de printemps et en période estivale, la température hivernale moyenne est de l'ordre de 10°C, le risque de gelées printanières est pratiquement nul.

-**L'Atlas tellien** : Les versants nord bien arrosés de l'Atlas tellien, entre 600 et 1000m d'altitude.

-**Les hauts plateaux** : Situés à 700 m d'altitude en moyenne, compris entre les différentes chaînes Atlassiques.

-**Les zones pré désertiques** : Ces zones à altitude élevée (supérieur à 600 m) constituées par les versants sud des hauts plateaux.

-**Les oasis sahariennes** : Jusqu'à ce jour, les fruits à pépins et à noyaux restent encore des cultures marginales dans ces zones, l'abricotier se trouve dans les jardins privés et sert surtout à la consommation familiale (Hamizi 2006).

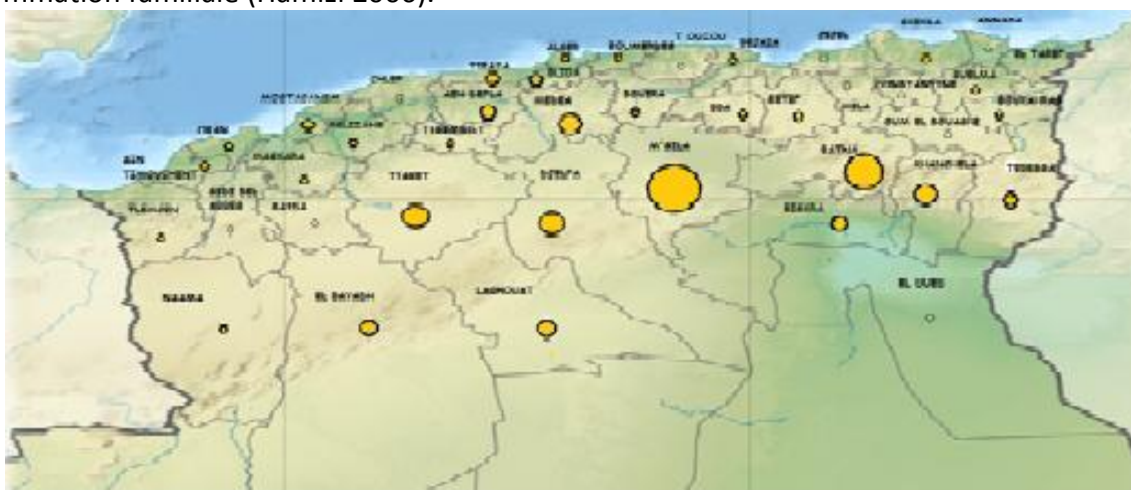


Figure 7 : Répartition géographique de la production d'abricot entre différentes régions d'Algérie

VI. Différentes appellations de l'abricotier

Le mot arabe *Al-barquq* (arbre) désigne l'abricot. Ibn Al Awan (1145) désigne le mot « Barqoq » ou « Barkouk » pour l'arbre de l'abricotier, et 'Michmich' pour le fruit. Le mot abricot proviendrait donc du mot arabe « El barkouk » (Faust *et al.* 1998).

Le mot 'apricot' ou 'abricot' dérive du mot latin qui désigne un fruit à maturité précoce (Kostina 1936, Blaha *et al.* 1966, Goor et Nurock 1968, Layne *et al.* 1996). Dans plusieurs pays d'Europe, le mot latin *Arbor-precoc* serait la racine du nom abricot. Ceci a été à l'origine des noms : 'abricotier' (arbre) et 'abricot' (fruit) en français (Faust *et al.* 1998).

Ce sont les romains qui ont disséminé l'abricotier autour du bassin méditerranéen sous le nom de *Arbor praecox*, les arabes l'ont disséminé vers l'Afrique du nord sous le nom de 'Bargoug'.

VII. Diversité génétique de l'abricotier en Algérie

En Algérie, le nombre de variétés d'abricotiers est assez important, seulement, pour le consommateur, l'appellation « Mechmech » est destinée à tous les abricots. Étant donné leur sensibilité au transport, une large gamme de fruits n'est pas commercialisée à cause des moyens de transport qui font défaut. Ils sont consommés localement. Ceci amène à ce que plusieurs variétés ne soient pas connues au niveau du territoire national. D'un autre côté, la gamme variétale présente aujourd'hui chez les pépiniéristes est limitée à un sous-ensemble de variétés importées connues dont Canino. Ces cultivars présentent un intérêt économique particulier mais ne représentent pas l'ensemble de la diversité trouvée dans notre pays. En ce qui concerne les variétés autochtones, celles-ci sont menacées par une forte érosion génétique. Plusieurs problèmes ont contribué à cette érosion. Parmi eux, nous avons les problèmes phytosanitaires qui sont méconnus par les producteurs et par conséquent permet le dépérissement des abricotiers, ce qui contribue à l'érosion de cette espèce en Algérie ; Les problèmes de production et de commercialisation sont aussi la cause de l'érosion génétique en Algérie.

En Algérie, la production d'abricots se situe entre le mois d'avril pour les variétés les plus précoces jusqu'à la fin Aout début septembre pour les variétés les plus tardives. La pleine production se situe au mois de juin.

La production d'abricots n'étant pas suffisante, la demande de consommation à l'état frais des abricots laisse peu de place à la transformation de ce fruit.

Les variétés provenant de semis rencontrés dans les zones semi arides ou arides, de petit calibre, sont les plus précoces et ne se trouvent pas sur le marché en dehors de la zone de culture.

En Algérie, l'intérêt consacré par les agriculteurs à la culture de l'abricotier est en augmentation. Ceci est peut être dû à l'intérêt porté à cette culture longtemps délaissée en faveur d'autres cultures plus rentables et présentant une gamme variétale à maturité plus étalée dans le temps en particulier les agrumes.

Le problème de la commercialisation des fruits se pose à cause non seulement du manque d'infrastructures pour la conservation d'abricots mais aussi de la distance séparant les points de distribution des zones de production. La contrainte la plus importante pour l'abricotier se situe dans le renouvellement des plantations

En effet, le dépérissement des vergers d'abricotiers dans la région des Aurès, région réputée pour ses abricots est très importante. Ces vergers ne sont pas remplacés, ce qui entraîne une grande érosion surtout pour les variétés autochtones qui sont essentielles pour la conservation des ressources génétiques très riches et diversifiées au sein d'une collection nationale, et leur exploitation dans les futurs travaux d'amélioration variétale.

Il est donc essentiel de conduire des prospections couvrant toutes les régions de culture en visant les anciennes variétés traditionnelles locales, peu connues, de moins en moins plantées et menacées par une l'érosion génétique très forte.

VIII. Méthodes d'analyse de la diversité génétique de l'abricotier

VIII.1. Variabilité morphologique de l'abricotier

Un ensemble de paramètres relatifs à chacun des organes d'une espèce donnée sont indispensables pour l'étude des caractéristiques morphologiques. Un suivi régulier impliquant tous ces paramètres doit avoir lieu (Khrichen, 2001).

Pour lezzoni et Pritt (1991), les caractères morphologiques résultent de l'action de plusieurs facteurs comme l'influence de l'environnement. Couranjou 1977, Forte 1971, Fideghelli et Monastra 1977, Guerriero 1982, Guerriero *et al.* 1988, Della Strada *et al.* 1989, Lichou et Audubert 1989 et Lichou 1998 se sont penchés sur la description pomologique des variétés d'abricotier. Par contre, l'analyse statistique de la variabilité morphologique a été réalisée par Perez-Gonzales en 1992 (Audergon 1995, Badenes *et al.* 1998a et Balta *et al.* 2002). Les travaux de caractérisation morphologique conduits par Perez-Gonzalez (1992) et Badenes *et al.* (1998a) montrent une large variabilité à l'échelle des paramètres étudiés ainsi que des corrélations significatives entre certaines variables morphologiques, phénologiques et organoleptiques (Khrichen 2005). Des travaux sur l'analyse de la variabilité morphologique ont permis d'élucider les cas d'homonymies et de synonymies (Badenes *et al.* 1998a).

En Algérie, des travaux de recherche significatifs sur la caractérisation de l'abricotier n'ont pas eu lieu (hormis quelques thèses de graduation et un travail sur la caractérisation moléculaire de 4 accessions d'abricotiers à El-Goléa (Naâma) comme c'est le cas au Maroc ou en Tunisie où différentes études concernant l'abricotier ont eu lieu. Ils se sont intéressés à une caractérisation morphologique des principales variétés cultivées dans certaines régions de ces pays. En Tunisie plusieurs variétés ont été identifiées parmi elles des variétés qui ont été décrites et caractérisées dans les principales zones de culture de l'abricotier. Pour Valdeyron et Crossa-Raynaud 1950, Crossa-Raynaud 1960, Krichen *et al.* 2000, Krichen *et al.* 2001, L'identification des principales variétés locales Tunisiennes et leur caractérisation morphologique témoigne de l'existence d'un patrimoine génétique très riche et diversifié.

VIII.2. Méthodes d'analyse de la diversité de l'abricotier par les marqueurs moléculaires

Pour caractériser un génome de manière spécifique, on utilise des marqueurs moléculaires. Les marqueurs comme la RFLP, l'AFLP et les microsatellites, les SNP (*Single Nucleotide Polymorphism*) resteront certainement les marqueurs moléculaires de demain.

Il existe le concept de marqueurs moléculaires en génomique structurelle et fonctionnelle. La génétique fonctionnelle étant définie comme l'application des méthodes expérimentales globales visant à évaluer la fonction des gènes, en utilisant les données et outils mis à disposition par la génomique structurelle comme la mise en place de cartes génétique (Hespeel's Borris, 2008)

L'analyse de la diversité de l'abricotier par les marqueurs moléculaires est basée sur l'analyse au niveau de l'ADN nucléaire ou cytoplasmique. Ces analyses ont l'avantage d'être neutres vis à vis de l'environnement et du stade d'évolution de la plante contrairement aux paramètres morphologiques (Hespeel's Borris 2008, Hormaza 2002). Les différents travaux vont déterminer les

relations entre les individus basées sur l'estimation de la variabilité génétique et des relations entre individus. Ceci dépendra du nombre de marqueurs utilisés, de la distribution des marqueurs sur le génome et de la nature des mécanismes évolutifs qui sont à l'origine de la variation observée (Powell *et al.* 1996b).

Par les marqueurs micosatellites, la traçabilité de l'extension de la culture autour du bassin méditerranéen à partir de son aire d'origine a été explorée (Romero *et al.* 2003). Des variétés de divers sites géographiques ont été étudiées par Hagen *et al.* en 2002. Cette diversité génétique des variétés étudiées a été structurée en 4 grands groupes A, B, C et D (**Fig 9**) Le groupe A représente les variétés *Méditerranéennes*, Le groupe B représente les variétés *d'Europe continentale*, Le groupe C représente les variétés *Géographiquement adaptées*, Le groupe D représente la *diversification* des variétés (représentant l'Asie et la région irano-caucasienne) (**Fig 9**). Le groupe D est le plus diversifié et le plus riche en matériel, il présente la plus grande part de marqueurs spécifiques. Les groupes A et B appartiennent à une base génétique plus étroite et moins diversifiée qui est la diversité européenne. Le groupe Méditerranéen contient les variétés espagnoles et nord africaines laissant supposer que ces dernières appartiennent à une même base génétique et dérivent du centre d'origine Iranocaucasien (Crossa-Raynaud 1960 in Khrichen 2005, Egea *et al.* 1988, Khadari *et al.* 2006).

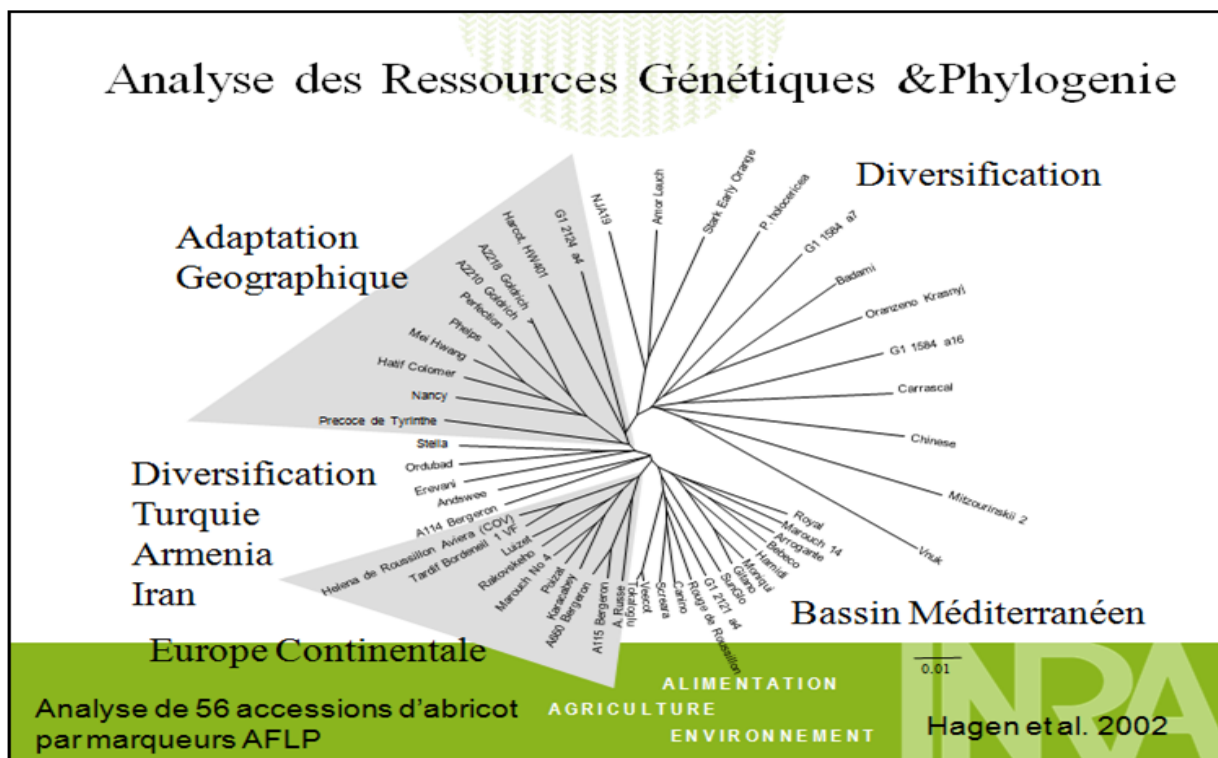


Figure 9 : Analyse des Ressources Génétiques de l'abricotier et Phylogénie (Hagen *et al.* 2002)

En Asie, en Iran et en Turquie, le semis naturel est le moyen de propagation permettant de préserver la diversité génétique. Geuna *et al.* (2003) identifient 4 groupes structurant la diversité de l'abricotier dont le groupe de la Chine avec les types chinois et nord américains, le groupe de l'Europe méditerranéenne avec les variétés de la Grèce, l'Italie et l'Espagne, le groupe de l'Europe continentale avec la Roumanie, la Hongrie et la Yougoslavie, ainsi que quelques types de France, d'Espagne et d'Italie, et enfin, le groupe mixte européen-nord américain avec les types du Canada, des USA, quelques uns d'Europe et d'Asie(Khrichen 2005)

Romero *et al.* (2003) séparent le groupe Europe de l'ouest et Amérique du nord d'une part, et le groupe de l'Europe de l'est et de l'Asie centrale d'autre part avec la différenciation de l'Arménie.

La base génétique du germoplasme européen résulte d'une migration complexe à partir de l'est, interrompue parfois par l'introduction d'une phase de propagation végétative et la sélection de cultivars supérieurs (Geuna *et al.* 2003 in Khrichen 2005).

Le groupe de variétés espagnoles se positionne toujours en un groupe à part (Hormaza 2001). Les variétés nord américaines proviennent de deux sources de germoplasme différentes. Une source Européenne et une autre de l'Asie centrale (Hormaza 2002).

VIII.3. Utilisation des marqueurs moléculaires pour la structuration de la diversité génétique de l'abricotier

Le marqueur a une position définie dans le génome et doit idéalement présenter les caractéristiques suivantes :

- Le marqueur doit être polymorphe, c'est-à-dire qu'il doit posséder plus d'un allèle au moins dans la population étudiée (Hormaza 2002.)
- Le marqueur idéal est codominant, ce qui signifie qu'un hétérozygote peut être différencié de l'homozygote au locus en question (Clegg et Zurawski 1991.)
- Il est non épistatique, c'est-à-dire que le génotype peut être lu à partir de son phénotype sans influence du génotype des autres locus. Il y a une absence d'interactions intra et inter locus (Gielly et Taberlet 1996)
- Le marqueur est neutre, une modification des locus marqueurs n'a pas d'autres effets phénotypiques que ceux qui permettent de déterminer son génotype (Hurtado *et al.* 2002.)
- Le génotype peut être inféré à partir du phénotype quel que soit le milieu, un « bon » marqueur moléculaire est donc insensible au milieu (Clegg et Zurawski, 1991.)

Pour Hormaza (2002) et Hurtado *et al.* (2002), les techniques d'analyse moléculaire de la variabilité basées sur l'ADN génomique sont fréquemment utilisées. Les marqueurs moléculaires ont l'avantage d'être neutres vis à vis de l'environnement et sont capables de couvrir tout le génome (Clegg et Zurawski 1991, Gielly et Taberlet 1996). Les marqueurs RAPD (*Random Amplified Polymorphic DNA*) et AFLP sont dominants tandis que les RFLP (*Restriction Fragment Length Polymorphism*) et les microsatellites ou SSR (*Simple Sequence Repeat*) sont co-dominants (Clegg et Zurawski 1991)

VIII.3.1. Définition et principe des marqueurs microsatellites

Les microsatellites ou SSR (Single Sequence Repeats), sont des motifs d'une à six bases répétées « n » fois dans le génome, l'indice « n » pouvant varier d'un individu à l'autre. Ils sont constitués de répétitions de motifs mono, di, tri, tétra ou penta nucléotides arrangés à travers les génomes de la plupart des espèces eucaryotes.

Les microsatellites se trouvent à travers tout le génome (Litt et Luty 1989, Tautz 1989, Weber *et al.* 1989, Beckmann et Soller 1990, Condit et Hubbell 1991, Johansson *et al.* 1992, Legercrantz *et al.* 1993, Röder *et al.* 1998, Schug *et al.* 1998, Sosinski *et al.* 2000)

C'est à l'aide de PCR que l'on va mettre en évidence les microsatellites. Si un microsatellite donné n'est pas spécifique d'un locus, les régions flanquantes, par contre le sont. Une paire d'amorces spécifiques de ces régions flanquantes amplifiera donc ce seul microsatellite ». On sépare les fragments amplifiés par électrophorèse et une différence de la taille du microsatellite amplifié se traduit directement dans une variation de la distance de migration (Aranzana *et al.* 2002).

Pour Röder *et al.* 1998, Schug *et al.* 1998, et Sosinski *et al.* 2002, les microsatellites sont des marqueurs codominants. Ils sont très largement utilisés. Il y a une grande fréquence de SSR dans le génome. Ils sont bien répartis à travers tout le génome. Ils sont reproductibles et faciles à manipuler. Powell *et al.* En 1996, avancent que les marqueurs microsatellites correspondent à des séquences répétées. Ils ont été détectés dans les années 80 (Hamada *et al.* 1982), Leur analyse permet d'identifier les liens de parenté entre accessions (Powell *et al.* 1996a).

Des études par les microsatellites ont été menées sur différentes espèces végétales permettant d'établir leur diversité génétique. C'est le cas de la pomme de terre (Provan *et al.* 1996, Milbourne *et al.* 1997, 1998), du soja (Akkaya *et al.* 1992), du riz (Zhao et Kochert 1992, Panaud *et al.* 1996) du blé (Röder *et al.* 1995) et de l'orge (Liu *et al.* 1996).

Pour les espèces fruitières cultivées, la diversité génétique par microsatellites a été étudiée chez la vigne (Bowers *et al.* 1996, Sefc *et al.* 1998), le pommier (Guilford *et al.* 1997, Gianfranceschi *et al.* 1998), le palmier dattier (Zehdi *et al.* 2004) et l'olivier (Rallo *et al.* 2000),

En ce qui concerne les prunus, plusieurs travaux ont été menés avec les SSR pour l'identification variétale (Arús *et al.* 2006). C'est le cas du cerisier (Downey et lezzoni 2000, Cantini *et al.* 2001), de l'amandier (Joobeur *et al.* 2000) et du pêcher (Cipriani *et al.* 1999, Sosinski *et al.* 2000, Testolin *et al.* 2000.) et de l'abricotier (Lopes *et al.* 2002, Decroocq *et al.* 2003, Messina *et al.* 2004).

Pour l'abricotier, l'étude de la diversité basée sur les empreintes génétiques a eu d'abord lieu par les isozymes (Akpınar *et al.* 2010, Byrne et Littleton 1989, Battistini et Sansavini 1991, Cornuet *et al.* 2008, Manganaris et Karayiannis 1999). Ceux ci dépendent du stade de l'organe et ne sont pas très polymorphes. Ils ont été suivis par des marqueurs moléculaires basés sur la digestion des acides nucléiques comme les RFLP (De Vicente *et al.* 1998) et les amplifications par PCR tels que les RAPD (Gogorcena et Parfitt 1994, Takeda *et al.* 1998), les microsatellites (Hormaza 2002, Zhebentyayeva *et al.* 2003, Sanchez-Pérez *et al.* 2005) et les AFLP (Hagen *et al.* 2001, Hagen *et al.* 2002, Hurtado 2002, Panaud *et al.* 2002)

Pour nos travaux, nous avons choisi les marqueurs AFLP et les microsatellites SSR étant donné qu'ils sont capables de révéler un haut niveau de polymorphisme sans connaissance préalable du matériel étudié. Ceci est le cas de l'abricotier en Algérie qui n'a fait l'objet d'aucune étude ni sur le plan morphologique, ni sur le plan moléculaire et dont on ignore l'étendue de la variabilité.

IX. Analyses statistiques de la diversité génétique

IX.1. Analyses multivariées

Une population peut être définie par une variable (taille), ou plusieurs variables. Dans ce dernier cas, on utilise les méthodes d'analyses multivariées pour décrire une population. Dans la plupart des cas et surtout pour ce qui concerne nos populations à échantillonner (cas de l'abricotier) on suppose que les éléments de la population sont distribués selon la loi du hasard et que cette distribution obéit à la loi normale. Les méthodes d'analyses multivariées sont des statistiques

descriptives qui permettent de comprendre l'organisation des données autour des axes du plan (plan euclidien, plan tridimensionnel).

Les méthodes communément utilisées sont les ACP (analyse en composantes principales), les AFC (Analyses factorielles par correspondance), les AC (analyses canoniques) et les classifications hiérarchiques

IX.1.1. Analyse de la variance

L'analyse de la variance ou ANOVA (ANalysis Of Variance) est un test statistique permettant de vérifier que plusieurs échantillons sont issus d'une même population.

Dagnelie (1988b) préconise que l'analyse de la variance (ANOVA) permet de tester l'hypothèse d'égalité des moyennes des modalités des facteurs étudiés et à rejeter l'hypothèse nulle si les valeurs comparées sont significativement différentes entre elles. Pour ces analyses, le logiciel XLSTAT753 peut être utilisé.

IX.1.2. Test de Newman et Keuls: test de comparaisons multiples

Un test de comparaison multiple de données permet d'identifier des groupes de cultivars pour chacun des caractères considérés par des tests de comparaisons 2 à 2. Il est basé sur la comparaison des amplitudes observées pour des groupes de n moyennes, avec l'amplitude maximale attendue à un niveau de signification donné (Dagnelie 1988 b).

IX.1.3. Coefficient de corrélation de Pearson

La corrélation est un concept issu de la biologie. C'est par le biais des travaux de [Francis Galton](#) que la corrélation devient un concept statistique. Toutefois pour Galton, la notion de corrélation n'est pas définie précisément et il l'assimile dans un premier temps à la droite de régression d'un modèle de régression linéaire.

Karl Pearson propose en 1896, une formule mathématique pour la notion de corrélation et un estimateur de cette grandeur.

Pour Dagnelie (1988a) il est important de limiter les variables étudiées en sélectionnant les plus pertinentes, discriminantes et indépendantes. Pour cela, une matrice de corrélations basée sur le coefficient de corrélation de Pearson est établie entre les variables étudiées. Ce coefficient de corrélation est désigné par le symbole r :

$r = \text{cov}(x,y)/\sqrt{s_x s_y}$ avec $\text{cov}(x,y) = \sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$

s_x et s_y sont les variances marginales avec $s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$

IX.1.4. Méthodes factorielles

Pour Roux 1995, Hernandez 1996 et Carrault 1996, le Contexte des méthodes factorielles repose sur :

- Le nombre important de variables et d'individus statistiques
- Pas ou peu de connaissances préalables sur les données

Les Objectifs des méthodes sont :

- La réduction des données
- L'identification des variables discriminantes les plus informatives
- L'identification des relations entre variables et ceci :
 - En jugeant de la capacité de caractérisation des variables
 - En identifiant des groupes d'individus et/ou des types de comportement

Pour Hilling et lezzoni (1988) in khricen (2005), Les méthodes factorielles basées sur les observations multivariées forment un ensemble de mesures quantitatives pour un nombre de caractères représentés par la position qu'ils occupent dans un espace multidimensionnel.

IX.1.4.1. Analyse en Composantes Principales (ACP)

L'ACP permet de représenter les données obtenues sur les différentes accessions ou sur les différentes variables observées.

Pour Lebart *et al.* (1995), L'ACP permet de réduire les jeux de données à des combinaisons indépendantes et en une représentation sous forme d'un nombre réduit d'axes statistiquement indépendants où peuvent être projetés les accessions et les variables.

IX.1.4.2. Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)

Le principal intérêt de l'AFC est la représentation graphique simultanée des variables lignes et des variables colonnes. Cette analyse factorielle des correspondances consiste à rechercher la meilleure représentation simultanée de deux ensembles constituant les lignes et les colonnes d'un tableau de contingence

IX.1.4.3. Analyse en Coordonnées principales (Pcoord)

L'analyse en Coordonnées Principales ou Pcoord s'appuie sur la comparaison des objets. Elle est basée sur la distance entre variables. Cette technique consiste en une représentation de la dissimilarité entre plusieurs objets comparés entre eux dans un espace multidimensionnel. Le logiciel software package NTSYS-pc version 2.1. (Rohlf 1994 in khricen 2005) peut être utilisé pour cette analyse.

IX.1.4.4. Analyse Factorielle Discriminante (AFD)

Cette méthode dérivée permet d'analyser la façon dont les variables descriptives contribuent à la constitution des différents groupes. Elle a été utilisée afin de lier les groupes de structuration de la diversité aux origines géographique du matériel étudié.

Les variables qui décrivent les individus sont forcément des variables quantitatives.

IX.2. Estimation des distances

Deux sortes de distances sont estimées: les distances phénétiques (distance taxonomiques moyennes, distances de Gower) et les distances génétiques (distances de Nei 1972).

IX.2.1. Distances taxonomiques moyennes

L'analyse des données morphologiques (quantitatives et qualitatives) ou moléculaires (qualitatives binaires, fréquences alléliques) se base sur les similarités ou les distances entre individus.

Les distances taxonomiques moyennes ont servi pour analyser les données morphologiques. La distance taxonomique moyenne **d** entre deux individus **i** et **j** est représentée par la formule

$$\text{suivante : } d_{ij} = \sqrt{\frac{\sum_k (Z_{ki} + Z_{kj})^2}{N}} = \frac{\sqrt{\sum_k (Z_{ki} + Z_{kj})^2}}{\sqrt{N}} \text{ avec } N = \text{nombre de variables}$$

D'après Lebart *et al.*, en 1995, deux individus très proches sont caractérisés par des valeurs presque égales pour chaque variable.

IX.2.2. Distances de Gower

Le coefficient de similarité de Gower (1971) varie entre 0 et 1, il est défini par S_{ij} :

$$S_{ij} = s_{ijk} / \delta_{ijk}$$

Avec s_{ijk} , δ_{ijk} et v définis comme suit :

	Valeur du caractère K			
Individu i	+	+	-	-
Individu j	+	-	+	-
s_{ijk}	1	0	0	0
δ_{ijk}	1	1	1	0

	Individu 1 +	Individu 1 -	Total
Individu 2 +	a	b	a+b
Individu 2 -	c	d	c+d
Total	a+c	b+d	v

Les distances de Gower sont alors définies par :

$$D_{ij} = 1 - S_{ij}$$

La distance de Gower a été impliquée dans l'analyse des données binaires relatives aux marqueurs dominants AFLP, la présence d'une bande au niveau des profils AFLP signifie aussi bien qu'on est en présence d'un individu homozygote qu'hétérozygote pour un locus donné, et donc une bande présente chez deux individus peut correspondre à un profil identique comme elle peut représenter deux profils distincts, les deux cas correspondent à la coprésence de la bande chez les deux individus (Sokal et Michener, 1958.)

IX.2.3. Distances de Nei

Les distances de Nei (1972) sont liées d'une façon linéaire au temps mis depuis la divergence entre deux populations en supposant que tous les locus ont la même proportion de mutation et que

toute la variation génétique est maintenue par l'équilibre entre la mutation infinie des allèles et la sélection génétique, tout en maintenant la taille effective de chaque population constante (Khrichen, 2005) p_{ij} et q_{ij} sont les fréquences du $i^{\text{ème}}$ allèle et du $j^{\text{ème}}$ locus dans les populations X et Y respectivement, a_j est le nombre d'allèles au locus j et m le nombre de locus étudiés. Les distances de Nei tiennent compte des fréquences alléliques pour chaque locus c'est pour cela qu'elles ont été choisies.

IX.3. Méthodes de classification

IX.3.1. Classifications ou regroupements hiérarchiques

Les regroupements hiérarchiques consistent à agréger progressivement les individus selon leur ressemblance.

Le groupement [clustering] repose sur une mesure précise de la similarité/ dissemblance [similarity/dissimilarity] des objets que l'on veut regrouper.

Une distance est une formule qui pour deux points de l'espace des données calcul un nombre positif reflétant la proximité/éloignement de ces deux points.

Cette mesure est appelée distance [distance] ou métrique [metric].

La distance entre x et y se note $d(x, y)$

On utilise les regroupements hiérarchiques pour regrouper les mêmes individus dans des classes en tenant compte de leur description par un ensemble de variables quantitatives et qualitatives binaires.

En ce qui concerne l'abricotier, trois méthodes de regroupement hiérarchique ont été utilisées reflétant la structuration de la variabilité sur la base de l'ensemble des variables distinctes : la méthode UPGMA, la méthode Ward's et la méthode Neighbor Joining. Les relations entre groupes est recherchée par la méthode de regroupements hiérarchiques. La finalité de cette classification est la production d'un arbre de classification (dendrogramme), dont la racine correspond à la classe regroupant l'ensemble des individus.

IX.3.1.1. Dendrogramme UPGMA

La méthode (UPGMA) ou *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean* se base sur la valeur moyenne de la variance entre le groupe d'individus qu'elle compare sur la base des distances calculées.

La distance entre groupes est définie comme étant la distance moyenne entre les membres d'un même groupe, pondérée de façon à ce que les deux groupes aient le même effet au résultat final.

IX.3.1.2. Dendrogramme Ward's

Cette méthode de regroupement hiérarchique Ward's est aussi appelée variance minimale. Elle se base sur le principe de la réduction maximale de la somme des carrés des écarts au sein du sous-groupe et donc la variance intra-groupe.

IX.3.1.3 Dendrogramme Neighbor Joining

Le Neighbor Joining est une méthode qui consiste à élaborer des arbres les plus proches de la phylogénie réelle des individus étudiés. Les groupes sont rassemblés par agglomération sur la base des similarités ou dissimilarités et la longueur des branches tient compte des distances entre individus.

IX.3.1.4. Minimum spanning tree (MST)

Le Minimum spanning tree est un outil de regroupement hiérarchique. C'est un autre aspect d'analyse de la diversité d'un échantillon qui permet de superposer un réseau minimum ou *minimum spanning tree* sur la représentation graphique de la répartition des objets en un espace de points

IX.4. Classification non hiérarchique ou regroupements non hiérarchiques

En plus des regroupements hiérarchiques, des méthodes de regroupements non hiérarchiques ont été utilisés afin d'identifier les groupes d'individus, il s'agit des *Medoid*.

C'est une technique de regroupement non hiérarchique, qui permet de distribuer les objets sur un nombre n désiré de groupes dont la composition est déterminée par la permutation des objets jusqu'à ce que leurs distances par rapport aux *Medoid* respectifs soient minimisées.

Les *Medoid* servent à distribuer hypothétiquement les objets en groupes, selon des critères communs entre eux, en minimisant les distances entre les objets et leurs centroïdes par une succession d'itérations en passant par toutes les permutations possibles. Ainsi, la distance entre les objets d'un même groupe et leur centroïde est minimale et celle entre les groupes est maximale. Elle a été utilisée afin de valider les groupes observés avec les méthodes d'analyse multivariées. Ces analyses sont établies par le logiciel NCSS (Hintze 2001).

X. Principales variétés d'abricotier cultivées en Algérie

X.1. Variétés autochtones multipliées par semis

Il existe deux types d'abricotiers en Algérie : le type « Mechmech » ou « Arbi » qu'on appelle aussi abricotier sauvage et le type européen. Le mech mech ou Arbi présente des fruits petits, précoces, peu colorés, à chair fibreuse se ramollissant à maturité. Les noyaux sont petits avec une amande douce ou amère. Les mech mech ou Arbi sont des abricotiers typiques des zones semi arides et arides issus de semis de hasard provenant très souvent de variétés autochtones. Ils possèdent des fruits très précoces en général.

En Algérie, nous trouvons aussi des arbres de variétés autochtones, très anciennes, traditionnelles, et adaptées aux sites de culture. Celles-ci font preuve d'une adaptation locale à des régions bien définies. Chacune possède des caractéristiques particulières qui limitent son extension à une zone bien déterminée et plus ou moins étendue.

Les variétés étrangères proviennent en général des pays limitrophes à l'Algérie et ont un intérêt commercial important. Le type européen possède de gros fruits colorés, avec une chair ferme.

X.2. Variétés étrangères

Il existe de par le monde, outre les variétés fixées, un nombre important de populations et de types d'abricotiers. Cette diversité est liée au fait que le principal mode de propagation de l'abricotier a été le semi jusqu'à une époque récente. C'est ce dernier qui a permis l'apparition de nombreux types parmi lesquels seuls ont subsisté, les mieux adaptés. Ceux –ci sont à l'origine de nouveaux hybrides inscrits aux catalogues des variétés et espèces cultivées (Douaibia, 1993).

Il est pratiquement difficile de dénombrer toutes les variétés cultivés en Algérie mais, il est important de savoir que la plus grande partie de la production nationale d'abricots est assurée par des variétés population comme le rosé, le Louzi-rouge et le Mech-Mech, multipliées principalement par semis, (Ben abbas, 2001).

Parmi les nombreuses variétés cultivés en Algérie, la variété Amor Leuch et Louzi rouge, qui donnent de bons résultats notamment dans les monts des Aurès et du Hodna, de même que dans les Oasis de Mesaâd et Laghouat ainsi que dans l'Ouest Algérien et la Mitidja. Ce sont principalement les variétés Bulida et Luizet, qui sont les plus cultivés, on trouve aussi un grand nombre, d'autres variétés comme le polonais, Colmar, Giletano canino, (Ghecham, 2006).

D'autres variétés introduites se rencontrent principalement en collection dans des vergers de comportement au niveau des stations de recherche, l'institut technique des arbres fruitiers (**ITAF**) de Boufarik, Bir-Touta et Hamma Bouziane.

Ces variétés sont en général, mal acclimatées et parfois elles n'offrent aucun intérêt en Algérie, du fait que la culture de ce matériel végétal s'avère difficile à maîtriser car l'introduction de ces variétés a été effectuée sans tenir compte de leurs exigences particulières.

Selon **Chaouia (1984)**, ces variétés introduites sont : Bergeron, Rouget de Serhak, Hancall, Rouge de fournes, Rouge de Roussillon, rouge de rivelasates et la variété Amal.

Parmi les principales variétés cultivées en Algérie, on peut citer :

- **Canino** : Arbre de très bonne vigueur, les rameaux sont de couleur brun foncé, le fruit est assez gros dont l'épiderme est de couleur jaune orangée à chair jaune assez ferme. La floraison est précoce, la maturité se situe vers la première quinzaine du mois de juin (Laumonier, 1960 et Got, 1958).



Figure 10 : Variété Canino (Got 1958)

Polona

- arbre de vigueur moyenne, fruit assez gros, allongé. L'épiderme est jaune pâle peu coloré des fruits. Le fruit arrive à maturité vers la seconde quinzaine de juillet (Bretaudeau, 1979, Laumonier, 1960).



Figure 11 : Variété Polonais (Laumonier 1960)

- **Paviot** : arbre de très bonne vigueur, avec de gros rameaux, le fruit est gros légèrement conique, à épiderme rouge orangé marqué de rouge.



Figure 12 : Variété Paviot (Gautier 1982)

- **Louzi rouge** : Arbre vigoureux variété rustique, à fruit allongé de grosseur moyenne, l'épiderme est épais, fortement coloré de rouge, à chair fine, parfumée et savoureuse, la maturité s'effectue au cours de la deuxième décade du mois de juin (Laumonier, 1960).



Figure13 : Variété Louzi Rouge (Laumonier, 1960).

- **Royal** : Arbre de développement important, à port étalé, le fruit est très gros, le sillon est franchement marqué. L'épiderme de couleur jaune pâle, tacheté de rouge à l'insolation. La chair est ferme et juteuse. La floraison est très tardive, la maturité se situe vers la fin de juillet (risque d'attaque par les Ceratitis) (Laumonier, 1960).



Figure 14 : Variété Royal (Laumonier, 1960)

- **Amor Leuch** : Arbre très vigoureux, à fruit gros et à noyau non adhérent, l'épiderme de couleur jaune vif. La chair est ferme et parfumée, la floraison est en pleine saison et maturité vers la dernière décade du mois de mai. (Laumonier, 1960).



Figure 15 : Variété Amor Leuch (Laumonier, 1960).

- **Luizet (Suchet)** : Arbre de très grande vigueur, à fruit gros jaune orangé, qui devient de couleur rose vif à l'insolation, à chair jaune, ferme, une floraison précoce et une maturité vers le début de juillet (Bretaudeau, 1979).



Figure 16: Variété Luizet (Bretaudeau 1979)

XI. Les porte-greffes utilisés en Algérie

Le choix du porte greffe est un élément capital car c'est l'un des facteurs de réussite technique – économique du futur verger (Anonyme, 1989). Selon Gautier (1988) dans la plupart des cas, le porte greffe doit satisfaire deux conditions indépendantes l'une de l'autre

- Adaptation aux conditions pédoclimatiques de la parcelle.
- Compatibilité avec la variété choisie.

Selon Bellinot (1965), in Ghazi (1989), les abricotiers en Algérie sont soit franc de pied, soit greffés sur franc ou sur Prunier Myrobolan mais jamais sur pêcher.

Par contre Gautier en 1980, affirme qu'en plus du franc et du prunier Myrobolan il ya le prunier saint julien. Leur utilisation est en fonction du milieu naturel des variétés employées et du type d'exploitation du verger. Par ailleurs, Bentayeb (1983), Baba aissa (2004) énumèrent les différentes porte-greffes qui seraient susceptibles de s'adapter en Algérie, il s'agit de :

- **L'abricotier franc : (Mech-Mech)** : c'est un type de porte greffe qui demande des sols bien drainés et profonds car il est sensible à l'asphyxie racinaire. Il résiste à la salinité à un taux de 1.5g/l, il est à conseiller surtout pour les sols fertiles sans irrigation (Bentayeb, 1983). Ce porte greffe assure une grande vigueur et une bonne résistance au dépérissement, il est toutefois sensible au Verticillium, de ce fait les cultures intercalaires légumières tel que la pomme de terre et la tomate sont à éviter.
- **L'amandier semis** : Il est par excellence le porte greffe des terrains caillouteux, son affinité est très bonne avec canino, Luizet, Polonais, Amor Leuch, et Louzi rouge (Bentayeb 1983, Baba-aissa 2004).

- **Le pêcher Franc:** L'abricotier greffé sur pêcher, donne d'excellents résultats sur les sols perméables, profonds frais et peu calcaires, les arbres deviennent vigoureux, ils n'ont pas une grande longévité mais ils sont très productifs.
Le pêcher de semis est le meilleur porte –greffe pour les variétés précoces néanmoins, il est très marqué par sa sensibilité à l'asphyxie (Baba aissa, 2004).
- **Le prunier Myrobolan :** C'est le porte –greffe de l'abricotier en culture intensive conduite en irriguée, il résiste mieux que le Mech–Mech en sols lourds mais il est sensible au capnode, deux sélections sont intéressantes.
 - Myrobolan B : Fournit des associations vigoureuses de grande longévité.
 - Myrobolan Gf .31 : Compatible avec toutes les variétés et s'adapte à une gamme variée de sols (Anonyme, 1993 et 1995).
- **Le prunier Mariana :** Seule le clone GF. 8-1 est bien adapté en Algérie. Sa multiplication est facile, son affinité est bonne à l'exception du rouge de Roussillon et Bulida (Anonyme, 1993).
- **Le prunier Reine Claude :** Seule la sélection GF1-380 est à conseiller, notamment pour les variétés Rouge de Roussillon et Bulida. (Anonyme, 1993).

MATERIEL ET METHODES D'ETUDE

Chapitre 2 : Matériel et Méthodes d'étude

I. Matériel Végétal répertorié

Le but de ce travail est la caractérisation et la préservation des ressources génétiques d'abricotier existantes dans les zones semi arides en Algérie.

Des prospections conduites au niveau du territoire algérien nous ont permis de sélectionner trois types d'abricotier

- des variétés autochtones présentes dans des jardins
- des Mech mech ou Arbi issus de semis, présents dans les régions arides et semi arides
- des variétés importées ou introduites à partir de pays limitrophes à l'Algérie.

Les principales différences climatiques entre les sites portent sur la pluviométrie plus importante dans les régions de l'Est (subhumide- semi aride supérieur à plus de 500 mm).

I.1. Identification des sites prospectés

A travers tout le territoire Algérien, avec l'appui du Ministère de l'agriculture et en particulier du Haut Commissariat au Développement de la steppe, nous avons entrepris des prospections afin de rechercher les zones où se concentre la plus grande diversité de l'abricotier.

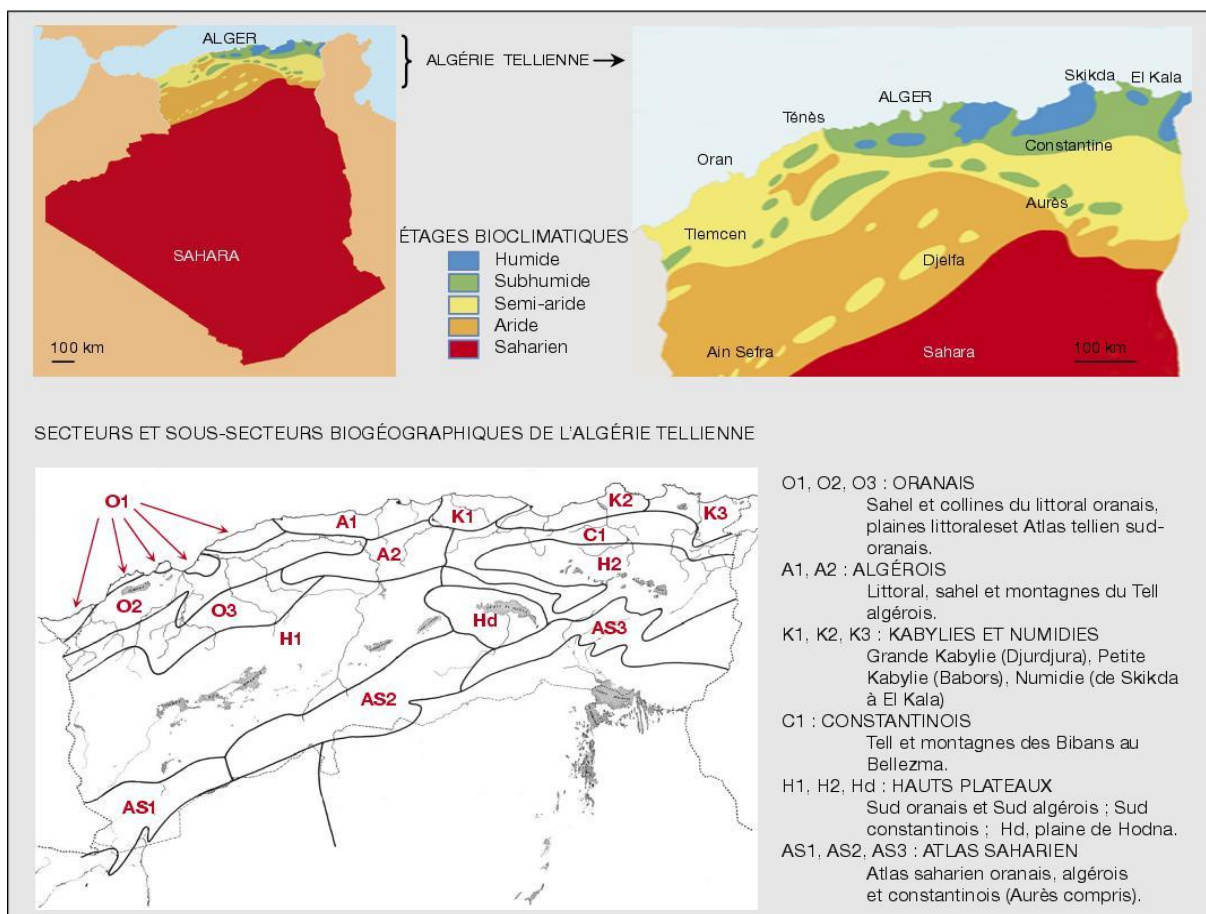


Figure 17: Carte bioclimatique de l'Algérie (MADR 2012).

Orientation : A gauche, Ouest ; à droite, Est.

Deux régions ont été retenues pour notre étude. Ce sont la région de N'gaous (wilaya de Batna) et Messaad (wilaya de Djelfa) situées dans l'étage bioclimatique semi aride (**Fig 17**). Ces régions correspondent aux zones de culture traditionnelles de l'abricotier.

Dans chacune des régions, des exploitations ont été sélectionnées. Dans chacune d'elles, des abricotiers représentatifs de chaque accession ont été choisis et étiquetés.

Les deux régions, situées dans les hauts plateaux sont caractérisés par une longue période de sécheresse estivale supérieure à 6 mois. Les pluies sont généralement irrégulières et inégalement réparties à la fois dans le temps.

Les aspects de l'arbre et du fruit des semis diffèrent de ceux des variétés greffées. Les arbres sont plus vigoureux, en forme libre, leurs premières branches sont situées à une hauteur de l'ordre de deux mètres, pour que ça ne gêne pas le travail des cultures abritées par un ombrage naturel. Le système de culture caractéristique des régions oasiennes et semi-oasiennes est composé de 3 étages. L'étage supérieur est représenté par les palmiers dattier. Les semis d'abricotiers se situent au niveau de l'étage en dessous avec le figuier, le grenadier, les agrumes, l'olivier... le troisième étage correspond aux cultures annuelles (**Fig 18 et 19**).

A Messaad comme à N'gaous, l'abricotier prend une place importante chez les agriculteurs; on y rencontre également d'autres espèces fruitières telles que le pommier, le poirier, le pêcher, le prunier, le figuier, les agrumes, le grenadier et le figuier... L'abricotier s'intègre dans un système de culture promiscue typique de la zone méditerranéenne (**Fig 18 et 19**).



Figure 18 : système de culture promiscue Dans la région de Messaad (personnel)



Figure 19 : système de culture promiscue dans la région de Ngaous (personnel)

Figures 18 et 19 : Illustration de la culture en étage semi oasisienne : de haut en bas : le palmier dattier, les espèces fruitières avec les abricotiers (semis), et les cultures annuelles

La culture de l'abricotier est principalement axée sur des variétés à maturité très précoce dont la variété louzi.

On rencontre dans les zones semi arides aussi bien les mech mechs que les variétés traditionnelles greffées sur du mech mech ou arbi ainsi que des variétés introduites qui tendent à remplacer les variétés locales.

I.1.1.caractéristiques de la région de Messaad

Messaad est une ville algérienne comptant environ 120 000 habitants et située dans la Wilaya de Djelfa. Il s'agit d'une ville qui fut prospère dans l'antiquité. La ville est entourée d'une ceinture de palmiers et d'abricotiers. Les vergers de la région de Messaad sont conduits selon le mode traditionnel de culture avec le mélange de différentes espèces fruitières dans un même verger. L'exploitation de Barboura à 1 km du centre ville, est riche en variétés locales. Leurs principales caractéristiques portent sur leur précocité et leurs saveurs très agréables, leurs arômes très riches et le fait que les amandes soient douces. A Messaad, l'abricotier, dénommé « Arbi » est traditionnellement multiplié par semis. Dans cette région, des variétés importées ont fait leur apparition il ya de cela une dizaine d'années. Ces dernières tendent à remplacer les variétés locales.

I.1.2.caractéristiques de la région de N'gaous

N'Gaous est une daïra de la Wilaya de Batna dans les Aurès, Anciennement appelée Nicosium ou Nicivibus à l'époque des Romains. Elle se trouve dans une région subsaharienne, où, généralement il fait chaud. La terre est fertile et elle est utilisée pour la culture agricole. Déjà en l'an 620, **Léon l'Africain** décrit les terres fertiles de N'Gaous. Je cite : « Les fruits de cette ville étaient meilleurs que ceux du Royaume de **Tunis** »

A N'gaous, on trouve les céréales, les fruits dont l'abricotier et les légumes. Le système de culture promiscue était prédominant mais il tend à être remplacé par des productions maraîchères


spécialisées du fait du morcellement du terrain. Les systèmes d'exploitation reposent traditionnellement sur des plantations d'abricotiers en intercalaire avec des oliviers conduits en sec mais de nouvelles plantations basées sur des vergers irrigués en goutte à goutte se développent. La principale variété d'abricotier cultivée dans cette région est la variété louzi qui est précoce. La plus tardive étant la variété rosé de Ménaa. Les plantations d'abricotiers greffées sont fréquentes dans cette région.

I.2. Caractérisation du matériel végétal répertorié

Dans les deux régions de culture de l'abricotier retenues, 48 accessions ont été répertoriées et identifiées *in situ* dans les deux sites prospectés (**fig 21**). 32 accessions provenant de Messaad ont été échantillonnées. Il s'agit de 19 accessions de arbis ou mechmech et de 13 accessions greffées sur du Arbi comme les variétés Messaad, Louzi, M'lakam greffé. Dans la région de N'gaous, 16 accessions ont été répertoriées. La plupart sont greffées sur du mechmech sauf MechMech Hlou, Gros MechMech et MechMech LaghBach qui sont censés provenir de semis.



Figure 21 : Répartition géographique des variétés d'abricotier échantillonnées en 2005 et 2006 dans les régions de Messaad et N'gaous (avec le numéro d'identification de la variété)

Variétés:  V1 : Louzi local, V2 : Boulila Rouge, V3 : Boulila Blanc, V4 : Canino, V5 : Louzi Rouge, V6 : Louzi Blanc, V7 : Rose de corail, V8 : Rose de Menaa, V9 : Paviot Rouge, V10 : Paviot

Blanc, V11 : Bulida, V12 : Rouge de Roussillon, V13 : Pêcher, V14 : MechMech Hlou, V15 : Gros MechMech, V16 : MechMech LaghBach.

 V17 : Nail, V18 : Abiad El Imlak, V19 : Louzi KD, V20 : Nada El Mordjane, V21 : Pêcher rouge, V22 : Arbi v1, V23 / El Bakria ; V24 : Arbia n, V25 : Mahalat El Djoundi, V26 : Arbi kd, V27 : Pêcher Blanc, V28 : Mousemeche, V29 : kahf, V30 : Messadsur Arbi, V31 : louzi rouge N, V32 : Arbi Nadir, V33 : Arbi Saafi, V34 : El Maghreb, V35 : Hamrai, V36 : Moutakhir, V37 : Hamrai Tardif, V38 : Pêcher blanc M, V39 : , V40 : Louzia ; Douk El Kamel, V41 : Bulida M, V42 : Mnadir Greffe Mel, V43 : Hamrai G KD, V44 : Pêcher sur franc, V45 : Chem's El Massa, V46 : Naila, V47 : Saib Ennahda, V48 : Ikhtiyar Ettayeb.

Les accessions algériennes ont été comparées à des variétés étrangères issues des diverses régions de culture choisies afin de rendre compte de la diversité génétique de l'espèce.

II. Méthodes d'étude

II.1. Différentes Prospections et échantillonnage

Plusieurs prospections ont été effectuées durant 2 années successives (2005 et 2006) dans les deux régions de culture de l'abricotier. Dans chacune de ces régions, les exploitations où la diversité de l'abricotier a été la plus importante ont été retenues. Dans la région de Messaad, les exploitations retenues sont celles de Demed située à l'est de la ville, celle de Barboura située au nord de la ville, celle de Kaabache située à l'ouest de la ville de Messaad et l'exploitation Dahmane située au sud de la ville de Messaad.

En ce qui concerne la région de N'gaous trois exploitations ont été retenues. Il s'agit de l'exploitation de Taghena située à l'est de la ville, l'exploitation N'gaous Sud située au Sud de la ville et le jardin de la circonscription de l'agriculture de N'gaous situé au centre ville.

Concernant le matériel issu de semis, les échantillonnages ont visé l'obtention d'individus représentatifs de la variabilité morphologique au sein de chaque région en nombre suffisant pour comparer les variabilités relatives à chacun des sites. Pour cela, l'exploitation renfermant la variabilité la plus importante a été retenue au sein de chaque région.

Concernant les variétés greffées, plusieurs accessions d'une variété donnée et collectées sous des appellations différentes ont été échantillonnées dans un même site que dans des sites différents.

Les plants retenus pour la caractérisation ont été étiquetés dans chacun des sites prospectés. Une étiquette portera le nom du cultivar (**Fig 22**).



Figure 22 : Etiquette portant le nom de l'accession

II.2.1. Méthode d'échantillonnage

Pour bien mener une expérimentation, la méthode d'échantillonnage est nécessaire surtout en ce qui concerne la caractérisation morphologique puisque l'échantillon doit être représentatif de la variété. La disposition des fruits sur l'arbre ainsi que leur nombre est très important. Ceci est valable pour le nombre de feuilles prélevés ainsi que leur disposition sur l'arbre. En effet, l'aspect des fruits d'un même arbre n'est pas le même, ce qui signifie que les différentes caractéristiques changent. Elles dépendent de leur position sur l'arbre.

En ce qui concerne les feuilles, celles disposées sur un même rameau ne sont pas semblables. Leurs tailles et leurs couleurs dépendra de leur âge et du type de rameau porteur.

Audergon *et al.* (1989, 1990, 1991, 1993) ont proposé la récolte de 30 échantillons de feuilles et de fruits pour la caractérisation. D'autres auteurs tel que Monestiez *et al.* (1990) ont proposé d'autres modèles d'échantillonnage. Nous avons choisi la méthode d'échantillonnage d'Audergon *et al.* pour notre étude.

Lors de la récolte, des échantillons ont été prélevés en prenant en compte la variabilité intra-arbre. Une trentaine de fruits et de feuilles en bon état ont été donc prélevés et caractérisés.

II.2. Collecte des échantillons et observation des caractères morphologiques

La collecte des jeunes feuilles a eu lieu au cours de la période de débourrement, au début du printemps. Les échantillons ont été conservés à une température de -80°C jusqu'à l'extraction de leurs ADN. La collecte des feuilles adultes a eu lieu au printemps lorsque les feuilles sont suffisamment grandes pour pouvoir les caractériser.

La collecte des fruits sera faite selon la précocité des différentes accessions et des caractéristiques climatiques du site, elle est principalement concentrée entre les mois de mai et la moitié du mois d'Août. Des visites hebdomadaires pour déterminer la période de maturité des fruits de chaque accession dans les différents sites à eu lieu.

Des échantillons représentatifs de fruits ont été cueillis aussi près que possible de la maturité physiologique afin de les caractériser. En effet, la période de récolte est très importante pour les caractérisations organoleptiques et pomologiques.

II.3. Description morphologique des différentes accessions

Deux descripteurs existent pour la description morphologique des variétés cultivées :

- Le descripteur UPOV (supplément N° 1) qui concerne les principes directeurs pour la conduite de l'examen des caractères pour la distinction de l'homogénéité et de la stabilité (DHS) des variétés d'abricotier établi par l'Union internationale pour la Protection des Obtentions Végétales (UPOV 1979) (Actualisé en 2005). Il vise l'établissement d'une carte d'identité de la variété à des fins d'identification variétale. La caractérisation et l'identification des variétés ont été basées sur la description phénotypique des caractères observés.
- Le descripteur IBPGR qui correspond au 'Descriptor list for apricot' établi par l'international Board for Plant Genetic Resources (Gülkan 1979, Guerriero et Watkins 1984). Il vise la description de la biodiversité *in situ*.

Pour nos différentes caractérisations, nous avons choisi le descripteur UPOV car il donne une description plus juste des variables.

Des informations concernant l'accession ainsi que son origine ont été collectées auprès des agriculteurs. Puis, la description pomologique consistant à décrire le fruit, le noyau, la feuille, la fleur et l'aspect de l'arbre a été réalisée sur la base d'une liste de paramètres pré-établis selon le descripteur de l'UPOV (**supplément 1**).

La caractérisation des fruits et les feuilles a été réalisée au laboratoire sur la base de 30 échantillons représentatifs prélevés sur chaque accession.

Certains caractères sont dépendants du stade de collecte des fruits comme pour l'acidité titrable ou la teneur en sucres solubles. D'autres caractères sont dépendants des conditions de culture et de milieu comme l'époque de floraison et l'époque de maturité des fruits. Pour le cas des caractères comme l'époque de floraison, la taille de la fleur, la forme et la couleur des pétales, la position du stigmate et la forme de l'onglet, les caractérisations ont été entreprises sur place dans les mêmes conditions. Un suivi régulier pour toutes les variétés était indispensable pour déterminer l'époque de maturité des fruits.

En ce qui concerne l'ensemble des caractéristiques liées à la qualité organoleptique, ils ont été réalisés sur des fruits prélevés à la même date. Les analyses ont été effectuées au laboratoire de technologie, à l'INRA d'Avignon.

L'ensemble des variables relatives aux fruits, aux feuilles et à l'arbre a été retenu. Elles correspondent à 19 variables quantitatives du descripteur UPOV et 36 variables qualitatives du même descripteur correspondant aux caractères de la forme des fruits et des feuilles ainsi que leurs colorations

II.4. Caractérisation génétique

Concernant ce travail, la technique SSR qui a été choisie qui vise à mettre en évidence la diversité de l'abricotier dans les zones semi arides sera explicitée.

II.4.1 Protocole expérimental utilisé

II.4.1.1. Extraction de l'ADN

Des échantillons de feuilles de chaque accession ont été congelés puis transportés à l'INRA d'Avignon pour y être ensuite analysés à Sup agro de Montpellier.

L'extraction de l'ADN est réalisée à partir de 5 g de feuilles fraîches pour chaque échantillon conformément au protocole d'extraction d'ADN décrit par Bernatzky et Tanksley (1986) (**Annexe 3**).

II.4.1.2. Concentration de l'ADN

Pour estimer la concentration en ADN des différents échantillons, nous avons procédé à des dilutions afin d'aboutir à une concentration finale de 25 à 30 ng/ μ l. C'est la solution mère qui servira pour les différentes techniques microsatellites.

II.4.2 Les marqueurs microsatellites ou Simple Sequences Repeats (SSR)

L'analyse du polymorphisme des séquences SSR ou *Simple Sequences Repeats* est basée sur une amplification spécifique par PCR de locus microsatellites à l'aide d'une paire d'amorce unique, spécifique des régions flanquantes (Weber et May 1989).

Le protocole expérimental suivi découle des travaux d'Aranzana *et al.* (2002) (**Annexe 5**). Il aboutit à la détection des bandes de base sur le marquage radioactif des microsatellites. Le produit de l'amplification PCR est séparé par électrophorèse sur gel de polyacrylamide 6%.

Le polymorphisme révélé par l'amplification PCR reflète la variation de la longueur du produit d'amplification et par conséquent de la rencontre d'un nombre différent d'unités de répétitions (Morgante et Olivieri 1993, Gupta et Varshney 2000).

La lecture des gels issus des amorces microsatellites permet d'établir une matrice où sont reportés les allèles révélés pour chaque individu relativement à chaque locus.

Les locis ont été identifiés sur la carte de référence *Prunus* (T x E) de manière à couvrir l'ensemble du génome.

Les amorces microsatellites utilisées ont été isolées et testées chez diverses espèces du genre *Prunus* pour lesquelles elles sont polymorphes.

Les amorces sélectionnées pour conduire cette étude correspondent à 25 amorces microsatellites (**Tab 3**) les plus polymorphes parmi 29 proposés.

La terminologie relative aux amorces identifiées correspond en grande partie à un code de 5 lettres. La première lettre désigne les SSR (B et C). Les deux suivantes désignent l'espèce : *Prunus salicina* (PS), *Prunus persica* (PP) et *Prunus dulcis* (PD); les deux dernières lettres désignent le motif microsatellite répété : CT ou CU. Les trois chiffres qui suivent désignent la référence de l'amorce (**Tab 3**).

Tableau 3 : différentes amorces microsattellites utilisées

CPPCT006	CPPCT033	CPPCT034	AMPA100	AMPA116	BPPCT004	
AMPA101	BPPCT040	UDP96-018	AMPA105	BPPCT001	UDP98-409	CPPCT022
AMPA101	BPPCT040	UDP96-018	AMPA105	BPPCT001	UDP98-409	CPPCT022
BPPCT038	UDP98-412	AMPA119	Ma014a	UDP97-402		

III. Méthodes statistiques utilisées pour notre étude

Une démarche expérimentale s'appuyant sur l'identification des variables morphologiques et moléculaires les plus discriminantes et sur les regroupements hiérarchiques des individus permettra d'identifier et d'analyser la diversité génétique d'un matériel inconnu, comme elle permettra l'analyse des liaisons entre les individus au sein d'un même groupe et entre les groupes d'individus et leurs origines géographiques.

Les analyses statistiques suivies dans notre étude concernent :

III.1. Les analyses descriptives

L'analyse descriptive s'illustre par des histogrammes pour estimer la variation de chaque variable prise indépendamment. Ces analyses ont été réalisées avec le logiciel XLSTAT753 (XLSTAT-Pro <http://www.xlstat.com>).

III.1.1. Le test de Newman et Keuls: Test de comparaisons multiples

Ce test de comparaison multiple a été réalisé dans le cas où une différence significative existe entre les accessions pour une variable donnée.

Cette analyse a été réalisée avec le logiciel XLSTAT753.

III.1.2. Le coefficient de corrélation de Pearson

Ces corrélations ont été utilisées pour identifier les variables hautement corrélées et sélectionner celles qui sont indépendantes ou faiblement dépendantes en éliminant celles hautement corrélées qui n'apportent pas d'informations supplémentaires au sein du jeu de données.

Cette analyse a été réalisée avec le logiciel XLSTAT753.

L'Analyse Factorielle des correspondances (AFC) a été exploitée afin d'identifier les variables les plus discriminantes et de révéler des groupes d'individus

principales (Hilling et Iezzoni 1988, Iezzoni et Pritt 1991, Barbagallo *et al.* 1997). La première composante principale explique le maximum de variance observé au niveau des valeurs des caractères que l'on peut attribuer à un seul axe, chacun des axes suivants explique progressivement un plus faible pourcentage de la variance restante. Ces analyses ont été réalisées avec le logiciel XLSTAT753.

III.3. L'estimation des distances

L'analyse des données morphologiques (quantitatives et qualitatives) ou moléculaires se base sur les similarités ou les distances entre individus. Pour estimer ces distances, nous nous sommes basées sur les distances de Gower et de Nei

Les distances taxonomiques moyennes ou distances de Gower (1971) ont servi pour analyser les données morphologiques. Cette distance a été choisie parce qu'elle répond aux données morphologiques qui nous concerne.

Les distances de Gower (1971) sont définies aussi bien pour des données qualitatives que quantitatives

III.3.1 Les distances de Nei

Le calcul des distances génétiques entre deux populations aboutit à une estimation du temps mis par la population pour se mettre en place. Deux populations génétiquement isolées expriment forcément l'existence des phénomènes de mutation ou modification génétique induisant la différenciation des fréquences alléliques au niveau de certains locus.

Pour Nei 1987, Weir 1996 et Liu et Muse 2005, Plus les populations sont distinctes et plus la différence des fréquences alléliques augmente exprimant une plus longue période depuis la séparation des deux populations

III.4. Les méthodes de classification

III.4.1. Les regroupements hiérarchiques

Les regroupements hiérarchiques permettent de placer les objets en groupes plus ou moins homogènes de façon à révéler les relations entre groupes. Il produit un arbre de classification (dendrogramme), dont la racine correspond à la classe regroupant l'ensemble des individus.

Trois méthodes de regroupement hiérarchique ont été utilisées pour cette étude : la méthode UPGMA, la méthode Ward's ou variance minimale et la méthode Neighbor Joining. Ces méthodes de classifications ont été choisies pour identifier des groupes homogènes structurant la diversité étudiée.

III.4.1.1. Le dendrogramme UPGMA

Pour établir le dendrogramme, la méthode (UPGMA) se base sur la valeur moyenne de la variance entre le groupe d'individus qu'elle compare sur la base des distances calculées selon la formule citée en page 29.

III.4.1.2. Le dendrogramme Ward

Cette méthode, proposée par Ward, consiste à conserver l'homogénéité des classes en associant les groupes de sorte que l'augmentation de l'inertie intra-classe soit la plus petite possible. Ces analyses sont établies à l'aide des logiciels NTSYS-pc version 2.1. (Rohlf 1994) et NCS (Hintze 2001).

III.4.1.3. Le dendrogramme Neighbor Joining

Les dendrogrammes sont configurés à partir des matrices de distances de Nei (1972) générées par le programme Power Marker et configuré par le logiciel MEGA3 (Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 3.1) (Kumar *et al.* 2003).

III.4.2. Les paramètres de structure génétique des populations

Pour calculer les paramètres de structure génétique des populations, nous avons utilisé les formules suivantes :

$He = 1 - \sum_{i=1}^k p_i^2$ avec p_i fréquence du $i^{\text{ème}}$ allèle

Taux de polymorphisme (PIC : Polymorphic information content) : met en évidence les locus les plus polymorphes (Botstein *et al.* 1980). Il est estimé par la formule :

$$PIC = 1 - \sum_{u=1}^k \bar{P}_{lu}^2 - \sum_{u=1}^{k-1} \sum_{v=1}^k \bar{P}_{lu}^2 \bar{P}_{lv}^2 \quad 1 - \sum P_{lu}^2 - \sum \sum$$

PD: Pouvoir de discrimination (Kloosterman *et al.* 1993) : permet d'identifier les locus les plus informatifs qui présentent la plus haute valeur de PD selon la formule :

$PD = 1 - \sum g_i^2$, avec g_i fréquence du $i^{\text{ème}}$ génotype

Les paramètres de subdivision des populations ou indices de fixation de Wright (1951) ont été calculés.

Fis (ou f): estime la corrélation des gènes chez les individus dans une population. Il consiste à comparer l'hétérozygotie par rapport à l'équilibre de Hardy-Weinberg sur la base des fréquences alléliques. Il sert à évaluer la différenciation des individus à l'intérieur des populations.

Fst (ou θ): estime la corrélation des gènes entre individus dans une population par rapport à l'ensemble des populations. Il sert à évaluer la différenciation entre populations. Ce paramètre mesure les différences génétiques entre populations sur la base de la variation des fréquences alléliques entre populations.

Fit (ou F): estime la corrélation des gènes chez les individus. Il sert à évaluer la différenciation globale de toutes les subdivisions (Wright, 1951.)

Selon Weir et Cockerham (1984), ces coefficients sont définis comme suit :

$$Fis = 1 - C_i / (B_i + C_i)$$

$$Fst = A_i / (A_i + B_i + C_i)$$

$$Fit = 1 - C_i / (A_i + B_i + C_i)$$

A_i= composante inter-population de la variance des fréquences alléliques,

B_i= composante, entre individus à l'intérieur de chaque population, de la variance des fréquences alléliques,

C_i= composante, entre gamètes pour chaque individu, de la variance des fréquences alléliques.

Les analyses ont été réalisées à l'aide des deux logiciels : PowerMarker v 3.23 (Liu et Muse 2005), Genepop v 3.4 (<http://wbiomed.curtin.edu.au/genepop/>) (Raymond et Rousset 1995) et Genetix 4.01 (Belkhir *et al.* 2000)

RESULTATS ET DISCUSSION

Chapitre 3 : Résultats sur la caractérisation morphologique et pomologique des variétés d'abricotier dans les zones semi arides algériennes

Hormis quelques variétés, l'espèce abricotier n'a fait l'objet d'aucune recherche en Algérie en comparaison avec les autres pays du Maghreb où plusieurs clones ont été décrits lors de travaux de Valdeyron et Crossa-Raynaud en 1950, Crossa-Raynaud en 1960, Boutboul en 1966, Carraut et Crossa-Raynaud en 1974 et Khrichen en 2001 et 2005 notamment en Tunisie et au Maroc.

Notre étude concernera l'ensemble des accessions rencontrées dans les zones semi arides en Algérie.

I. Prospections et caractérisation morphologique des différentes accessions

En Algérie, l'abricot est dénommé mech mech. Les abricots multipliés par semis sont appelés Arbi à Messaad et mech mech à N'gaous. Ces appellations diffèrent toutefois selon les pays, c'est ainsi que l'appellation Bargoug désigne l'abricotier multiplié par semi en Tunisie. Ce mot désigne la prune en Algérie et au Maroc.

Lors des différentes prospections, nous avons remarqué l'existence de mélanges variétaux dans la plupart des plantations. Crossa Raynaud en 1988 a déjà signalé ce caractère en Tunisie qu'il a lié à la tendance à l'auto incompatibilité pollinique des variétés locales (Khrichen, 2006).

Un ensemble de 48 accessions dont 24 de variétés issues de semis et 24 de variétés greffées ont été répertoriées dans les deux zones d'étude (**Tab 4**). 13 accessions greffées proviennent de N'gaous et 11 autres de Messaad. A Messaad, ce sont les accessions issues de semi qui sont les plus fréquentes (21 accessions). Les semis ne sont représentés que par 3 accessions à N'gaous. Certaines accessions existent dans les deux régions mais présentent des différences au niveau morphologique, pour celles-là, nous avons prélevé des échantillons à partir des différents sites.

Une variété donnée peut être présente sur un seul site ou sur plusieurs sites, et pour une variété donnée sur un site donné, on peut trouver une seule ou plusieurs accessions de cette variété.

La variabilité morphologique a été étudiée sur l'ensemble des 48 accessions.

Nous avons donc :

- Des variétés représentées par un seul plant correspondant à des variétés rares
- Des variétés spécifiques à un site donné
- Des variétés présentes dans plusieurs sites
- Des variétés abondantes et représentées par plusieurs accessions

Un même matériel peut se retrouver dans les deux régions d'étude, probablement que des échanges de matériel entre les deux régions aient eu lieu. Ceci nous amène à croire que les accessions collectées sous une même dénomination représentent un même clone. C'est le cas de tous les « Louzi » ou de tous les « pêcher ».

Lors des différentes prospections, une attention particulière a été portée aux dénominations variétales. Celles-ci dépendent de la région, des caractéristiques morphologiques, de la personne qui a sélectionné la variété dans la région ou encore l'endroit où est située la variété. C'est le cas de la variété El kahf appelée ainsi étant donné qu'elle est située à proximité d'une grotte. Plus largement, dans les autres sites, quelques variétés ont des dénominations correspondant à des

noms de personnes comme Ikhtiyar Ettayeb. Ettayeb étant le propriétaire d'un des vergers d'abricotiers à Messaad.

Taleau 4: Récapitulatif des accessions répertoriées dans les deux zones d'étude (Messaad et N'gaous) en 2005 et 2006

Accessions de N'gaous	Accessions de Messaad
<p>Accessions greffées : Boulila Rouge, Boulila Blanc, Canino, Louzi local, Louzi Rouge, Louzi Blanc, Rosé de corail, Rosé de Menâa, Paviot Rouge, Paviot Blanc, Bulida, Pêcher, Rouge de Roussillon</p>	<p>Accessions greffées : Messaad sur Arbi, louzi rouge N, Hamrai, Pêcher sur franc, Pêcher M, Hamrai Tardif, Pêcher blanc M, Mnadir Greffé Mellakem, Pêcher rouge M, Hamrai, Bulida M.</p>
<p>Accessions non greffées : MechMech Hlou, Gros MechMech, MechMech LaghBach</p>	<p>Accessions non greffées : Nail, Abiad El Imlak, Louzi KD, Arbi v1, Arbia N, Mahalat El Djoundi, Louzia, Arbi kd, , Mouse-mèche, kahf, Arbi Nadir, Arbi Saafi, El Maghreb, Moutaakhir, El Bakria, Douk El Kamel, Nada El Mordjane, Saib Ennahda, Ikhtiyar Ettayeb, Naila, Chem's El Massa.</p>

Certaines dénominations sont en rapport avec une qualité gustative particulière de la variété. C'est le cas de la variété Mouse mèche qui a un rapport avec le goût de banane pour le fruit.

Les dénominations variétales sont le reflet d'une appropriation locale. Ce qui rend compte d'une grande variabilité. Ceci ne se passe que dans les pays du Maghreb où le paysan est attaché à sa culture jusqu'au point de lui donner un nom de bathême. Ceci rend aussi difficile l'identification précise d'un type variétal que seules les caractérisations morphologiques et moléculaires pourront établir.

II-Recherche de la variabilité morphologique

Le descripteur UPOV a été utilisé pour les caractérisations des différentes accessions d'abricotier. Les caractères concernent l'ensemble des organes du végétal (arbre, feuille, fleur et fruit)(voir complément schéma directeur U.P.O.V. 2005). Ils portent sur des observations pour les variables qualitatives ou sur des mesures pour les caractères quantitatifs (**tab 5 et 6**) portant sur des échantillons représentatifs de chacun des organes considérés. L'analyse des données réalisée nous montrera si les accessions sont identiques ou différentes et nous permettra de rechercher les variables les plus impliquées dans la définition des groupes et des types variétaux.

Tableaux 5 et 6 : Variables morphologiques étudiées : quantitatives et qualitatives (ordinales et nominales)

Tableau 5 : Variables quantitatives

LL : Longueur du limbe	LI : Largeur du limbe
plg : Longueur du pétiole	LI/Lp : Rapport largeur du limbe/ longueur du pétiole
LL/LI : longueur du limbe/ largeur du limbe	LpLg : Longueur du pétiole
Lpep : Epaisseur du pétiole du limbe	Frl : Largeur du fruit
Frp : poids du fruit	FrE : Epaisseur du fruit
FrH/FrE : Hauteur du fruit/Epaisseur du fruit	FrH : Hauteur du fruit
FrH/Frl : Hauteur du fruit/largeur du fruit	FrNp : Poids du noyau
Llp : Largeur du pétiole du limbe	Lpnn : Nombre de nectaires sur le pétiole
Fd : Diamètre de la fleur	Lptn : Taille des nectaires
FrP/Np : poids du fruit/poids du noyau	

Tableau 6 : Variables qualitatives

Lond : Ondulation du bord du limbe	Lfb : Forme de la base du limbe
FrCse : Extention de la coloration anthocyanique du fruit	Lpig : Couleur verte de la face supérieure du limbe
Lfs : Angle de l'apex du limbe	FrFe : Fermeté de la chair
FrNad : Adhérence du noyau	FrNam : Amertume de l'amande
Ldent : incision du bord du limbe	FrS : Profondeur de la suture
Frpp : Profondeur de la cavité Pédonculaire	FrCsi : Intensité de pigmentation
FrFv : Forme ventrale	FrFl : Forme latérale
FrCsd : Distribution de la Pigmentation	FrSs : Symétrie
FrCf : Couleur de fond de la peau	FRcs / couleur pig anthocyane
FrP : pilosité	FrCc : Couleur de la chair
Ap : Port de l'arbre	FrS : Surface du fruit
FrM : Présence de mucron	FrNf : forme du noyau
Ar : Degré de ramification	Apap : Pigmentation anthocyanique de l'apex

(suite.....)

Av : Vigueur	Ap : Taille du support de l'œil
Apbf : Répartition des boutons floraux	Fpcoul : Couleur face inférieure du pétale
Fst/an : Position du stigmate par rapport à l'anthere	Fp : Forme du pétale
Fac : Acidité titrable	Fsu : Sucres totaux
DM : Maturité	DF : Floraison
Frfs : Forme du sommet du fruit	Flo : Longueur de l'onglet de la fleur

III.Caractéristiques morphologiques et pomologiques des différentes accessions d'abricotier dans les zones semi arides algériennes

Des observations in situ montrent que la région de Messaad se caractérise par des accessions spécifiques à ce site (32accessions) avec une grande variabilité. Dans cette zone, Les accessions greffées sont moins nombreuses et possèdent des fruits de calibre moyen à gros. La majorité des accessions de N'gaous (16 accessions) se distinguent par une chair claire et un gros calibre. Par ailleurs, on trouve à Messaad les variétés les plus parfumées, celles ayant un goût et un arôme bien appréciés. Dans les Aurès, on rencontre surtout des accessions cultivées particulièrement les accessions Rosé de Menaâ et Louzi qui font la réputation de la région. Par contre, les accessions autochtones ont fait l'objet de dépérissement et ont été remplacées par des accessions cultivées.

Nous avons aussi remarqué que les semis d'abricots de Messaad sont différents de ceux de N'gaous. Ils ont tendance à être plus précoces.

Nous avons utilisé un ensemble constitué de 57 caractères morphologiques que compte le schéma directeur UPOV. Certains caractères sont peu informatifs et/ou discriminants mais nous les avons retenus pour plus de précisions dans nos résultats. Les caractères les plus discriminants concernent surtout l'arbre, les feuilles et les fruits. Il s'agit de 19 variables quantitatives, et de 38 variables qualitatives. Les deux types de variables (quantitatives et qualitatives) sont mesurés sur des échantillons représentatifs (30 fruits et 30 feuilles) de chaque accession. L'analyse de la variance suivie des tests de comparaison multiples de moyenne ont été réalisés sur les 57 variables afin d'établir des groupes homogènes parmi les accessions

Tableau 7 : Statistiques descriptives relatives aux 57 variables morphologiques étudiées.

Variables	Observations	Minimum	Maximum	Moyenne	Ecart-type
Av	48	1,000	9,000	4,492	1,939
Ap	48	1,000	6,000	3,648	1,323
Ar	48	3,000	9,000	4,490	1,523
Apbf	48	1,000	3,000	1,939	0,690
Apap	48	3,033	6,900	4,167	1,142
Ap	48	3,033	6,950	4,577	1,488
Lplg	48	0,895	5,067	3,006	0,975
Lpep	48	0,662	3,010	1,229	0,505
Li/Lp	48	0,937	8,229	2,622	1,171
Lpig	48	3,000	7,000	5,079	1,463
Lpnn	48	0,767	3,100	1,699	0,711
Lptn	48	0,240	7,000	3,848	1,425
LL	48	2,000	9,387	6,967	1,296
LI	48	4,078	10,062	6,269	1,206
LL/LI	48	0,494	2,171	1,200	0,238
Llpig	48	3,067	6,933	4,919	1,476
Lfb	48	1,000	4,000	2,499	0,876
Lfs	48	1,000	5,000	2,623	0,836
Llp	48	0,353	2,588	0,988	0,443
Ldent	48	1,000	4,000	2,271	1,086
Lond	48	3,100	6,933	4,478	1,460
Fd	48	2,116	5,155	3,201	0,570
Fst/an	48	1,050	5,000	3,024	1,472
Fp	48	1,033	3,000	2,545	0,509
Fpcoul	48	1,000	3,000	1,692	0,728
Flo	48	2,000	5,000	3,573	0,942
FrP	48	11,171	63,474	32,907	11,674
FrE	48	26,139	49,340	36,111	5,361
FrI	48	25,088	46,363	34,668	5,466
FrH	48	26,316	55,832	38,484	6,448
FrH/E	48	0,898	2,912	1,114	0,302
FrH/I	48	0,904	1,333	1,258	0,684
FrS	48	1,000	7,098	3,865	1,709
Frpp	48	0,876	7,000	4,289	1,576
FrFI	48	1,000	8,000	4,606	2,781
FrFv	48	1,000	8,000	2,647	1,942
FrFs	48	1,000	4,000	2,521	0,743
FrSs	48	1,000	3,533	1,784	0,888
FrM	48	1,000	9,000	6,000	3,914
FrS	48	1,000	4,900	2,225	0,583
FrCf	48	1,000	7,000	4,313	1,339
FrCs	48	0,867	5,000	2,129	1,059
FrCsi	48	0,000	7,000	4,424	1,873
FrCse	48	0,000	7,000	3,511	2,152
FrCsd	48	0,000	3,000	1,522	0,771
FrP	48	1,000	9,000	8,417	2,019
FrFe	48	2,000	9,000	5,908	1,770
FrCc	48	1,067	5,933	4,403	1,600
FrNp	48	1,213	3,428	2,204	0,517
FrP/Np	48	6,718	33,883	15,678	5,467
FrNad	48	1,000	7,000	3,381	1,895
FrNf	48	1,000	5,000	3,311	1,092
FRNam	48	1,000	3,000	2,111	0,661
Fsu	48	8,610	22,783	13,038	2,390
Fac	48	10,508	50,125	23,267	9,823
DF	48	40,000	105,000	91,890	11,577
D.M	48	99,500	241,000	187,542	31,221

III.1. Evaluation de la variabilité quantitative

III.1.1. Evaluation de la variabilité en utilisant 57 variables quantitatives et qualitatives étudiées en 2005 et 2006

Après la récolte des échantillons des feuilles et des fruits, ils ont été mesurés. Ces mesures ont concerné les poids des fruits, le poids des noyaux, les longueurs, les largeurs et les hauteurs des fruits ainsi que les rapports hauteur par épaisseur et la largeur par l'épaisseur des fruits (**Supplément 1**). Ces rapports rendent compte de la forme du fruit et sont donc considérés comme une caractéristique variétale.

En ce qui concerne les feuilles, les dimensions du limbe et du pétiole (longueur, largeur) ont été mesurées. Celles ci nous renseignent sur leurs tailles.

Les rapports longueur par largeur du limbe et longueur du pétiole par longueur du limbe ont aussi été calculés. Ceux là nous renseignent sur la forme des feuilles.

Des différences hautement significatives se sont révélées entre les accessions après l'analyse de la variance quelque soit les variables analysées (**annexe 8**). Ces différences dépendent néanmoins des variables dans la mesure où les valeurs de F calculées diffèrent dans des proportions de 1 à 10. Pour les variables liées aux fruits (**Tab 7**), nous remarquons que le poids moyen des fruits est compris entre 11.17 grammes et 63.47 grammes avec une moyenne de 32.9 g mais, 85% des mech mechs ou arbi ont un poids moyen inférieur à 30 grammes.

En ce qui concerne les variables liées à la forme du fruit, le rapport Hauteur/Largeur varie de 0.90 à 1.33 avec une moyenne de 1.25

Pour le rapport hauteur/épaisseur, il varie de 0,89 à 2,91 avec une moyenne de 1.11

Les formes varient donc d'une forme ronde un peu aplatie à une forme allongée, plus ou moins larges et plus ou moins épaisse. Pour les variables liées aux feuilles, nous avons:

-La longueur et la largeur du limbe qui varient respectivement de 2 à 9,4 cm et de 4 à 10 cm selon les accessions. Ceci nous montre l'existence de petites et de grandes feuilles avec une grande variabilité dans la largeur et dans la longueur du limbe.

-La longueur et l'épaisseur du pétiole varient aussi de 0.89 à 5,2 cm et de 0,6 à 3mm selon les accessions.

-Le rapport Longueur du limbe/Largeur du limbe du limbe varie quand à lui de 0,49 à 2,17. Ce qui montre des limbes larges et des limbes allongés.

-Le rapport Longueur du limbe /Longueur du pétiole du limbe varie de 0.93 à 8.22

Les résultats des tests de comparaison multiples de moyenne (Newman et Keuls) Permettent la constitution de groupes homogènes pour chacune des variables analysées (**annexe 5**). Leur nombre varie de 4 à plus de 46 groupes en fonction des variables étudiées. Le test de Newman et Keuls nous montre (**annexe 5**):

- 26 classes pour le poids moyen des fruits. Malgré la variabilité intra-variétale, la consistance des groupes est présente
- L'existence de 28 et 21 groupes homogènes pour la longueur et la largeur du limbe
- L'existence de 24 et 14 groupes pour la longueur et l'épaisseur du pétiole. Une large variation est remarquée.
- 24 groupes pour le rapport longueur/largeur du limbe
- 28 groupes pour le rapport largeur du limbe/longueur du pétiole.

L'examen des variables quantitatives montre pour chacun des organes qu'il existe une variabilité quantitative liée à la taille des organes d'une part et d'une variabilité qualitative liée à la forme démontrée par les rapports entre variables mesurées. le test de Newman et Keuls en définissant

des groupes, permet d'identifier des valeurs discriminantes (**Tab 8**) pour certaines accessions comme c'est le cas de l'accession Messaad qui présente le fruit le plus gros avec les dimensions de la hauteur, de la largeur latérale et de la largeur vue de face les plus élevées, des valeurs les plus élevées du poids des noyaux, de l'épaisseur du pétiole du limbe pour Pêcher et Messaad sur Arbi, de la longueur du limbe pour Rouge de Roussillon et Hamrai greffé KD, de la largeur pour Pêcher rouge et Pêcher blanc, de la longueur du pétiole du limbe pour Boulila blanc, Canino, Rouge de Roussillon, Pêcher blanc et Hamrai greffé KD, du rapport entre la longueur du limbe et la largeur du limbe pour Pêcher, du rapport de la hauteur du fruit sur la largeur du fruit pour Gros mech mech, du rapport de la hauteur du fruit sur épaisseur du fruit pour Paviot blanc, du rapport entre la longueur du pétiole du limbe et la longueur du limbe pour El bakria et mouse mech

Par contre, les valeurs les plus faibles sont observées pour le rapport longueur du pétiole du limbe sur la longueur du limbe pour l'accession Rosé de corail, Le rapport Hauteur par Epaisseur des fruits de Canino et Bulida, de la largeur du limbe pour Rosé de corail et Arbi V1, le rapport entre la longueur et la largeur du limbe pour Rosé de corail, la longueur du pétiole pour Louzi KD , la hauteur du fruit pour Bulida et Arbi Nadir V2 et le rapport de la hauteur du fruit sur la largeur du fruit pour Bulida

Ces valeurs ne sont pas spécifiques pour chacune des accessions. Elles concernent aussi d'autres. Une variabilité a été mise en évidence au sein de la population étudiée. Ceci nous amène à conclure que toutes les variables quantitatives contribuent à l'identification variétale.

Tableau 8: Liste des variétés présentant des valeurs discriminantes pour les variables quantitatives observées à l'aide des classes du test de Newman et Keuls.

Variétés	FrP	FrI	FrE	FrH	FrNP	LL	LI	Lplg	Lpep	FrH/FrE	FrH/I	LL/LI	LI/Lp
Messaad NG	63.47												
Ikhtiyar tayeb		46.36											
Hamrai tardif			49.34										
Gros mech mech				55.82									
Kahf					3.42								
Pêcher blanc						9.38							
Pêcher rouge							4.6						
Douk el kamel								5.06					
Abiadh el imlak									3.01				
Louzi KD										2.91			
Gros mech mech											5.33		
Pêcher												2.17	
Douk el kamel													8.22

III.1.2. Variables de synthèse

Une variabilité a été recherchée pour l'ensemble des accessions et des variables ont été observées à travers des paramètres statistiques et l'examen des histogrammes. (**annexe 6**).

Quelles que soient les variables étudiées, une variabilité a été mise en évidence au sein des abricotiers analysés. Cette variation montre que chacune des variables a contribué à la caractérisation des accessions.

Toutes les variables quantitatives contribuent à l'identification variétale, la prise en considération de la variabilité intra-variétale, au travers des résultats des analyses de la variance et des tests de comparaisons multiples de moyennes, permet l'identification des groupes.

Pour les variables qualitatives et pour la majeure partie des caractères quantitatifs, les répartitions des variables observées rendent compte de la nature continue des caractères. C'est le cas des caractères du fruit (hauteur, largeur, épaisseur, rapports longueur/épaisseur et hauteur/épaisseur, poids du noyau), et des feuilles (longueur et largeur du limbe, longueur du pétiole, rapports longueur/largeur du limbe et longueur du pétiole/longueur du limbe (**annexe 6**).

Quelques caractères présentent des différences de dimensions traduisant la dominance d'un caractère pour le caractère étudié dans une population donnée.

Cela concerne pour le fruit, le poids avec une fréquence plus forte des accessions à petits Fruits et de fruits moyens, le rapport hauteur/épaisseur avec une dominance des valeurs proches de 1 donc des fruits où la hauteur est très proche de l'épaisseur (types de fruits ronds), la coloration des fruits avec majoritairement des fruits sans pigmentation de surimpression dont l'intensité et la surface de la pigmentation sont nulles, la surface du fruit avec une dominance des fruits à épiderme lisse, à suture peu marquée avec une cavité pédonculaire marquée, une fermeté limitée, des fruits essentiellement à noyau libre et à amande amère. Pour les feuilles, Cela concerne l'épaisseur du pétiole avec en général des valeurs faibles, la pigmentation anthocyanique des faces inférieures et supérieures du pétiole, la forme de la base, de la pointe et de la bordure du limbe qui est dentée, l'angle au sommet du limbe, et enfin la coloration verte du feuillage à tendance foncée. Pour l'arbre et les rameaux, on observe une domination des vigueurs moyennes et des ports plutôt étalés (**supplément 2**).

Pour les variables des dimensions des fruits, elles sont déterminées par des différences suivant ainsi la même logique de distribution que celle décrite pour le poids.

III.1.3 Examen des corrélations entre variables étudiées

Un examen des corrélations entre les variables étudiées a été réalisé. Pour cela, nous avons utilisé les nuages de points (**fig 23 a et b**) et les tableaux de contingence (**tab 9, annexe 7**) qui mettent en relation les variables 2 à 2. Associés à une matrice de corrélation qui a été établie sur le jeu de données constitué par les valeurs moyennes de 57 variables pour chacune des 48 accessions analysées. Les nuages de points et les tableaux de contingence associés relativement aux deux populations étudiées complètent les observations.

Tableau 9 : Matrice de Corrélation (Pearson) pour 13 variables morphologiques utilisées pour la caractérisation d'abricotiers dans les zones de Batna et N'gaous (Algérie)

variables	Lplg	LI/Lp	LL	LI	LL/LI	FrP	FrE	FrI	FrH
Lplg									
LI/Lp	**0,678								
LL	*0,389	0,183							
LI	*0,460	-0,045	**0,730						
LL/LI	0,004	0,169	0,288	-0,096					
FrP	*0,354	-0,218	0,161	0,335	-0,041				
FrE	0,245	-0,076	*0,346	*0,451	-0,013	**0,830			
FrI	0,120	0,030	0,249	*0,387	-0,160	**0,737	**0,747		
FrH	0,180	-0,162	-0,014	0,147	-0,168	**0,721	**0,630	**0,631	
FrH/E	-0,022	-0,124	-0,366	-0,279	-0,188	-0,018	-0,307	-0,064	**0,530
FrH/I	0,041	-0,051	0,057	0,053	-0,023	0,104	0,165	0,089	0,094
FrNp	0,182	-0,102	0,058	0,005	-0,185	**0,627	*0,465	**0,542	**0,598
FrP/Np	0,206	-0,190	0,025	*0,328	0,126	**0,606	*0,444	*0,443	0,219

*Significatif, $P < 0,05$; **Très significatif, $P(r) < 0,01$

Variables : Lplg- Longueur du pétiole; LI/Lp- Rapport largeur du limbe/ Longueur du pétiole; LL- Longueur du limbe LI- Largeur du limbe LL/LI- Rapport Longueur du limbe/ largeur du limbe; FrP- Poids du fruit ; FrE- Epaisseur du fruit FrH- Hauteur du fruit; FrH/E- Hauteur du fruit / Epaisseur du fruit ; FrH/I- Hauteur du fruit / Largeur du fruit ; FrNp- Poids du noyau du fruit; FrP/Np- Poids du fruit / Poids du noyau du fruit ; FrI- Largeur du fruit

L'examen de la matrice de corrélation permet d'identifier 3 types de corrélations

- des variables fortement corrélées qui sont essentiellement des variables en rapport avec le poids et les différentes dimensions (0.48 à 0.83)
- des variables faiblement corrélées (0,28 à 0,48)
- des variables non corrélées qui représentent la majeure partie des variables observées.

Des corrélations hautement significatives ont été identifiées entre les variables liées à la forme, aux dimensions et au poids des fruits (**annexe 7**)

- le poids du fruit (FrP) est étroitement lié à l'épaisseur du fruit (FrE) (0,83).
- le poids du fruit (FrP) est lié au poids des noyaux (FrNp) (0,62), à la hauteur (FrH) (0.72), à la largeur(Frl) (0.74).

Généralement, les fruits les plus gros ont les plus gros noyaux. Par contre, lorsqu'on compare les accessions provenant de semis aux accessions provenant de greffage, on s'aperçoit que les différences des poids de fruits ne sont pas directement liées aux poids des noyaux, aussi, les deux populations se différencient par la chair du fruit qui est plus mince pour les semis (**supplément 2**)

La distribution des points montre l'existence de deux populations. Une population à petits fruits où le rapport hauteur/épaisseur varie très fortement (1,0 à 1,6) exprimant une variabilité de forme arrondi à allongée et une population à fruits plus gros où le rapport hauteur/épaisseur est entre 0,9 et 1,2 et qui concerne surtout les variétés greffées.

La distribution des points montre aussi que presque la totalité des semis sont concentrés entre la partie négative de l'axe f1 et la partie négative de l'axe f2 correspondant aux valeurs moyennes du poids et d'épaisseur du fruit.

Pour la forme du fruit :

- la relation entre les rapports hauteur/épaisseur (FrH/FrE) et hauteur/ largeur (FrH/Frl) est très étroite
- La coloration de fond (FrCf) et la coloration de la chair (FrCc) sont corrélées (0,51)
- La surimpression des fruits : FrCse est fortement corrélée avec FrCsd (0.60)
- La surimpression des fruits et leurs poids (FrCf, FrCsi, FrCse, FrCs)

Pour les variables liées à la forme du limbe et la taille des feuilles :

- les dimensions, longueur du limbe (LL) et largeur du limbe (LI) sont étroitement liées (0.68).
- les dimensions, longueur (Lplg) et épaisseur (Lpep) du pétiole sont liées (0,31).

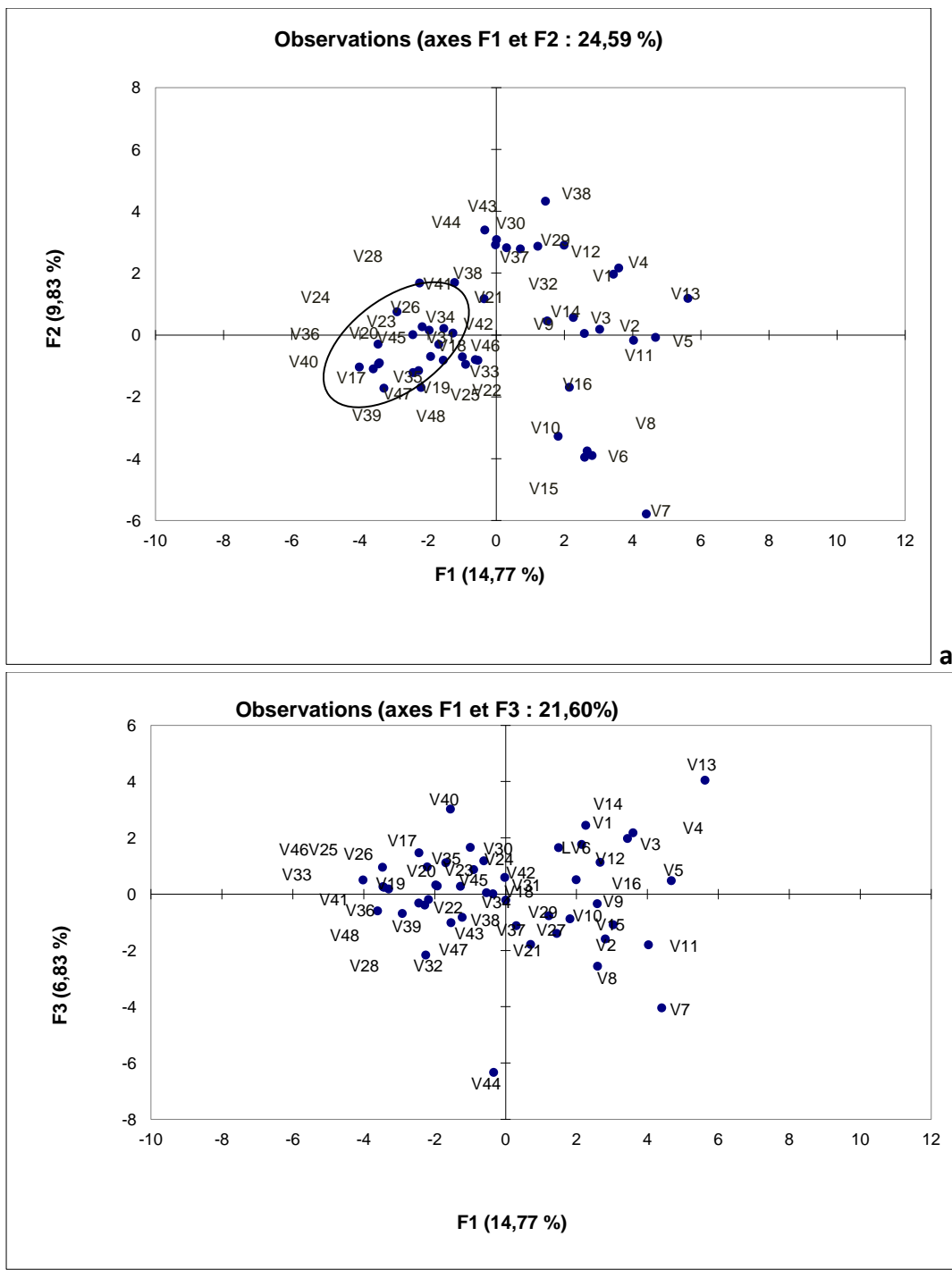


Figure 23 a et b : Corrélations observées entre variables quantitatives prises deux à deux pour la répartition des deux populations (Variétés et semis)

-les dimensions, longueur du limbe (LL) et longueur du pétiole (LLp) sont liées (0,37). Les variations sont presque identiques que ce soit pour les semis ou les variétés.

- le rapport longueur du pétiole du limbe par la longueur du limbe qui est de 0.69 nous montre une évolution de la longueur du pétiole et du limbe identique.

Il existe aussi des corrélations négatives qui sont observées. C'est le cas du rapport longueur par largeur du limbe (-0.09). Probablement que cela est dû à une croissance non régulière des dimensions du limbe. Cela est vérifié par des limbes plus larges des qui ont des longueurs plus réduites (**Tab 10**).

Nous concluons que :

Pour les caractères liés aux fruits :

- Le caractère fruit moyen est le plus répandu dans la population étudiée
- Le caractère coloration de la chair nous montre une dominance de fruits à chair jaune mais avec l'existence de fruits dont la coloration de la chair varie du blanc à orange.
- La coloration de surimpression du fruit, due à la présence d'anthocyanes n'est pas présente sur toutes les accessions. Elle est encore moins présente et moins intense chez celles provenant de semis.

Concernant les caractères liés aux feuilles, nous avons remarqué que les semis présentaient des pétioles de feuilles généralement fins, par contre, les variétés présentent des pétioles épais.

Le classement des accessions permettra leur regroupement sur la base des caractères suivants :

-Pour le fruit, les caractères sont surtout liés à la taille du fruit, la forme du fruit, la surimpression de la peau, la couleur de chair ou la couleur de fond de la peau, l'amertume de l'amande du noyau du fruit.

-Pour les feuilles, les caractères sont pratiquement liés à la taille et la forme du limbe et à l'épaisseur et la longueur du pétiole.

Selon que les rapports largeur/épaisseur des fruits (FrL/FrE) et hauteur/épaisseur (FrH/FrE) soient supérieurs ou inférieurs à 1, nous avons constaté qu'il existait plusieurs types de fruits dans le matériel étudié. De même, nous avons remarqué plusieurs types de feuilles selon la variation des dimensions des feuilles et du rapport longueur/largeur du limbe (LL/LI) et de la forme de la base et de la pointe de la feuille (Lfb , Lfs).

Une variabilité hautement significative a été mise en évidence. Ceci est dû probablement aux conditions de milieu dans lesquelles le matériel a été développé.

Pour Ortiz *et al.* 1990, lezzoni et Pritt 1991, Il est préférable de baser les analyses multivariées sur un jeu de variables indépendantes ou faiblement corrélées entre elles car elles apportent une information complémentaire dans l'analyse des données permettant ainsi de réduire leur redondance. Pour notre travail, nous avons travaillé en premier lieu avec les 57 variables pour avoir plus d'informations sur la variabilité existante et les 57 variables ont contribué pour les différentes analyses statistiques.

L'analyse de la structuration de la variabilité des 48 accessions étudiées a été établie sur la base de deux jeux de données différents pour chaque année (2005 et 2006) impliquant les variables quantitatives et les variables qualitatives.

Cette démarche a été entreprise dans le but d'identifier la contribution de chaque jeu de données par rapport au précédent, autrement dit, voir si l'information exprimée par les variables quantitatives et qualitatives est la même pour les deux années ou si chaque jeu de données apporte une information supplémentaire. Il en ressort que pour les deux années (2005 et 2006), les informations exprimées par les variables aussi bien quantitatives que qualitatives sont pour une grande majorité les mêmes (Annexe 8).

Tableau 10 : Contribution de 44 variables à la définition des 4 premiers facteurs de l'analyse factorielle des correspondances.

	F1	F2	F3	F4
Av	-0,412	0,008	0,240	-0,081
Ap	0,510	-0,382	0,087	0,038
Ar	-0,117	0,093	-0,099	-0,019
Apbf	0,209	0,072	0,453	-0,050
Apap	0,177	-0,142	0,370	0,012
Ap	0,343	-0,079	-0,189	-0,083
Lplg	0,513	0,048	0,418	0,121
Lpep	0,529	-0,343	0,409	-0,007
Ll/Lp	-0,364	0,289	-0,173	-0,172
Lpig	0,396	0,194	0,360	0,411
Lpnn	0,524	0,264	-0,044	0,302
LL	0,164	0,575	0,453	-0,141
LL/LI	-0,072	0,044	0,335	-0,365
Llpig	0,467	0,326	0,133	0,219
Lfb	0,435	-0,040	0,414	0,329
Lfs	0,162	0,004	0,069	0,530
Llp	0,260	-0,242	-0,172	0,057
Ldent	-0,173	0,374	0,079	0,310
Lond	0,607	0,074	-0,329	0,181
Fd	0,426	-0,118	0,295	-0,338
Fpcoul	-0,013	-0,119	-0,270	-0,065
FrP	0,819	0,288	-0,228	-0,112
FrH/E	-0,083	-0,213	-0,118	-0,108
FrH/l	0,015	-0,200	-0,151	-0,150
FrFl	-0,119	0,474	-0,037	0,495
FrFv	0,324	-0,613	0,195	0,166
FrFs	0,285	0,351	0,082	-0,162
FrSs	0,027	0,260	0,175	0,196
FrM	-0,258	-0,111	-0,335	0,357
FrS	0,045	-0,433	0,129	0,077
FrCf	-0,233	0,077	0,157	0,292
FrCs	0,134	0,232	-0,247	-0,406
FrP	-0,133	0,308	0,491	-0,276
FrFe	-0,421	0,536	0,316	0,009
FrCc	-0,351	0,546	0,300	0,034
FrNp	0,437	0,249	-0,464	-0,148
FrP/Np	0,717	-0,021	0,125	0,002
FrNad	-0,459	0,327	-0,301	-0,147
FrNf	0,001	-0,188	-0,045	0,105
FRNam	-0,325	0,247	0,007	0,038
Fsu	-0,094	0,299	-0,080	0,124
Fac	-0,372	0,184	0,045	0,260
DF	-0,042	-0,151	-0,029	-0,324
DM	0,416	-0,371	-0,113	0,223

Abréviations : **Av** : vigueur de l'arbre, **Ap** ; Port de l'arbre, **Ar** ;, **Apbf** ; répartition des boutons floraux, **Apap** : Pigmentation anthocyannique de l'apex, **Ap** : Taille du support de l'oeil, **Lplg** : longueur du pétiole du limbe , **Lpep** : Epaisseur du pétiole, **Ll/Lp** : Largeur du limbe/longueur du pétiole, **Lpig** : Pigmentation anthocyannique de la face supérieure du limbe ; **Lpnn** : Nombre de nectaires, **LL** : Longueur du limbe, **LL/LI**: Rapport longueur du limbe/ largeur du limbe, **Llpig** : Couleur verte de la face supérieure du limbe, , **Lfb**: Forme de la base de la feuille, **Lfs** : Angle de l'apex de la feuille, **Llp** : largeur du pétiole du limbe, **Fd** : Diamètre de la fleur, **Fpcoul**: couleur de la face inférieure du pétale,

FrP: Poids du fruit, **FrH/l** : Rapport hauteur du fruit/ largeur du fruit, , **FrM** :présence de mucron, **FrCf** : couleur de fond du fruit, **FrCs** : **Couleur de la pigmentation** **Ldent**: Découpeure du bord, **Lond** : Ondulation du bord , **FrNp** : poid du noyau du fruit, **FrP/Np** : Poid du fruit/ poid du noyau **Fsu** :**Brix**, **Fac** : Acidité du fruit, **DM** : Date de maturité, **DF** : Date de floraison, **FrH/E**: Rapport hauteur du fruit/ épaisseur du fruit, , **FrFe** Fermeté de la chair, **FrNad** : Adhérence du noyau à la chair, **FrNam** : Amertume de l'amande, **FrCc** : Couleur de la chair, , **FrFv** : La forme ventrale du fruit , **FrFs**: Forme au sommet du fruit, , **FrSs**: Symétrie par rapport au plan de suture, **FrS** : Surface du fruit, , **FrNf** : Forme du noyau, **FrCs** : **Couleur de la pigmentation anthocyanique du fruit**, **FrFl** :**Forme latérale du fruit** , **FrP** : **Pilosité du fruit**.

La première population (valeurs positives de l'axe 1) de l'ACP est définie par de gros fruits, de grandes dimensions de fruits, des fruits épais avec des formes (FrFl, FrFv) de type arrondi ou allongé, des fruits colorés. Cette population est représentée essentiellement par les variétés, avec un pétiole épais en général et un limbe de forme et de taille variables (**Fig 25**)

La seconde population (valeurs négatives) est caractérisée par une faible variabilité pour le caractère poids du fruit puisqu'ils sont généralement de poids moyen et des variations de forme plus importantes allant de fruits arrondis à des fruits plus ou moins allongés avec une pigmentation anthocyanique moins prononcée. Cette population est représentée essentiellement par les semis (**Fig 25**).

L'axe 1 sépare bien les gros fruits des petits fruits, des fruits à pigmentation anthocyanique faible l'axe 2 sépare les fruits dont la couleur de la chair et de fond varie du blanc à l'orangé, et de séparer les feuilles grandes et larges (vers le haut), des feuilles petites et allongées (vers le bas)

Les accessions Rosé de Menaa et Rosé de corail sont isolées des populations préalablement décrites. Elles diffèrent notamment par les caractères forme du fruit et époque de maturité et présentent des dimensions de feuilles très petites (**supplément 2**).

En conclusion, l'AFC a montré que la variabilité est surtout liée aux variables concernant les différentes dimension des fruits (FrP, FrNp, FrH/FrE) et des feuilles (LL, Lpep), la couleur de la chair (FrCc), la pigmentation anthocyanique de la peau (FrCs), l'adhérence de la chair au noyau (FrNad) et l'amertume de l'amande (FrNam). Ces variables se sont révélées discriminantes dans l'évaluation de la variabilité morphologique. La variable poids des fruits (FrP) est celle qui parait la plus discriminante (**Fig. 24**).

²L'ensemble des résultats montre que les variables quantitatives sont indépendantes des qualitatives, ce qui signifie que les deux groupes de variables portent des informations différentes et complémentaires. On conclut que les variables qualitatives contribuent fortement dans la structuration de la variabilité du matériel du semi aride Algérien. Les variables sélectionnées sont assez explicatives pour différencier entre les deux types de matériel.

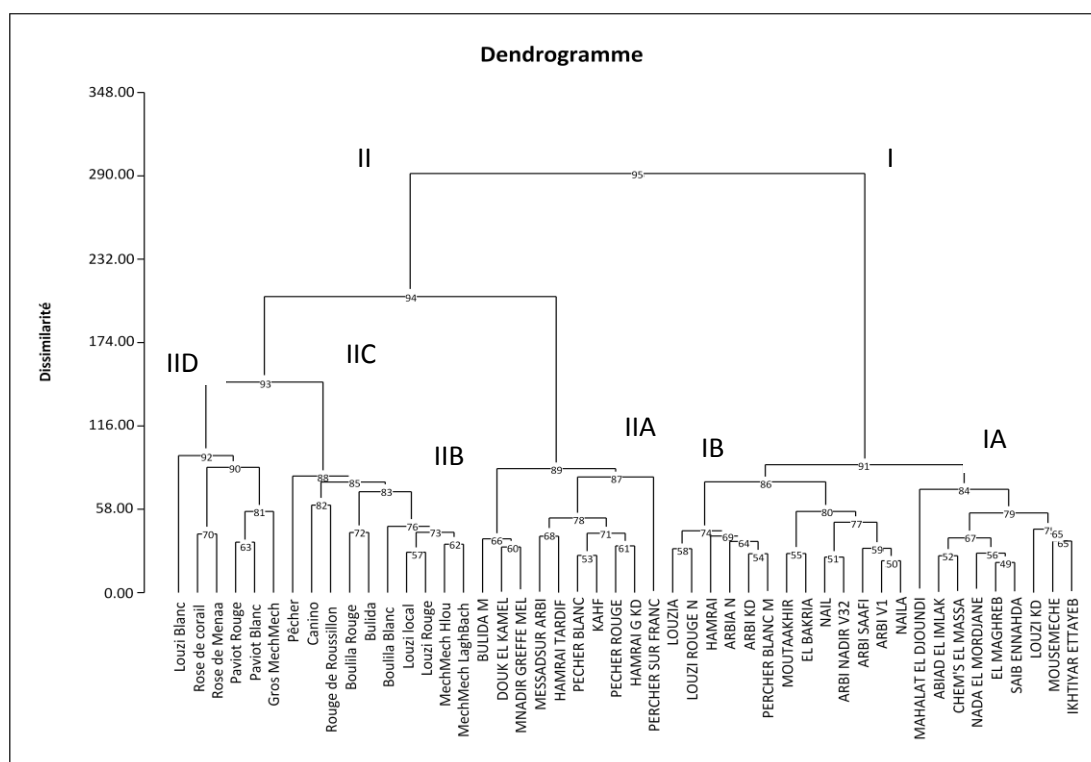


Figure 26 : Regroupement hiérarchique des accessions d’abricots basé sur 53 variables et construit selon la méthode Ward’s avec les distances euclidiennes - identification des paramètres expliquant les différents groupes mis en évidence.

III.1.3.2. Formation des groupes

Des regroupements hiérarchiques (sous forme de dendrogramme Ward’s) (**Fig 26**) ont été réalisés sur la base des distances euclidiennes en impliquant les 44 variables sélectionnées pour les années 2005 et 2006. Le dendrogramme montre une structure en deux grands groupes (Groupes I et II). Le groupe I comporte 22 accessions (4 variétés et 18 semis) et le groupe II comporte 26 accessions à 0,8 de dissimilarité (20 variétés, 6 semis). Le groupe I caractérise les types variétés à fruits moyennement gros, voir petits, plutôt arrondis . Le groupe II présente des types à gros fruits à gros noyau (**Fig 36**). Au niveau de dissimilarité 1, 6 sous-groupes sont définis : Le groupe I se divise en 2. Les sous-groupes : **IA** comportant 9 accessions (1variétés, 8 semis), et **IB** comportant 13 accessions (3variétés, 10 semis). Le groupe II se divise en 4 sous-groupes : les sous-groupes **IIA** composé de 7 accessions (6 variétés et 1 semis), et **IIB** composé 3 accessions (2 variétés, 1 semis), **IIC** constitué de 10 accessions (8 greffés et 2 semis) et **IID** constitué de 6 accessions (5 variétés et 1 semis) Les caractères des feuilles varient au sein d’un même groupe mais contribuent à la différenciation des sous-groupes. Les caractères amertume de l’amande et adhérence de la chair du fruit au noyau participent aussi à cette séparation.

Le sous-groupe **IIA** se distingue par des fruits plus larges que hauts et à chair blanche.

Le groupe I est pratiquement constitué de semis provenant de messaad par contre, le groupe II est quand à lui constitué de variétés provenant de N’gaous pour les sous groupes **IIC** et **IID**. Le sous-groupes **IA** est constitué uniquement de semis provenant de messaad, le sous groupe **IID** est constitué de variétés greffées sur du mech mech et provenant de Ngaous. Le sous groupe **IB** contient des mélanges de variétés et de semis qui présentent des caractères morphologiques

similaires aux semis. Ces accessions sont locales MAS pour les agriculteurs, elles deviennent du matériel greffé. Il n'en est rien.

La répartition selon les groupes semble fortement liée aux caractères étudiés. Les plus discriminants semblent être le poids du fruit et du noyau, la forme du fruit, l'épaisseur du pétiole. Les sous-groupes se différencient ensuite selon les caractéristiques des feuilles (taille et forme) et du pétiole (longueur et épaisseur) et les variables liées à la couleur de la chair et de la pigmentation de la peau

Nous avons pu identifier un ensemble d'accessions de variétés intermédiaires qui ressemblent aux semis et des semis proches des variétés. Cet ensemble d'individus fait la transition entre le matériel greffé et celui issu de semis

Les fruits de semis ont des goûts diversifiés et ne sont pas acides sauf pour les plus vieilles variétés comme arbi nadir ou arbi Saafi provenant de Messaad.

Les accessions se séparent donc en deux groupes, ce qui démontre l'existence de deux types de fruits au sein du matériel étudié.

. Il existe donc des gros et les petits fruits, les fruits aussi haut qu'épais et les fruits allongés, les fruits colorés de ceux non colorés, ceux à chair claire et ceux à chair plutôt orange, ainsi que ceux qui ont des amandes amères et ceux qui ont des amandes douces. Différentes formes de feuilles se sont révélées ; celles allongées, larges, grandes, petites, à pétiole long ou court, fin ou épais. Les caractères du fruit et des feuilles contribuent à l'identification de groupes de matériel végétal étudié.

La répartition des individus au sein du dendrogramme montre que les accessions des deux régions d'étude se sont regroupées.

On sépare bien les groupes du Messaad de ceux de N'gaous. Ceci est attribué au fait qu'ils présentent des caractères morphologiques différents.

Nous avons remarqué aussi que la meilleure discrimination de groupes est observée avec les 44 variables quantitatives et qualitatives.

III.1.4. Conclusion

Les résultats nous ont permis de distinguer les accessions étudiées par un examen de chacun des critères et des combinaisons de tous les critères observés, de mettre en évidence un sous-ensemble de caractères morphologiques hautement discriminants, représentatifs et informatifs, et d'identifier des regroupements liés aux origines géographiques du matériel étudié.

L'ensemble des variables morphologiques étudiées a permis de distinguer les 48 accessions d'abricotier, ce qui révèle une importante variabilité morphologique du matériel abricotier étudié. Cette variabilité se structure en deux grands groupes permettant ainsi de différencier deux types distincts de matériel. Le premier type montre de gros fruits, aussi hauts qu'épais, de forme arrondie, à forte pigmentation anthocyanique de la peau, à chair épaisse. Ce type de fruits représente la plupart des accessions greffées. Le second type montre des fruits moyens à petits, à peau non colorée, à chair moyenne à fine, de forme ronde à trapézoïdale, et plus hauts qu'épais, ce type correspond aux accessions provenant de semis.

Les résultats ont permis de montrer que les variables relatives aux dimensions du fruit sont les plus discriminantes dans la structure de la diversité mais que les dimensions des feuilles contribuent eux aussi à la différenciation des sous-groupes au sein des deux groupes majeurs. En effet, les variables les plus discriminantes sont le poids du fruit et du noyau, la largeur, la hauteur et l'épaisseur du

fruit (FrP, FrNp, FrI, FrE, FrH/FrE) l'épaisseur du pétiole (Lpep), la hauteur du fruit (FrH) et le rapport de la largeur du fruit par l'épaisseur du fruit (FrI/FrE).

Les variables qualitatives jouent aussi un rôle non négligeable dans la structure de la diversité. En effet, 10 variables contribuent fortement à la différenciation des sous-groupes, il s'agit de l'extension de la pigmentation anthocyanique du fruit (FrCse), de la couleur de la chair (FrCc), de la pigmentation anthocyanique de la face inférieure du pétiole (Lpig), de la forme du fruit en vue ventrale (FrFv), de la forme du fruit en vue latérale (FrFl), de la forme de la base du limbe (Lfb) et de l'angle au sommet du limbe (Lfs),

Les groupes sont d'abord discriminés sur la base des variables relatives aux dimensions, à la forme et au poids des fruits. Ces groupes sont ensuite subdivisés relativement aux caractères des feuilles (forme et dimension) et aux colorations de la chair et de la peau, permettant de définir un premier type à petits fruits plus haut qu'épais, à la peau non colorée, à chair jaune à orange clair et à amande amère où on peut différencier des sous-groupes à petites et à grandes feuilles plus ou moins allongées, et un second type à fruits relativement gros, où on différencie des sous-groupes à tendance arrondie d'autres allongés, des sous-groupes à peau bien colorée ou non colorée, où on distingue des sous-groupes à chair blanche, jaune ou orange, et des sous-groupes à amande douce ou amère (**Fig 27 à 30**)

On y différencie aussi des sous-groupes liés à des feuilles aussi longues que larges, plus larges que longues mais de grande taille (**Fig 31 à 34**)



Fig 27: Cavité pédonculaire profonde et symétrie de la suture du fruit creuse



Fig 28 : FrVF : forme ventrale du fruit : ronde



Fig 29 : Fruit présentant un noyau non Adhérent à chair, de forme élliptique. Fruit à chair épaisse



Fig 30 : Forme ventrale (Frfv) du fruit avec la suture asymétrique(FrS), fruit de forme ovale avec une peau sans pigmentation anthocyanique



Fig 31 : fruit de forme ronde présentant un pédoncule long et une couleur de la Peau jaune avec une légère pigmentation



Fig 32 : Fruit rond , sans impression de Lavis . Feuille plus longue que large avec pétiole court présentant une légère pigmentation anthocyanique



Fig 33 : Fruit oval avec légère impression de Lavis. Feuille aussi longue que large présentant un pétiole moyen avec pigmentation anthocyanique foncée. Noyau oboval.



Fig 34 : Fruit plus haut que large, à chair blanche. Grande feuille aussi longue que large avec un pétiole long. Présence de nectaires. Suture assymétrique Chair molle. Noyau oboval.

Figures 27,28, 29, 30, 31, 32,33: Illustration de la variabilité morphologique observée au niveau des formes et de la taille des fruits (FrH : hauteur du fruit, FrE : épaisseur du fruit, FrL : largeur du fruit, FVF : forme en vue de face, FVP : forme en vue de profil).

Figures 31,32, 33, 34 : Illustration de la variabilité morphologique observée au niveau des formes et de la taille des limbes (Llong : longueur du limbe, Llarg : largeur du limbe, FBF : forme de la base de la feuille, FPF : forme de la pointe de la feuille).

III.2. Caractéristiques morphologiques générales des accessions issues de semis. Carte d'identité de chaque accession(Supplément)

Les fruits les moins acides appartiennent aux clones 2, 4, 6, 7, 8, 28, 36 et 48.

Avec les tests de Newman et Keuls, les groupes qui se sont formés nous montrent une grande diversité Algérienne d'abricotiers. Les valeurs moyennes des variables mesurées (dimensions, forme et poids des fruits) ont, ensuite été comparées aux dimensions de variétés de référence (**Annexe 10**).

En nous référant à la variabilité connue de l'espèce, nous avons comparé les fruits Algériens aux types de fruits définis par de gros calibres, de fruits à chair orangé foncé et qui ont des formes allongées avec des colorations diverses. Ces variétés références concernent les variétés Goldrich, Bergeron, Stark Early Orange, et Orangered. Ce type de fruit n'est pas représenté dans la diversité Algérienne étudiée, aucune variété n'a des caractères similaires à ceux de ces types de fruits. Un second type représenté par les variétés 'Polonais' et 'Luiset', est défini par des fruits de calibre moyen et de forme trapézoïdale. Les variétés Algériennes Messaad sur arbi ou Hamrai tardif peuvent être considérées dans ce type de fruits sachant qu'elles représentent les plus gros calibres dans le matériel étudié. Un troisième type représenté par des fruits plutôt arrondis, de calibre moyens à gros relativement aux variétés référence type Canino, certaines variétés Algériennes correspondent à ce type de fruits comme la variété Louzi,

Dans la même logique, nous avons défini des groupes de variétés à grandes feuilles, à plus larges que longue ou bien des petites feuilles qui sont soit arrondies, soit allongées.

Nous avons remarqué que les variétés provenant de la diversité est représentée essentiellement par des semis.

III.3. Évaluation de la variabilité dans les deux régions d'étude

Nous pouvons que la répartition du matériel selon deux zones permet de voir que les accessions des deux régions sont hétérogènes et présentent plusieurs types de fruits. C'est le cas de la région de messaad où on trouve aussi bien des fruits ronds , que des fruits moyens ainsi que des petits fruits. Dans la région de N'gaous, ce sont surtout des fruits de forme ovale que l'on trouve avec des poids moyens à grands. Certaines accessions d'abricotiers se retrouvent dans les deux régions. C'est le cas de tous les « louzi » ou des « pêchers » qui se retrouvent dans tous les sites de chaque région. Ceci nous montre que ces zones ont connu une introduction des différents types de matériel cultivé introduit à partir d'autres pays limitrophes à l'Algérie.

On arrive à distinguer clairement un type spécifique des régions de N'gaous et un type spécifique de la région de Messaad qui présente surtout des fruits issus de semis.

Certaines accessions présentent des aires de culture et d'adaptation très étendues. C'est le cas des accessions qui s'adaptent aux deux régions d'étude, particulièrement les variétés louzi et pêcher. Celles-ci présentent des différences dans les caractéristiques mais présentent les mêmes dénominations. Ce comportement peut être attribué aux adaptations écologiques des deux milieux. On peut supposer que certains caractères morphologiques seraient spécifiques à une région déterminée comme c'est le cas de la maturité précoce de ces variétés dans la région de Messaad alors que leur maturité est plutôt de saison dans la région de Ngaous.

III.4. Perte de la diversité dans les deux régions d'étude

On constate une érosion génétique de la variabilité locale surtout à N'gaous, au profit d'un nombre limité de cultivars largement plantés.

Cette perte de la diversité locale est attribuée surtout au dépérissement des vergers d'abricotier et leur remplacement par des variétés introduites qui présentent un bon calibre et qui, par conséquent, se vendent bien. L'exode rural a aussi contribué à l'érosion génétique ainsi que les conditions de vie difficiles qui ont contraint les agriculteurs à abandonner leurs vergers.

Chapitre 4 : Diversité génétique de l'abricotier à l'échelle des zones semi arides Algériennes

Les résultats de l'analyse morphologique nous ont montré une grande variabilité au sein du matériel du semi aride Algérien. Nous allons les confronter aux résultats des analyses moléculaires. Pour cela, nous avons choisi d'utiliser les marqueurs microsatellites à cause de leur niveau de polymorphisme élevé chez l'abricotier.

48 accessions ont servi pour l'analyse de la diversité génétique de l'abricotier dans les zones semi arides algériennes 16 accessions proviennent de N'gaous et 32 accessions proviennent de Messaad. Le protocole expérimental de Vos *et al.* (1995)(**Annexe 2**) a été suivi.

I. Recherche de la diversité génétique chez l'abricotier à l'aide des marqueurs microsatellites

Les 48 accessions Algériennes issues de 6 sites couvrant 2 régions et représentatives des variétés des zones semi arides Algériennes ont été analysées par les marqueurs microsatellites. Ces derniers vont permettre de rechercher les génotypes des accessions et de résoudre les problèmes d'homonymie et de synonymie.

I.1 Marqueurs microsatellites utilisés structure la diversité génétique

Sur 29 amorces SSR isolées sur des espèces de prunus testées, 25 ont été retenues. Il s'agit d'amorces SSR issus d'amandier et de prunier japonais (Mnejja *et al.* 2004, 2005). Elles sont toutes polymorphes et se sont montrées hautement transférable entre espèces apparentées (**Fig 35**).

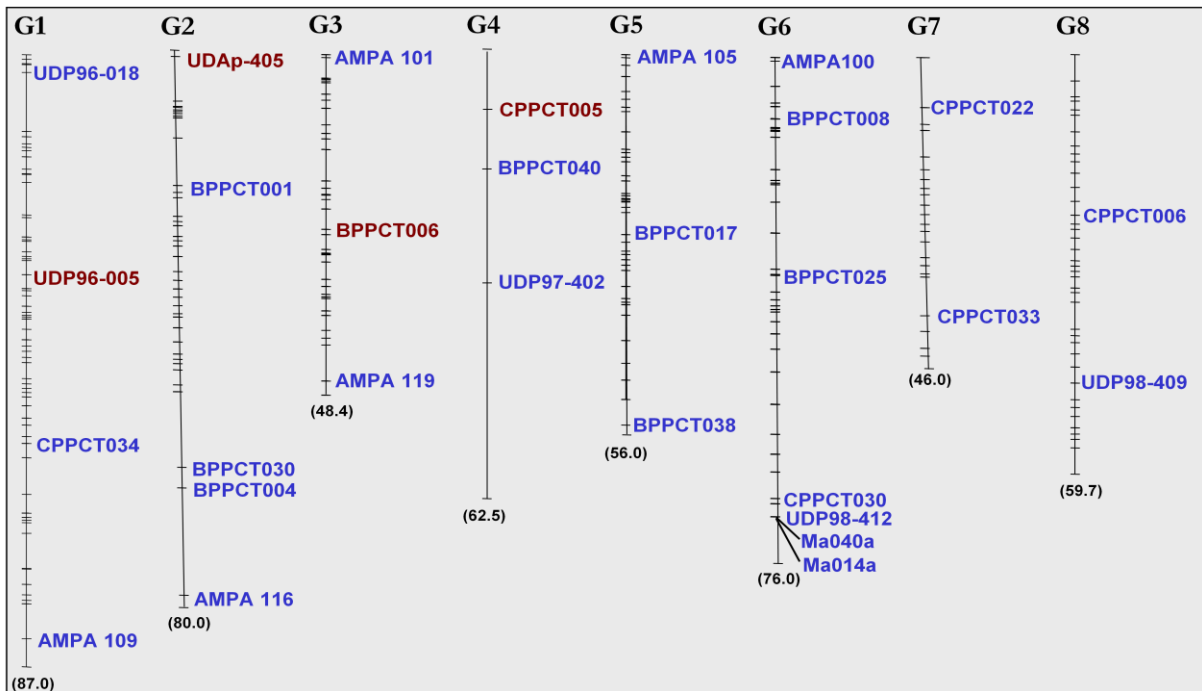


Fig 35 : Position des marqueurs microsatellites sur le génome. 29 amorces microsatellites testées et 25 choisies. Les amorces éliminées sont représentées en rouge.

I.2. Analyse de la diversité génétique par les marqueurs microsatellites

Les résultats dénombrent un total de 207 génotypes révélés avec une moyenne de 8 génotypes par amorce. Un maximum de 19 génotypes est détecté pour l'amorce UDP98-409 sur l'ensemble des 48 variétés. Les profils polymorphes homozygotes et hétérozygotes révélés correspondent à un total de 137 allèles et présentent une moyenne de 5 allèles par locus avec un maximum de 10 allèles par locus pour les amorces UDP98-409 et CPPCT022 et un minimum de 1 allèles par locus pour les amorces UDP96-01 et Ma014a. Aucun allèle nul n'a été détecté pour nos accessions (**Tab 16**).

I.2.1. Recherche de l'hétérozygotie

Une hétérozygotie élevée a été révélée au sein des populations des zones semi arides Algériennes. Ceci s'explique par les valeurs de H_o qui varient de 0,13 pour AMPA109 à 0,85 pour UDP98-412 avec une moyenne de 0,85. L'hétérozygotie espérée H_e varie de 0,18 pour AMPA109 à 0,81 pour AMPA116 (**Tab 16**).

En considérant chaque région, les hétérozygoties moyennes observées et attendues sont presque équivalentes, ce qui témoigne d'une importante diversité génétique de l'abricotier au sein de toutes les variétés.

Tableau 16 : Nombre d'allèles (A), Nombre de génotypes (G), Hétérozygotie observée (Ho) et effective(He), « polymorphic information content » (PIC) et pouvoir de discrimination (PD) identifiés pour les 47 variétés d'abricotiers des zones semi arides Algériennes

Locus	A	G	Ho	He	PIC	PD
CPPCT006	8	13	0.426	0.358	0.330	0.58
CPPCT033	6	7	0.667	0.494	0.378	0.49
CPPCT034	5	5	0.611	0.617	0.563	0.79
AMPA100	6	9	0.833	0.734	0.692	0.83
AMPA116	9	13	0.815	0.814	0.799	0.92
BPPCT004	7	12	0.500	0.544	0.440	0.71
AMPA101	5	7	0.648	0.563	0.477	0.65
BPPCT040	3	4	0.566	0.577	0.491	0.69
UDP96-01	1	1	0.500	0.557	0.464	0.77
AMPA105	6	13	0.130	0.506	0.410	0.90
BPPCT001	2	3	0.415	0.334	0.394	0.63
UDP98-409	10	19	0.426	0.522	0.465	0.69
CPPCT022	10	11	0.389	0.331	0.305	0.55
Ma040a	8	12	0.518	0.580	0.490	0.75
AMPA109	4	5	0.130	0.183	0.178	0.29
CPPCT030	7	12	0.463	0.514	0.408	0.67
BPPCT008	7	11	0.278	0.290	0.248	0.24
BPPCT017	2	3	0.556	0.434	0.389	0.63
BPPCT025	5	6	0.296	0.259	0.237	0.44
BPPCT030	4	9	0.294	0.405	0.361	0.58
BPPCT038	6	9	0.611	0.676	0.615	0.84
UDP98-412	6	11	0.852	0.776	0.765	0.91
AMPA119	2	3	0.704	0.501	0.407	0.51
Ma014a	1	2	0.489	0.489	0.512	0.68
UDP97-402	7	7	0.278	0.479	0.478	0.93
Total	137	207				
Moyenne	5	8	0.850	0.782	0.459	0.68

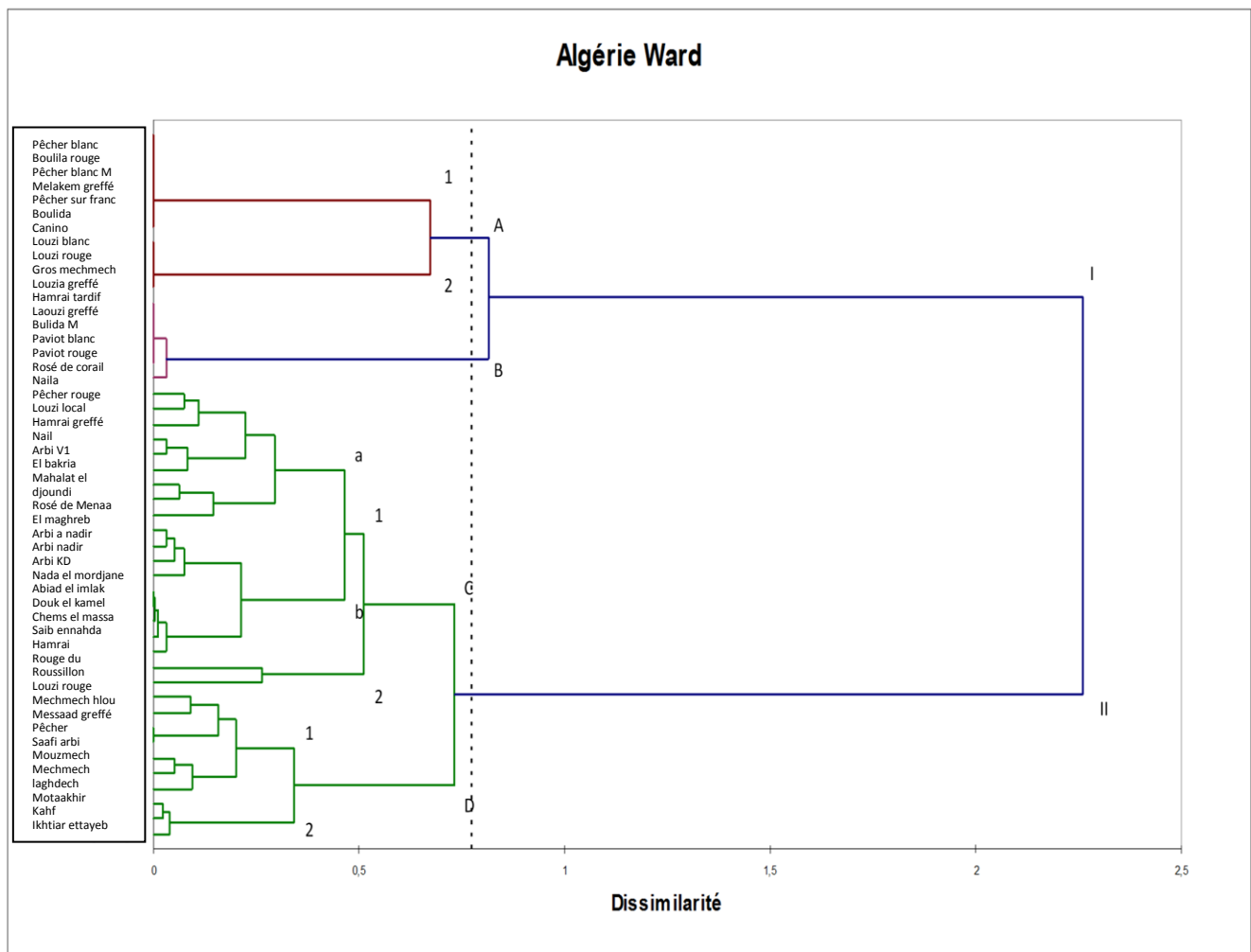


Figure 36 : Dendrogramme regroupant les accessions Algériennes d’abricotiers sur la base des distances de Nei (1972) avec les résultats moléculaires en utilisant les marqueurs SSR.

I.2.2. Regroupements hiérarchiques

Les différentes branches du dendrogramme réalisé avec la méthode Neighbor Joining sur la base des distances de Nei (1972) et des 48 variétés du semi aride Algérien présente une structure en deux groupes majeurs I et II (**Figure 36**). Le groupe I rassemble 17 variétés et est subdivisé en trois sous-groupes **IA1, IA2 et IB** mettant en relief la différenciation de 3 types de matériel distincts. Le second groupe renferme 30 variétés et se subdivise en cinq sous-groupes (**IIC1a, IIC1b, IIC2, IID1 et IID2**) à 0.35 de dissimilarité.

Il est important de noter que les accessions du groupe I représentent pour la plupart, les variétés greffées concernant la région de N’gaous. Elles sont dans un même sous ensemble et semblent dériver d’une même base génétique.

Il existe aussi des variétés qui montrent des ressemblances. Elles sont regroupées au niveau du dendrogramme et sont représentées par les variétés pêcheur blanc, bouilila rouge, pêcheur blanc Messaad, melakem, pêcheur sur franc, bulida ou encore canino. Une importante similarité est également notée entre louzi blanc, louzi rouge louzi greffé et mech mech hlou. Les variétés Hamrai tardif, laouzi greffé, bulida Messaad, paviot blanc, paviot rouge et rosé de corail. Il est important aussi de noter que la plupart des variétés de Messaad sont regroupées dans le groupe II.

La comparaison des sous-groupes issus du dendrogramme et des régions géographiques nous montrent que le groupe **II** a tendance à regrouper la plupart des variétés de Messaad tandis que les sous groupes **I A2** et **IA1 regroupent** les variétés de Ngaous.

Les résultats des analyses de la diversité génétique dans les zones semi arides Algériennes par les marqueurs SSR, montrent que le matériel du groupe **I** représente les accessions dont la chair est de couleur jaune à orange. Par contre, dans le groupe **II** on retrouve la plupart des variétés à chair blanche.

L'ensemble des résultats obtenus montre aussi l'existence de deux origines génétiques du matériel abricotier dans chacune des deux régions. La répartition géographique, quand à elle, ne semble pas indépendante des régions.

I.2.3. Analyse de la diversité relativement aux régions

L'analyse de la diversité génétique des deux régions d'étude prises séparément, montre que les variétés de Messaad possèdent le plus grand nombre d'allèles et de génotypes avec une moyenne de 6 allèles et 8 génotypes par locus (**Tab 16**). Les variétés de Ngaous présentent quant à elles, en moyenne 5 allèles et 7 génotypes. Il faut rappeler que le plus grand nombre d'allèles exprime un taux de polymorphisme plus élevé. On pourrait donc avancer que les deux régions d'étude renferment une importante diversité.

Ces résultats montrent l'existence d'une diversité au sein des régions plus importante à Messaad qu'à Ngaous comme elle montre la présence de types de matériel spécifiques aux deux régions.

II.2.4. Résolution des cas d'homonymie et de synonymie

Tableau 13 : Identification des cas de synonymies et d'homonymies dans le matériel étudié

IA1	IA2	IB	IIC1a	IIC1b	IIC2	IID1	IID2
pêcher blanc Bouli Rouge Pêcher blanc Melakem greffé Pêcher sur franc Boulida Canino	Louzi blanc Louzi rouge Gros mechmech Louzi greffé	Hamrai tardif Laouzi greffé Bulida M Paviot blanc Paviot rouge Rosé de Corail	Naila Pêcher rouge Louzi local Hamrai greffé Nail Arbi V1 El Bakria Mahalat el djoundi Rosé de Ménaa	El Maghreb Arbia Nadir Arbi Nadir Arbi Kd Nada el mordjane A byadh el imlak dhouk el Kamel Chems el Massa Saib ennahda	Hamrai Rouge du Roussillon	Louzi rouge Mechmech hlou Messaad greffé Pêcher Saifi arbi Mouzemeche Mechmech Laghabach	MoutaaKhir El-Kahf Ikhtiyar Ettayeb
7 acc. Identiques	4 acc. Identiques	6 acc. identiques	9 acc. différentes	9 acc. différentes	2 acc. différentes	7 acc. différentes	3 acc. différentes
Canino	Polonais	Luizet					

7 acc. Identiques	4 acc. Identiques	6 acc. identiques	9 acc. différentes	9 acc. différentes	2 acc. différentes	7 acc. différentes	3 acc. différentes
Canino	Polonais	Luizet					

I.3. Homonymies et Synonymies

Après avoir analysé les données précédentes, nous remarquons des cas d'homonymie (sous la même appellation cohabitent des types variétaux différents) et des cas de synonymie (sous des appellations différentes se retrouvent les mêmes types variétaux). Ces confusions de nomenclature sont dues sûrement aux échanges de matériel végétal entre les deux zones du semi aride Algérien. Elles ont pu être élucidées grâce à la structuration de la diversité génétique existante (**Tableaux 13**) Ceci est le cas de confusions entre toutes les accessions pêcher ou encore louzi.

En effet, des accessions de pêcher ou de Louzi sont considérées comme étant différentes d'une région à une autre.

Il y a aussi confusion de nomenclature entre les accessions louzi rouge ou louzi blanc qui résulte de la signification de leurs appellations qui veut dire le fruit possédant une amande douce et ce sont bien les variétés possédant une amande douce dans les deux régions. C'est aussi le cas de l'accession pêcher qui présente un fruit dont le goût ressemble à celui de la pêche.

Nous avons donc confronté les 48 accessions des deux zones semi arides Algériennes avec des variétés références que l'on connaît bien (**Annexe 10**). On a atteint une structure phytogéographique de ces accessions. Nous avons ensuite comparé les groupes du dendrogramme Ward's (**Fig 36**). Après un regard jeté sur la variabilité, on constate que :

-Sur le groupe I, on ne remarque pas de variabilité intra groupe. Derrière chacune des manches, c'est plat

-Sur le groupe II, toutes les variétés diffèrent et elles diffèrent de la variabilité au sein de chacun des groupes. C'est un indicateur. Ceci est visible du fait qu'il y a plusieurs accessions dans chacun des groupes.

On constate que le groupe I est constitué de variétés greffées, par contre le groupe II est constitué de variétés issues de semi. Cette variabilité résume des événements de recombinaison. On compare donc Moléculairement les types greffés avec les variétés références. En effet, Le groupe **IA1** correspond à la variété référence Canino, le groupe **IA2** à la variété référence Polonais et le groupe **IB** correspond à la variété référence Luiset. Pour cette dernière, C'est une variété qui a été vraisemblablement hybridée avec des variétés locales puisqu'on trouve de la variabilité avec une base de Luiset qui est une variété qui vient d'Europe du Nord donc elle a été importée.

Toutes les variétés qui font référence à Bulida n'existent pas étant donné que Bulida est une variété espagnole qui n'a pas encore été introduite en Algérie. Au final, toutes les variétés du groupe I sont du Canino ou des variétés dérivées du Canino ou proches de Canino pour qu'elles n'en soient pas distinctes avec le gène utilisé. Canino aurait pu partir d'Espagne, d'Italie ou de France. C'est une variété que l'on retrouve aussi au Maroc et en Tunisie.

Polonais est une variété que l'on retrouve au sud de la France mais pas en Espagne donc c'est une variété qui a dû être importée soit de France directement, soit qu'elle a été introduite des pays limitrophes à savoir le Maroc ou la Tunisie.

La présence et le maintien dans les zones semi arides du clone Luiset est étonnante d'autant plus que cette variété est particulièrement très exigeante en froid. Cette résistance est peut être due au

fait que l'accumulation en froid de Luiset soit satisfaite étant donné que les hivers dans les zones semi arides sont très froids.

Une importante confusion est notée au niveau des accessions de la variété louzi puisqu'elles sont très hétérogènes et éparpillées sur les sous-groupes IA2, IIC1a et IID1, Pourtant, c'est une vieille variété traditionnelle très connue principalement dans la région de N'gaous mais aussi cultivée à Messaad. Pour conclure, on constate que :

Les accessions Pêcher blanc, Boulila Rouge, Pêcher blanc, Melakem greffé, Pêcher sur franc et Boulida sont du Canino

Les accessions Louzi blanc, Louzi rouge, Gros mechmech et Louzi greffé Sont du polonais (**Tab 13**)

Les accessions Hamrai tardif, Laouzi greffé, Bulida M, Paviot blanc, Paviot rouge et Rosé de Corail sont du Luizet (**Tab 13**)

II. Discussion

Les marqueurs microsatellites se sont avérés hautement polymorphes et révèlent une grande diversité génétique au sein du matériel analysé. Les accessions représentant la diversité d'abricotiers dans les zones semi arides algériennes sont réparties dans les deux régions de culture. Les 25 amorces choisies ont permis de différencier toutes les accessions. Ces résultats reflètent l'existence d'une diversité assez importante.

Les analyses montrent aussi une certaine indépendance entre les profils moléculaires et la caractérisation morphologique d'un même matériel de même qu'ils ont montré une structure de la diversité génétique des abricotiers du semi aride Algérien en deux groupes distincts. En outre, nous avons remarqué l'existence d'une importante variabilité au niveau des accessions de semis. Ceci s'explique probablement par les phénomènes de recombinaisons qui découlent de la propagation par semis. Un mélange variétal important a été relevé au sein des différents vrergers., ce qui favorise aussi la variabilité intra-variétale. Ceci est valable aussi bien pour des accessions issues d'un même site que pour celles appartenant à des sites différents.

Dans notre étude, nous avons rencontré les mêmes types de matériel dans différents sites de chaque région en particulier dans la région de Messaad. Ceci s'explique par la large répartition de ce type de matériel par son adaptation aux deux régions de culture. On pourrait expliquer cela par les échanges de matériel entre ces deux régions du semi aride.

Les marqueurs microsatellites permettent donc l'obtention d'une structuration, une identification pertinente et apportent des informations complémentaires à celles du marqueur morphologique.

Les marqueurs microsatellites ont permis Une identification claire de 47 accessions d'abricotier avec une empreinte génétique spécifique à chaque variété comme ils ont permis de confirmer la distinction entre les variétés observée avec les caractères morphologiques. Ils ont permis également de valider les cas de confusions de nomenclature observés et d'élucider plusieurs cas d'homonymies observées sur la base des marqueurs microsatellites les plus polymorphes (pour les accessions de pêcher, les accessions de louzi et les accessions de paviot)

L'efficacité des SSR dans l'identification des cultivars et leur transférabilité ont permis de mettre en évidence un haut niveau de synténie lors de la comparaison des cartes génétiques ainsi que la colinéarité des génomes dans différents *Prunus* reflétant une grande ressemblance entre espèces apparentées de ce genre (Aranzana *et al.* 2003c, Dirlewanger *et al.* 2004, Howard *et al.* 2005, Arús *et al.* 2006). Un niveau de synténie élargie à la famille des *Rosacées* a également été observé, Par ailleurs, les échanges du matériel abricotier entre les deux régions d'étude nous montrent une importante variabilité au sein des variétés locales divisée en deux bases génétiques distinctes dans chacune des régions

.Elles sont représentées par les groupes I et II du dendrogramme (**Figure 36**). Ce dernier montre une structuration évidente des génotypes selon les régions au sein du groupe I. Le sous groupe IB représente une région d'échange de matériel entre Messaad et N'gaous qui a favorisé un brassage génétique entre les variétés du, certainement, à l'auto incompatibilité des variétés locales.

Les marqueurs SSR qui sont co-dominants se sont avérés hautement polymorphes et efficaces dans l'analyse des accessions représentatives de la diversité de l'abricotier dans les zones semi arides, ce qui fait d'eux des outils hautement recommandés dans l'analyse de la diversité génétique des populations peu connues en Algérie.

Chez l'abricotier des zones semi arides, il a été possible de lier les groupements structurant la diversité aux régions géographiques d'origine du matériel étudié.

III. Résolution de confusion de nomenclature

Sur la base des profils SSR, il a été possible de résoudre 16 cas de confusion de nomenclature.

On note que les informations révélées à travers les marqueurs SSR et les données morphologiques sont complémentaires et c'est pour cette raison qu'il est indispensable d'utiliser aussi bien la caractérisation morphologique que moléculaire pour les travaux d'identification variétale pour valider les groupements observés par les deux types d'outils et ainsi confirmer les cas de confusion de nomenclature.

IV. Relation entre les caractérisations morphologiques et les marqueurs microsatellites

La caractérisation des abricotiers des zones semi arides en Algérie avec les deux types d'outils (morphologiques et moléculaires) aboutit à la formation de groupes et à la détermination de types morphologiques aux profils moléculaires spécifiques. A titre d'exemple, le groupe d'accessions des variétés Pêcher blanc, boullila rouge, boullila blanc caractérisé par des fruits gros, aussi hauts qu'épais et plus larges que hauts, d'aspect rond, à chair blanche, à noyau rond et à amande amère, est cohérent et très proche des types espagnols à chair blanche avec les SSR.

Un second groupe concerne les types qui se caractérisent par des fruits jaunes, précoces, arrondis à cordiformes avec un calibre plus grand et une moindre pigmentation de la peau. Ils appartiennent au groupe **IB** avec les SSR. On remarque aussi que les variétés à amande douce sont souvent regroupées comme tous les Louzi avec les SSR. Un troisième groupe concerne les caractères amande douce et précocité d'une part et les caractères chair blanche et fruit arrondi d'autre part, reflétant ainsi l'existence de marqueurs moléculaires liés à ces caractères morphologiques d'intérêt chez les populations variétales.

Les différentes comparaisons permettent l'élaboration d'un schéma faisant ressortir la même typologie morphologique mais qui distingue moléculairement des types différents

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.

IV. Confrontation de la variabilité de l'abricotier du semi aride Algérien à la variabilité issue du Bassin Méditerranéen

La variabilité génétique au sein des populations Algériennes d'abricotier a été évaluée. Une structuration de la diversité a été élaborée et ainsi divers cas de confusion de nomenclature ont été résolus. Nous avons donc essayé de positionner la diversité de l'abricotier des hauts plateaux Algériens au niveau de celle déjà existante dans le bassin méditerranéen élargie à quelques individus de la diversité d'Asie. Ceci dans le but de rechercher les voies d'introduction de cette

espèce en Algérie et aussi de rechercher le type de matériel auquel s'apparente la diversité des zones semi arides.



Figure 40 : Confrontation à la variabilité internationale principalement issue du Bassin Méditerranéen a la variabilité du magheb

IV.1. Positionnement de la diversité génétique Algérienne d'abricotier dans la variabilité globale incluant le bassin méditerranéen

Après avoir identifié des groupes dans le matériel abricotier des zones semi-arides Algériennes dans les chapitres précédents, 583 variétés provenant des différents centres d'origine et de diversité de l'espèce ont été confrontées. 202 variétés proviennent du Maghreb (80 de Tunisie, 75 variétés du Maroc, 47 variétés d'Algérie) et 381 variétés proviennent des autres pays avec 248 variétés provenant de France, 8 d'Espagne, 60 d'Italie et 65 de Turquie (**Fig 40**). Après des analyses moléculaires entreprises avec 25 marqueurs microsatellites, 583 génotypes se sont révélés et 558 génotypes sont assignés avec un pourcentage d'assignation supérieur à 90%. 25 génotypes restent non assignés (**Tab 23**). Le groupe Maghreb présente 74 génotypes assignés sur les 202 présentés.

Tableau 22 : Définition des groupes de STRUCTURE en tenant compte du nombre de génotypes assignés

Groupes	I	II	III	IV	V	Total
Nombre de génotypes assignés	75	128	143	138	74	558

Des groupes de structure ont été établis avec la méthode méthode Ward's en utilisant les distances de Nei & Li (1972). En tenant compte des génotypes assignés à chaque groupe, on obtient cinq groupes qui structurent la diversité globale étudiée (**Tab 22, Fig 40**):

Groupe I: Turquie/ Iran,

Groupe II: Diversité Adaptative,

Groupe III: Méditerranée,

Groupe IV: Maghreb,

Groupe V: Europe Continentale).

Hagen et al en 2002 ont exprimé la structure de la diversité mondiale en 4 groupes. Le groupe du Maghreb étant inclus dans le groupe méditerranéen.

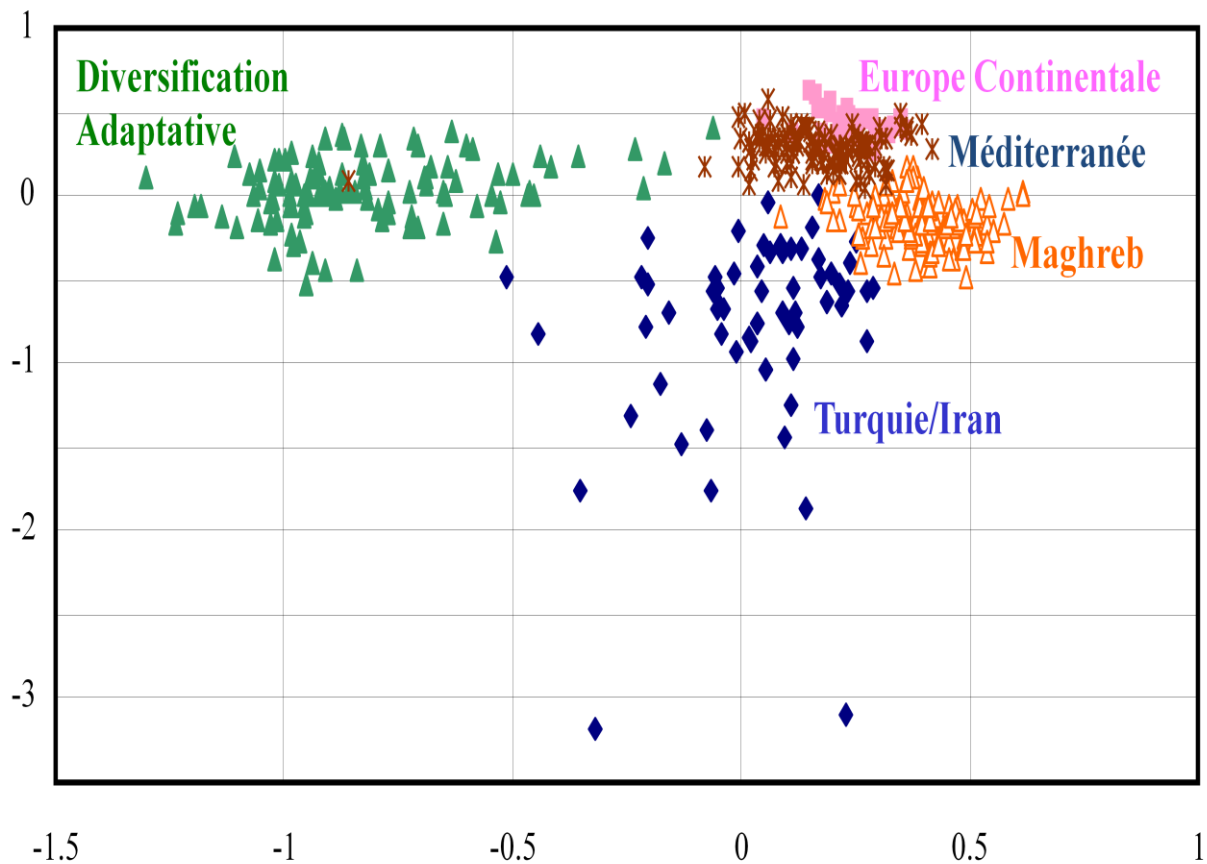


Figure 41 : Structure des groupes prédéfinis

La comparaison de la variabilité intra-groupe montre une variabilité plus importante au sein du matériel provenant du groupe Méditerranée (possédant le plus grand nombre de génotypes assignés avec 143 génotypes). Elle a aussi permis de montrer que le groupe d'Europe Continentale est le moins riche en diversité par rapport à l'ensemble du matériel étudié (74 génotypes) (**Fig 41, tab 21**).

L'ensemble de 48 accessions Algériennes issues des zones semi arides a été positionné par rapport aux 558 accessions représentant la diversité méditerranéenne élargie.

. IV.2. Place des populations algériennes d'abricotiers dans la diversité génétique méditerranéenne

La structure de la diversité à l'échelle méditerranéenne a été établie sur la base de 24 marqueurs en regroupant les 511 individus de la diversité méditerranéenne et les 47 accessions du semi aride algérien. La population Algérienne ne pèse pas lourd (dans la mesure où la taille du matériel abricotier du semi-aride Algérien est faible par rapport au nombre d'individus des autres populations) mais les résultats sont très encourageants dans la mesure où, si on examine la

population Algérienne avec celle du Maghreb, on constate qu'il existe une diversité génétique différente de celle des autres pays principalement celle du Bassin Méditerranéen (Bourguiba, 2006) Les résultats obtenus ont été reportés sur la **figure 42**.

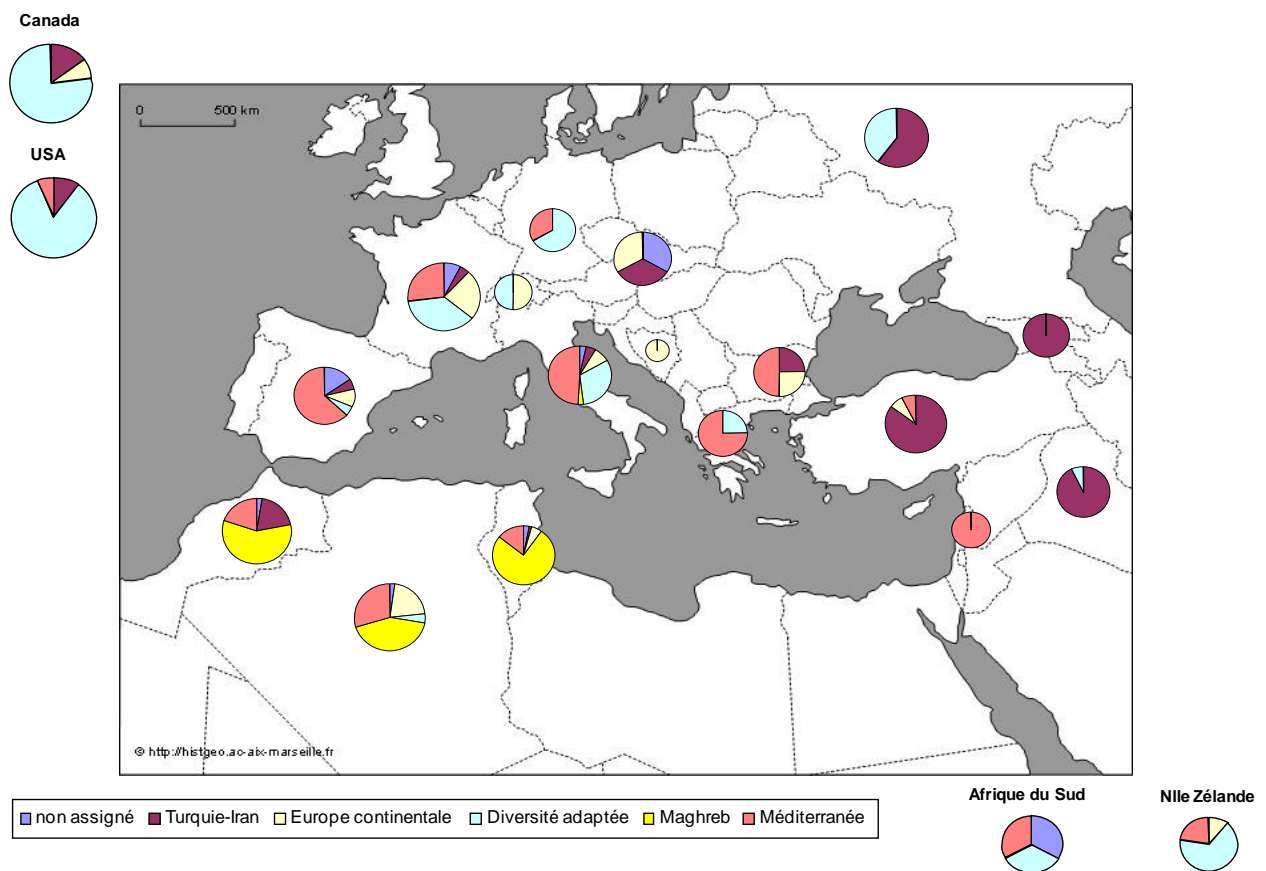


Figure 42: Répartition des groupes selon les pays d'origine

Nous remarquons sur cette figure qu'au Maghreb, il existe des allèles spécifiques (représentés en jaune sur la carte). Nous allons donc pouvoir affecter la plupart des allèles à une zone différente de celle qui présente le plus de variabilité qui est l'Asie centrale.

Si nous faisons l'hypothèse que les variétés d'abricotiers ont fait un déplacement d'est vers l'ouest et que la variabilité génétique a été logiquement érodée, on aura moins de variabilité au bout qu'au début. Dans ce cas, de nouveaux allèles apparaissent. Ceux-ci sont propres aux pays du Maghreb.

Nous avons vraisemblablement une génération par mutation de nouveaux caractères spécifiques de cette population au niveau du Maghreb, ce qui nous fait penser à une diversification secondaire. Si nous comparons notre hypothèse avec celle de Kostina, on s'aperçoit que c'est cohérent. En effet, on remarque qu'il y a eu perte de diversité étant donné qu'il y a eu non seulement des transferts Est-ouest mais aussi Nord-sud (**Fig 42**). Un nouvel élément est à préciser : Quelque chose de particulier s'est passé au Maghreb en liaison avec l'Histoire des oasis et des populations qui sont passées au niveau interne et qui ont ramené avec eux de l'abricotier, ce qui fait du Maghreb l'objet de diversification secondaire.

La population d'abricotiers Algérien s'ancre en un groupe homogène du Maghreb qui se positionne plus près des groupes d'Europe continentale et Méditerranéen que du groupe diversification adaptative. La diversité algérienne semble partager une même base génétique que la diversité des

groupes Méditerranéen et Diversification, ceci est le cas des accessions Tunisiennes (Khadari *et al.* 2006).

V. Conservation des ressources génétique dans les zones semi arides Algériennes

L'ensemble des 35 variétés sélectionnées comme étant représentatives de la diversité locale de l'abricotier dans les zones semi arides en Algérie mérite d'être valorisé en installant une collection nationale destinée à préserver les ressources génétique de l'espèce abricotier dans les zones semi arides pour une gestion efficace de la diversité locale. Il est essentiel de regrouper ces clones dans une collection en représentant l'ensemble de la diversité globale de l'abricotier algérien.

Les résultats montrent que nous sommes en présence de marqueurs moléculaires liés à des caractères morphologiques particuliers, comme c'est le cas de la chair blanche, l'amande douce... il serait intéressant de les exploiter pour aborder une démarche de gènes candidats.

La collection permettrait également de faire le lien avec les aspects de diversification génétique, ainsi, la clé d'identification sera très pratique pour l'identification des variétés, pour assister les prochains travaux d'amélioration variétale et pour protéger les nouvelles obtentions variétales. Pour Wünsch et Hormaza en 2002, la caractérisation phénotypique et l'identification de génotypes induisent des références spécifiques pour l'identification d'un cultivar donné.

Conclusion générale

Le but de cette étude est d'approcher la diversité génétique abricotier en Algérie. Pour cela, un - marqueur morphologique et deux marqueurs moléculaires (AFLP et microsatellites) ont été utilisés suite à un travail de prospection et d'identification qui a permis la caractérisation de 48 accessions par les marqueurs morphologiques. 48 accessions caractérisées (les mêmes que celles caractérisées morphologiquement) par les AFLP et les SSR parmi les 48 prospectées. Tous les trois 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.

Une grande diversité génétique a été mise en évidence liée aux origines géographiques du matériel étudié : en effet, une distinction claire des régions de Ngaous et de Messaad a été observée tant au plan morphologique qu'au plan moléculaire.

Cependant, des échanges de matériel avec le sud de l'Europe et notamment l'Espagne et la France ont été mis en évidence. Les échanges de matériel végétal entre les différents sites des zones semi-arides Algériennes ont contribué à l'enrichissement de la diversité dans chaque région mais ont été à l'origine de certaines confusions de nomenclature qui ont pu être résolues.

Aussi bien les caractères morphologiques que les marqueurs moléculaires se sont avérés hautement pertinents dans la distinction des variétés, l'identification variétale et pour résoudre différents cas d'homonymies et de synonymies.

Les profils moléculaires et en particulier la clé d'identification variétale, sont une référence d'identification et de sélection des variétés dans le semi aride Algérien 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 variété, 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 leur utilisation en tant que géniteurs dans les futurs programmes d'amélioration variétale, 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.

En effet, cette large diversité mise en évidence à l'échelle du semi aride algérien 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.

La majorité de la diversité présente a été représentée à l'échelle du semi aride algérien. Il serait donc intéressant de prospecter dans l'avenir au niveau national car il existe probablement des types d'abricotiers encore inconnus.

Les résultats acquis dans le cadre de cette étude montrent donc l'intérêt d'approfondir l'étude de la diversité des ressources abricotier locales et d'envisager leur exploitation dans le cadre de nouvelles thématiques de recherche en lien soit avec des programmes d'innovation variétale ou d'approche de génétique d'association.

Par ailleurs, une approche comparative de la structure de la diversité et de la complémentarité des différents marqueurs en terme de combinaison des jeux de données AFLP et SSR à été aussi prévue. Elle a visé à déterminer les filiations entre les variétés des zones semi-arides Algériennes identifiées. Elle a été complétée par une évaluation de l'hétérozygotie chez les populations mech mech sur la base des mêmes marqueurs SSR utilisés pour les variétés, et ce afin de pouvoir approfondir les filiations et les liens de parentés entre le matériel issu de semis et les variétés greffées et de pouvoir répondre aux questions : est-ce que les mech mech sont des semis de variétés ou est-ce que les variétés ont été sélectionnées à partir des mech mechs.

Enfin, une meilleure approche de la phylogénie a été proposée par le biais d'une analyse de la diversité globale en impliquant les ressources abricotier méditerranéennes et en impliquant aussi bien les types issus de semis que ceux greffées. Une telle approche a été d'un grand intérêt quant à l'identification des liens de parenté entre les divers germoplasmes aussi bien des semis que des variétés greffées.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Amirouche, A., 1978. Etude de certaines variétés d'abricotier au niveau de la station expérimentale de l'I.T.A.F.V DE tessala El Merdja. Thèse de fin d'études.
- Angiolillo, A., Mencuccini, M., Baldoni, L. 1999. Olive genetic diversity assessed using amplified fragment length polymorphisms. *Theor. Appl. Genet.* 98: 411-421.
- Anonyme 1989. L'abricotier. Ed: CTIFL. Mai 1989, pp100 à 110.
- Anonyme 1993. Brochure de vulgarisation de l'I.T.A.F.V. Ministère de l'agriculture, 26P.
- Anonyme 1995. L'abricotier. Ed: Institut de développement de l'arboriculture fruitière. Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire, 7P.
- Aranzana, M.J., Garcia-Mas, J., Carbo, J., Arús, P. 2002. Development and variability analysis of microsatellite markers in peach. *Plant. Breed.* 121: 87-92.
- Aranzana, M.J., Carbo, J., Arús, P. 2003(b). Microsatellite variability in peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] cultivar identification marker mutation, pedigree influences and population structure. *Theor. Appl. Genet.* 106: 1341-1352.
- Aranzana, M.J., Pineda, A., Cosson, P., Dirlewanger, E., Ascasibar, J., Cipriani, G., Ryder, C.D., Testolin, R., Abbott, A., King, G.J., Iezzoni, A.F., Arús, P. 2003(c). A set of simple-sequence repeat (SSR) markers covering the *Prunus* genome. *Theor. Appl. Genet.* 106: 819-825.
- Aranzana, M.J., Pineda, A., Cosson, P., Dirlewanger, E., Ascasibar, J., Cipriani, G., Ryder, C.D., Testolin, R., Abbott, A., King, G.J., Iezzoni, A.F., Arús, P. 2010.
- Arús, P. 2006. Molecular markers for variability assessment and map comparison in *Prunus*. *Acta Hort.* 701(1): 173-180.
- Audergon, J.M., Habib, R., Monestiez, P., Bruchou, C. 1989. Mise au point d'une méthodologie d'échantillonnage des parties aériennes d'un arbre fruitier-application en verger. Rapport final 1989. Projet PACA. 13p.
- Audergon, J.M., Habib, R., Monestiez, P. 1990. Comparaison de méthodes d'estimation et de stratégies d'échantillonnage chez le pecher pour des critères de qualité. 9ème colloque sur les recherches fruitières-Avignon, 4-6 décembre 1990: 45-58.
- Audergon, J.M., Monestiez, P., Habib, R. 1991. Sampling in fruit tree : a new concept applied to an apricot tree. *Int. Symp. Apricot culture and decline. Acta Hort.* 293: 685-691.
- Audergon, J.M., Monestiez, P., Habib, R. 1993. Spatial dependences and sampling in fruit tree : a new concept for spatial prediction in fruit studies. *J. Hortic. Sci.* 68(1): 99-112.
- Audergon, J.M. 1995. Variety and breeding. *Acta Hort.* 384: 34-45.
- Audubert et Lichou 1989. Labricotier. CTIFL. P[^]Paris. Vol 1. 386p. pp 300-326.
- Baba-aissa, S., 2004. Comportement de certaines variétés d'abricotier (*Prunus armeniaca*) Tunisien dans la région de Boufarik. Thèse de Magister.
- Badenes, M.L., Asins, M.J., Carbonell, E.A., Llàcer, G. 1996. Genetic diversity in apricot, *Prunus armeniaca*, aimed at improving resistance to plum pox virus. *Plant Breed.* 115: 113-139.
- Badenes, M.L., Martinez-Calvo, J., Llàcer, G. 1998(b). Analysis of peach germplasm from Spain. *Acta Hort.* 465: 243-250.
- Bailey, C. H. et Hough, L. F. 1975. Apricots. p. 367-383. In : J. Janick and J. N. Moore (eds.). *Advances in fruit breeding.* Purdue Univ. Press, West Lafayette, Indiana. USA.
- Balta, F., Kaya, T., Yarelgaç, T., Kazankaya, A., Balta, M.F., Koyuncu, M.A. 2002. Promising apricot genetic resources from the Lake Van Region. *Genet. Resour. Crop Evol.* 49 (4): 411-415.
- Battandier et Trabut 1998. Prospection, caractérisation et évaluation de ressources génétiques d'abricotier dans la région méditerranéenne pour la production en zones arides et semi-arides.

- Battistini, S. et Sansavini, S. 1991. Electrophoretic analysis of isozyme variability in apricot cultivars. *J. Genet. Breed.* 45: 117-122.
- Belkhir K, Goudet J, Chikhi L, Bonhomme F. 1996. Genetix 4.05, logiciel pour Windows™ pour la génétique des populations. Laboratoire Génome et Populations, CNRS UPR 9060, Université de Montpellier II, Montpellier, France
- Bellenot, 1965. Analyse critique des critères de caractérisation des variétés d'abricotier. Mémoire de fin d'études ENITA Bordeaux, 56p + 21 annexes.
- Benabbas, R. 2001. Approche nutritionnelle du dépérissement de l'abricotier dans la région de N'gaous : Thèse d'ingénieur en Agronomie. Batna, 58P.
- Bencheneb. Besnard G., Khadari B., Baradat P., Bervillé A. 1995. *Olea europaea* (Oleaceae) phylogeography based on chloroplast DNA polymorphism. *Theor. Appl. Genet.* 104:1353–1361.
- Bentayeb, Z.D. 1983. L'abricotier en Algérie. 7P.
- Bernatzky, R. et Tanksley, S.D. 1986. Genetics of actin-related sequences in tomato. *Theor. Appl. Genet.* 1986. 72: 314-321.
- Besnard, G. 1999. Etude de la diversité génétique de l'olivier cultivé et des formes sauvages apparentées à l'aide de marqueurs moléculaires : applications pour l'identification variétale et pour la gestion des ressources génétiques. Thèse de Doctorat, Université de Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc. 174p.
- Botstein, D., White, R.L., Skolnick, M. et Davis, R.W. 1980. Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms, *Am. J. Human Genetics* 32: 314-331.
- Bourguiba et al 2010. Impact of Mapped SSR Markers on the Genetic Diversity of Apricot (*Prunus armeniaca* L.) in Tunisia. *Plant Mol Biol Rep* (2010) 28:578–587 DOI 10.1007/s11105-010-0189-x
- Bretaudeau, R. 1979. Incompatibility in angiosperms. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 223p.
- Cantini, C., Iezzoni, A.F., Lamboy, W.F., Boritzki, M., Struss, D. 2001. DNA fingerprinting of tetraploid cherry germplasm using SSRs. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 126: 205-209.
- Carrut, A. et Crossa-Raynaud, P. 1974. L'amélioration des variétés d'abricotier en Tunisie. *Ann. Inst. Nat. Rech. Argo. Tun.* Vol. 47. Fasc. 2. 33 p.
- Carette, M. 1844. Les montagnes des Aures. 98 p. p 13 -26.
- Chaouia, C. 1984. Etude du comportement de quelques variétés d'abricotier cultivées dans la station expérimentale de Boufarik. Thèse d'ingénieur, INA Elharrach.
- 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, characterization and cross-species amplification in *Prunus*. *Theor. Appl. Genet.* 99 (1-2): 65-72.
- Clegg, M.T. et Zurawski, G. 1991. Chloroplast DNA and the study of plant phylogeny. In : Soltis, P.S., Soltis, D.E., Doyle, J.J. (Eds), *Molecular Systematics of Plants*. Chapman and Hall, New York, pp1-13.
- Costes, E. 1993. Architecture aérienne de l'abricotier en développement libre. *Acta Botanica, Gallica* 140(3)/ 249-261.
- Couranjou, J. 1977. Amélioration génétique de l'abricotier. INRA. France. 320 à 347pp.
- Couranjou, J. 1980. Variétés d'abricotier. INVUFLeC, INRA, Paris. 52p.
- Crossa-Raynaud, P. 1955. Effet des hivers doux sur le comportement des arbres fruitiers à feuilles caduques. Observations faites en Tunisie à la suite de l'hiver 1954-1955. *Ann. Inst. Nat. Rech. Argo. Tun.* Vol. 28. pp 22.
- Crossa-Raynaud, P. 1960. Problèmes d'arboriculture fruitière en Tunisie. *Annales de l'INRAT*. Tiré à part. 33: 39-63.

- Crossa-Raynaud, P. 1961. L'abricot et le climat. Journées nationales de l'abricotier. Perpignan 5-6 octobre 1961: 55-58.
- Crossa-Raynaud, P. 1981. Effet des hivers doux sur le comportement des arbres fruitiers à feuilles caduques. Observations faites en Tunisie à la suite de l'hiver 1954-1955. Ann. Inst. Nat. Rech. Argo. Tun. Vol. 28. pp 22.
- Dagnelie, P. 1988a. Théorie et méthodes statistiques vol 1. 6ème Réimpression. Presse agronomique de Gembloux. p378 (a).
- Dagnelie, P. 1988b. Théorie et méthodes statistiques vol 2. 4ème Réimpression. Presse agronomique de Gembloux. p463 (b).
- Dauthy, M.E. 1995. Fruit and vegetable processing. FAO Agricultural Services Bulletin No.119. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome.
- De Candolle, A. 1886. Origin of cultivated Plants. 2nd éd. Reimprimé en 1967 Hafner publishing company. New York and London. USA. pp. 215-218.
- De Nettancourt, D. 1977. Incompatibility in angiosperms. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 223p.
- De Vicente, M.C., Truco, M.J., Egea, J., Burgos, L., Arús, P. 1998. RFLP variability in Apricot (*Prunus armeniaca* L.). Plant Breed. 117: 153-158.
- Decroocq, V., Fave, M.G., Hagen, L., Bordenave, L., Decroocq, S. 2003. Development and transferability of apricot and grape EST microsatellite markers across taxa. Theor. Appl. Genet. 106: 912-922.
- Desprès, L., Gielly, L., Redoutet, B., Taberlet, P. 2003. Using AFLP to resolve phylogenetic relationships in a morphologically diversified plant species complex when nuclear and chloroplast sequences fail to reveal variability. Molecular phylogenetics and evolution 27: 185-196.
- Dirlewanger, E., Cosson, P., Tavaud, M., Aranzana, M.J., 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.). Theor. Appl. Genet. 105 (1): 127-138.
- Dirlewanger, E., Graziano, E., Tarek, J., Garriga-Calderé, F., Cosson, P., Howard, W., Arús, P. 2004. Comparative mapping and marker-assisted selection in *Rosaceae* fruit crops. Plant Biology 101: 9891-9896.
- Douaibia, L. 1993. Morphological traits, microsatellite fingerprinting and genetic relatedness of a stand of elite oaks (*Q. robur* L.) at Tullyally, Ireland. *Silvae Genet.* 47: 257-262.
- Downey, S.L. et Iezzoni, A.F. 2000. Polymorphic DNA markers in black cherry (*Prunus serotina*) are identified using sequences from sweet cherry, peach, and sour cherry. J. Am. Soc. Hort. Sci. 125: 76-80.
- Dondini L, Lain O, Geuna F, Banfi R, Gaiotti F, Tartarini S et al.? 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
- Dumas, V., Herder, S., Bebbia, A., Cadoux-Barnabé, C., Bellec, C., Cuny, G. 1998. Polymorphic microsatellites in *Simulium damnosum* s.l. and their use for differentiating two savannah populations: implications for epidemiological studies. Genome 41: 154-161.
- Ellis, R.P., McNicol, J.W., Baird, E., Booth, A. Lawrence, P., Thomas, B., Powell, W. 1997. The use of AFLP to examine genetic relatedness in barley. Mol. Breed. 3: 359-369.
- Ercisli, S. 2004. A short review of the fruit germplasm resources of Turkey. Genet. Resour. Crops vol. 51: 419-435.

- F.A.O. 2006. Données FAOSTAT, F.A.O. 2010. Données FAOSTAT, année 2010
<http://www.fao.org/ag/agp/resource/product.html>.
- FAOSTAT, 2010. FAO Statistics Agriculture Database, World Wide Web. <http://faostat.fao.org>. Faust, M., 1996
- Faust, M., Suranyl, D., Nyujto, F. 1998. Origin and dissemination of apricot. Horticultural reviews. 22: 225-266.
- Forte, V. 1971. L'Albicocco. Edagricole, Bologna.
- Gauthier, P., 1978. Les espèces fruitières. Ed Hachette. Paris. 245p.
- Gauthier, P., 1980. L'abricotier et sa culture. 1ERE PARTIE. Ed : l'arboriculture fruitière. N 313. Paris. pp 29-46.
- Gautier, p. 1988. L'abricotier. Dans : La culture fruitière volume 2 : les productions fruitières. TEC & DOC – Lavoisier. France. p292-337.
- Gauthier, P., Gouesnard, B., Dallard J., Redaelli, R., Rebourg, C., Charcosset, A., Boyat, A. 2002. RFLP diversity and relationships among traditional European maize populations. Theor. Appl.
- Geuna, F., Toschi, M., Bassi, D. 2003. The use of AFLP markers for cultivar identification in apricot. Plant Breed. 122: 526-531.
- Gianfranceschi, L., Seglias, N., Tarchini, R., Komjanc, M., Gessler, C. 1998. Simple sequence repeats for the genetic analysis of apple. Theor. Appl. Genet. 96: 1069-1076.
- Gillan Simpson, J, Kadereit W, Vargas P. 1998. The colonization history of *Olea europaea* L. in Macaronesia based on internal transcribed spacer 1 (ITS-1) sequences, randomly amplified polymorphic DNAs (RAPDs), and intersimple sequence repeats (ISSRs). Mol Ecol 9:857–868
- Gogorcena, Y. et Parfitt, D.E. 1994. Evaluation of RAPD marker consistency for detection of polymorphism in apricot. Sci. Hort. 59: 163-167.
- Goor, A. et Nurock, M. 1968. The peach, the apricot, the plum and the pear. P202-227. in fruits of the Holy Land. Israel Univ. Press, Jerusalem.
- Got, N. 1958. L'abricotier. 3ème éd. La maison rustique. France. 150p.
- Gower, J. C. 1971. A general coefficient of similarity and some of its properties. Biometrics 27: 857-871.
- Grimplet, S. 2004. Génomique fonctionnelle et marqueurs de qualité chez l'abricotier. Thèse de doc. Ago. INRA. Montpellier. 250p.
- Guerriero, R. di. 1982. Cultivars. P. 9-19. in: E Baldini and F. Scaramuzzi (eds.) L'Albicocco. Reda, Conegliano.
- Guerriero, R. et Watkins, R. 1984. Revised descriptor list for apricot (*Prunus armeniaca* L.). International Board for Plant Genetic Resources. EEC Brussels.
- Guerriero, R., Audergon, J.M., Martinez Cutillas, A. 1988. Apricot cultivars for mediterranean climate. Acta Hort. 209: 39-48.
- Gupta, P.K. et Varshney, R.K. 2000. The development and use of microsatellite markers for genetic analysis and plant breeding with emphasis on bread wheat. Euphytica 113: 163-185.
- Hagen, L.S., Lambert, P., Audergon, J.M., Khadari, B. 2001. Genetic relationships between apricot (*Prunus armeniaca* L.) and related species using AFLP markers. Acta Hort. 546: 205-207.
- Hatil, 2004. Inheritance of organoleptic traits of apricot. Ed: INRA. Paris. 52P.
- Hamada, H. et Kakunaga, T. 1982. Potential Z-DNA-forming sequences are highly dispersed in the human genome. Nature. 298: 396-398.
- Hamizi, N. 2006. Comportement de cultivars d'abricotiers introduits et cultivés au niveau zered (Seriana). Thèse, Ing. Agro. Batna. 120p. 33-42pp.
- Hernandez, F. 1986. Molecular analysis reveals tighter social regulation of immigration in patrilocal populations than in matrilineal populations. Proc. Natl Acad. Sci. USA, 102, 7476–7480

- Hespeel's Boris, M.J. 2008. Pipeline for testing comparative phylogeographic histories using hierarchical approximate Bayesian computation. *BMC Bioinformatics*, V8, 268–274.
- Hilling, K.W. et lezzoni, A.F. 1988. Multivariate analysis of a sour cherry germplasm collection. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 113(6): 928-934.
- Hormaza, J.I. 2001. Identification of apricot (*Prunus armeniaca* L.) genotypes using microsatellite and RAPD markers. *Acta Hort.* 546: 209-215.
- Horn, R., Lecouls, A.C., Callahan, A., Dandekar, A., Garay, L., McCord, P., Howad, W., Chan, H., Verde, I., Main, D., Jung, S., Georgi, L., Forrest, S., Mook, J., Zhebentyayeva, T., Yu, Y., Ran Kim, H., Jesudurai, C., Sosinski, B., Arús, P., Baird, V., Parfitt, D., Reighard, G., Scorza, R., Tomkins, J., Wing, R., Abbott, A.G. 2005. Candidate gene database and transcript map for peach, a model species for fruit trees. *Theor. Appl. Genet.* 110: 1419–1428.
- Huet, M.J.1961. La selection clonale de la variété 'Rouge du Roussillon'. Journées nationales de l'abricotier, perpignan 5 et 6 octobre 1961 : 81-89.
- Hurtado, M.A., Westman, A., Beck, E., Abbott, G.A., Llàcer, G., Badenes, M.L. 2002. Genetic diversity in apricot cultivars based on AFLP markers. *Euphytica* 127: 297-301.
- Ibn Abi Dhiaf, A. 1990. Chronique des rois de Tunis et du Pacte fondamental. 2ème partie. Maison tunisienne d'édition.
- Ibn Al Awam, 1141. Le livre de l'agriculture tome I. Traduit par Clement-Mullet J.J. 1984. (1ème éd) Editions Bouslama, Tunis. pp 647.
- Ibn Al Awam, 1145. Le livre de l'agriculture tome II. Traduit par Clement-Mullet J.J. 1984. (2ème éd) Editions Bouslama, Tunis. pp 657.
- Johansson, M., Ellegren, H., Andersson, L. 1992. Cloning and characterization of highly polymorphic porcine microsatellites. *J. Hered.* 83: 196-198.
- 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: 649-655.
- Khadari, B., Krichen, L., Lambert, P., Marrakchi, M., Audergon, J.M. 2006. Genetic structure in Tunisian apricot populations multiplied by grafting: a signature of bottleneck effects and ancient propagation by seedlings. *Genet. Resour. Crop Evol.* 53(4): 811-819.
- Kostina, K.F. 1931. The cultivation of apricots in Fergana Valley. *Bull. Appl. Bot. Genet. Plant Breed.* 27: 3-158.
- Kostina, K.F. 1936. Abrikos. *Bull. Appl. Bot. Gen. Plant Breed. Suppl.* 83. Institut of Plant Industry, Leningrad.
- Kostina, K.F. 1969. The use of varietal resources of apricots for breeding. *Trud. Nikit. Bot. Sad.* 40: 45-63.
- Kovalev, N.V. 1970. Ustojcivost abricosa k klajsterosporiozu v svjazi s geografickim i geneticeskim proishozdeniem. p. 169-172. In: V.J. Ajzenberg (ed.), *Abrikos. Ajastan, Yerevan.*
- Krichen, L., Ben Mimoun, M., Mlika, M., Hellali, R. 2000. Prospection des variétés autochtones d'abricotier et leur description à Testour, Ras Jbel et Kairouan. Actes des 7èmes journées nationales des acquis de la recherche agronomique de l'IRESA. p 227-236.
- Krichen, L. 2001. Prospection et identification des variétés autochtones d'abricotier (*Prunus armeniaca* L.) à Testour, Ras Jbel et Kairouan. Mémoire de DEA. Laboratoire d'arboriculture fruitière de l'Institut National Agronomique de Tunisie. 214 p.
- Krichen, L., Ben Mimoun, M., Mlika, M., Hellali, R. 2001. Contribution à la recherche de la diversité biologique chez l'espèce abricot en Tunisie. *Revue des régions arides*, numéro spécial, 159-170.
- Krichen, L. 2005
- Krichen, L., Ben Mimoun, M., Hellali, R. 2006(a). Identification and characterization of Tunisian apricot cultivars. *Acta Hort.* 701(1): 241-246.

- Krichen, L., Mnejja, M., Arús, P., Marrakchi, M., Trifi-Farah, N. 2006(b). Use of microsatellite polymorphisms to develop an identification key for Tunisian apricots. *Genet. Resour. Crop Evol* 53: 1699-1706.
- Lambert, P. et al 2004. Genetic linkage maps of two apricot cultivars (*Prunus armeniaca* L) compared with the almond "Texas" x peachEarlygoldreference map for *Prunus* theor appleGenet.
- Laumonier, R., 1960. Cultures fruitières méditerranéennes. Ed. Baillière et fils. Pais.453p.pp 200-202.
- Léon l'Africain, 620. Ecrits sur l'agriculture Maghrébine.
- Lewis, D. 1979. Sexual incompatibility in plants. *Studies in Biology*, 110. Edward Arnold (ed.) Londre. 59p.
- 5
- Lezzoni, A.F. et Pritts, M.P. 1991. Applications of principal component analysis to horticultural research. *HortScience* 26: 334-338.
- Lichou, J. 1998. Abricot : les variétés, mode d'emploi. Ctifl. France. 254p.
- Lichou, J. et Audubert, A. 1989. L'abricotier. Ctifl. France. 385p.
- Liu, K. et Muse, S.V. 2005. PowerMarker v3.23: integrated analysis environment for genetic marker data. *Bioinformatics* 21(9): 2128-2129. homepage <http://www.powermarker.net>.
- Lomant, R et Labi, A. 1950. Whetten RW, Liu A-H, O'Malley DM (1999) Construction of an AFLP genetic map with nearly complete genome coverage in *Pinus tadea*. *Theor Appl Genet* 98:1272–1789
- Maghuly, F., Borroto Fernández, E., Ruthner, S., Pedryc, A., Laimer, M. (2005). Microsatellite variability in apricots (*Prunus armeniaca* L.) reflects their geographic origin and breeding history. *Tree Genet. Genom.* 1: 151-165.
- Manghan et al, 1996. Amplified fragment length polymorphism in sunbeanspecies diversityinheritanceand nearisogenic line analysis. *Theor. Appl. Genet.*93 : 392-401.
- Malki, N et Hamadache, M. 2002. Les variétés d'abricotiers recommandées en Algérie. Journées d'étude sur le développement de abricot 0 N^ogaous.11p.
- Mars, M. et Marrakchi, M. 1998. Conservation et valorisation des ressources génétiques du grenadier (*Punica granatum* L.) en Tunisie. *Plant Genetic Resources Newsletter*. 114 : 35-39.
- Martínez-Gómez, P., Arulsekhar, S., Potter, D., Gradziel, T.M. 2003. An extended interspecific gene pool available to peach and almond breeding as characterised using simple sequence repeat (SSR) markers. *Euphytica* 131: 313-322.
- Maughan, P.J., Saghai Maroof, M.A., Buss, G.R., Huestis, G.M. 1996. Amplified fragment length polymorphism (AFLP) in Soybean : species diversity, inheritance and near isogenic line analysis. *Theor. Appl. Genet.* 93: 392-401.
- Mehlenbacher, S.A., Cociu, V., Hough, L.F. 1990. Apricots (*Prunus*) in : J.N. Moore et J.R. Ballington, Genetic resources of template fruit and nut crop. (inter. Soc. Hort. Sci., Wageningen). *Acta Hort.* 290: 65-107.
- Milbourne, D., Meyer, R., Bradshaw, E., Baird, E., Bonar, N., Provan, J., Powell, W., Waugh, R. 1997. Comparison of PCR-based marker systems for the analysis of genetic relationships in cultivated potato. *Mol. Breed.* 3 : (2)127-136.
- Miquel, A. et Valin, M. 2002. Le plus grand marché de produits du monde. *Cahiers de sciences et vie* 71: 64-67.
- Mnejja, M., Garcia-Mas, J., Howad, W., Arús, P. 2005. Development and transportability across *Prunus* species of forty-two polymorphic almond microsatellites. *Molec. Ecol. Notes* 5: 531-535.

- Monestiez, P., Habib, R., Audergon, J.M. 1990. Geostatistics, spatial dependences in a tree : a new approach in fruit tree studies. *Acta Hort.* 276: 257-263.
- Morgante, M. et Olivieri, A.M. 1993. PCR-amplified microsatellites as markers in plant genetics. *Plant. J.* 3(1): 175-182.
- Nacib 1987
- Nei, M. 1972. Genetic distance between populations. *Amer. Naturalist.* 106: 283-292.
- Nei, M. 1973. Analysis of gene diversity in subdivided populations. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America* 70: 3321-3323.
- Nei, M. 1987. *Molecular Evolutionary Genetics.* Columbia University press, New York.
- Ould Mohamed Salem, A., Trifi, M., Sahli-Hannachi, A., Rhouma, A. et Marrakchi, M. 2001. Genetic variability analysis of Tunisian date-palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars. *J. Genet. Breed.* 55 : 269-278.
- Panaud, O., Chen, X.L., McCough, S.R. 1996. Development of microsatellite markers and characterisation of simple sequence length polymorphism (SSLP) in rice (*Oryza sativa* L.). *Mol. Gen. Genet.* 252: 597-607.
- Paunovic, A.S. 1970. Vrste i sorte kajsija i njihovo gajenje. *Glesnik poljoprivrede i zadrugarstva* 4: 26-33.
- Pearson, S., Fernandez-Lopez, J. et Moreno-Gonzalez, J. 1996. Variability and grouping of northwestern Spanish chesnut cultivars. I. Morphological traits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121(2): 183-189.
- Perez-Gonzales, S. 1992. Associations among morphological characters representing apricot germplasm in central Mexico. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117(3): 486-490.
- Powell, W., Morgante, M., Andre, C., Hanafey, M., Vogel, J., Tingey, S., Rafalski, A. 1996(b). The comparison of RFLP, RAPD, AFLP and SSR (microsatellite) markers for germplasm analysis. *Mol. Breed.* 2: 225-238.
- Raymond, M. et Rousset, F, 1995. GENEPOP (version 1.2): population genetics software for exact tests and ecumenicism. *J. Heredity.* 86: 248-249.
- Redmer, A. 1979. *Manual of cultivated trees and shrubs hardy in North America.* Macmillan, New York.
- Röder, M.S., Korzun, V., Wendehake, K., Plaschke, J., Tixier, M.H., Leroy, P., Ganal, M. W. 1998. A microsatellite map of wheat. *Genetics* 149: 2007-2023.
- 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: 244-252.
- Roth, L. 1998. Identifying olive cultivars by isozyme analysis. *J Am Soc Hort Sci* 120:318–324
- Roupe van der Voort, J.N.A.M., Zandvoort, P. van Eck, J.H., Folkertsma, F.T., Hutten, R.C.B., Roux, KH., 1995. Optimization and troubleshooting in PCR. *Genome Res.* V 4:pp185–194
- 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.
- Samer, F. 1992. Etude du pollen et de l'incompatibilité pollinique chez l'abricotier. DAA PV ENSA Rennes- INRA Montfavet.
- Signoret, V. 2004. Caractérisation de déterminants génétiques pour les critères de qualité de l'abricot. *Recherche de QTL.* 57P. 9-32 et 42-44
- Sokal, R.R. et Michener, C.D. 1958. A statistical method for evaluating systematic relationships. *Univ. Kansas Sci. Bull.* 38: 1409-1438.

- Sosinski, B., Gannavarapu, M., Hager, L.D., Beck, E., King, G.J., Ryder, C.D., Rajapakse, S., Baird, W.V., Ballard, R.E., Abbott, A.G. 2000. Characterisation of microsatellite markers in peach (*Prunus persica* L. Batsch). *Theor. Appl. Genet.* 101(3): 421-428.
- , Neves-Martins, J., Leitao, J. 2003. AFLP, ISSR and RAPD markers reveal high levels of genetic diversity among *Lupinus* spp. *Plant Breeding* 122: 507-510.
- Tapia, C. et Sorensen, M. 2003. Morphological characterization of the genetic variability existing in a neotropical collection of yam bean, *Pachyrhizus tuberosu* (Lam.) Spreng. *Genet. Resour. Crop Evol.* 50: 681-692.
- Tavaud, M., Zanetto, A., David, J.L., Laigret, F., Dirlewanger, E. 2004. Genetic relationships between diploid and allotetraploid cherry species (*Prunus avium*, *Prunus x gondouinii* and *Prunus cerasus*). *Heredity* 93: 631-638.
- Testolin, R., Marrazzo, T., Cipriani, G., Quarta, R., Verde, I., Dettori, M.T., Pancaldi, M., 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.
- Truet, B. 1946. Culture des arbres fruitiers en Algérie. 60p. 22-46 pp.
- U.P.O.V. 1985. Principes directeurs pour la conduite de l'examen des caractères distinctifs de l'homogénéité et de la stabilité : abricotier (*Prunus armeniaca* L.). 22p. Actualisé en 2005 <http://www.upov.int/restrict/fr/index.html>
- Valdeyron, G. et Crossa-Raynaud, P. 1950. Les fruits de Tunisie. *Ann. Inst. Nat. Rech. Argo. Tun.* Vol. 23. p 65-82.
- Valdeyron, G. et Crossa-Raynaud, P. 1974
- Vanucci, A. 1993. Influence de l'année sur les critères de qualité de l'abricot. Caractérisation et conséquences en termes de sélection. ENITA. Angers. 48p.
- Vavilov, N.I. 1939. Five Continents. Rodin, L.E. (ed en chef). Edité par Reznik, S. et Stapleton, P. en 1997.
- Vavilov, N.I. 1951. Phytogeographical basis of plant breeding. In: Chester K.S. (trans) The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. *Chron. bot.* 13: 13-54.
- Vavilov, N.I. .1992. Origin and geography of cultivated plants (tr.L.storr-best). CUP, Cambridge, UK.
- Vos, P., Hogers, R., Bleeker, M., Reijans, M., Van de Lee, T., Hornes, M., Frijters, A., Pot, J., Peleman, J., Kuiper, M., Zabeau, M. 1995. AFLP : a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Res.* 23(21): 4407-4414.
- Weber, J. et May, P. 1989. Abundant class of human DNA polymorphisms which can be typed using the polymerase chain reaction. *Am. J. Hum. Genet.* 44: 388-396.
- Weir, B.S. 1996. Genetic data analysis II, Sunderland, MA: Sinauer Associates, Inc.
- Weir, B.S. et Cockerham, C. 1984. Estimating F-statistics for the analysis of population structure. *Evolution* 38: 1358-1370.
- Westwood, M.N. 1993. Temperate-zone pomology : physiology and culture. 3rd ed. Timber press, INC, Portland, Or. USA. pp 510.
- Wright, S. 1951. The genetic structure of populations. *Annals of Eugenics.* 15: 323-354.
- Wünsch, A. et Hormaza, J.I. 2002. Molecular characterisation of sweet cherry (*Prunus avium* L.) genotypes using peach [*Prunus persica* (L.) Batsch] SSR sequences. *Heredity* 89: 56-63.
- Zhang, J.Y., Li, T.Z., Li X.J., He Ye. 1989. Three new varieties of *Armeniaca* Mill (Rosaceae) from Liaoning. *Bulletin of Botanical Research.* 9(3): 65-66.
- Zhang, D., Cervantes, J., Huamán, Z., Carey, E., Ghislain, M. 2000. Assessing genetic diversity of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) cultivars from tropical America using AFLP. *Genet. Resour. Crop Evol.* 47: 659-665.

- Zhao, X. et Kochert, G. 1992. Characterization and genetic mapping of a short, highly repeated, interspersed DNA sequence from rice (*Oryza sativa* L.). *Mol. Gen. Genet.* 231 (3): 353-359.
- Zohary, D. et Hopf, M. 1994. Domestication of plants in the Old World : the origin and spread cultivated plants in West Asia, Europe and the Nile Valley. second edition, Oxford University Press, Oxford, UK. pp137-142

Annexe 1 : Protocole d'extraction D'ADN MAXI - PREP : Tomate, Abricot, Pomme de terre et melon (feuille), Piment (fruit), d'après Bernatzky et Tanksley (1986)

- _ Broyer 20 à 35 g de tissu frais ou lyophilisé dans un « Waring Blender » froid avec 150 ml de tampon d'extraction.
- _ Filtrer le broyat à travers un « miracloth » dans des tubes « falcon ».
- _ Centrifuger 20 min à 3200 rpm à 4°C.
- _ Décanter le surnageant en renversant le flacon en prenant soin de ne pas perdre le culot.
- _ Resuspendre le culot dans 5 ml de tampon d'extraction. Transférer le tout dans des tubes « corex » à 50 ml.
- _ Ajouter 5 ml de tampon de lyse et 2 ml de sarcosyl. Homogénéiser par inversion.
- _ Placer les tubes au bain-marie à 65°C, 20 min. Mélanger par inversion de temps en temps.
- _ Ajouter 15 ml de chloroforme/alcool iso-amyle (24:1). Agiter par inversion 10 à 15 fois jusqu'à l'obtention d'une émulsion.
- _ Centrifuger 25 min à 3600 rpm à 20°C.
- _ Prélever sous la hotte la phase supérieure aqueuse.
- _ Ajouter 2/3 à 1 volume d'isopropanol et inverser jusqu'à l'apparition des filaments d'ADN.
- _ Prélever l'ADN au crochet Pasteur et le mettre dans un tube à hémolyse contenant 2 ml éthanol 76 % / AcNa 0,2 M.
- _ Prélever le culot et transférer l'ADN dans un tube Eppendorf contenant du TE (le volume dépend de la taille de la pelote d'ADN).

Traitement RNase – phénol-chloroforme

- _ Ajouter 1 µl d'RNase par tube eppendorf d'extraction (ADN dans du TE : 10-1)
- _ Incubation 1h30 dans le bain marie à 37°C
- _ Ajouter un volume égal de phénol saturé en TE, bien agiter les tubes par inversion
- _ Centrifuger 5 minutes à 13000 rpm
- _ Récupérer la phase aqueuse par une micropipette dans un nouveau tube Eppendorf
- _ Lavage de la phase organique : ajouter 50 µl de TE : 10-1 dans les tubes contenant la phase organique
- _ Bien agiter les tubes par inversion
- _ Centrifuger 5 minutes à 13000 rpm
- _ Récupérer la phase aqueuse
- _ Précipiter l'ADN avec de l'éthanol absolu (2.5 fois le volume) et mettre à -20°C une nuit
- _ Centrifuger à 4°C pendant 15 minutes à 12500 rpm
- _ Eliminer le surnageant et laver à l'éthanol 70%
- _ Centrifuger à 4°C pendant 15 minutes à 12500 rpm
- _ Eliminer le surnageant et laisser sécher le culot au « speed vac »
- _ Reprendre le culot dans du TE : 10-1 jusqu'à dissolution.

Estimer la concentration en ADN et contrôler la qualité :

- _ Dosage de l'ADN sur gel d'agarose 1% avec une gamme Lambda (10, 20, 30, 40, 50 ng). Déposer 1 ou 2µl de dilution au 1/100 dans H₂O.
- _ Re-suspendre le culot d'ADN dans du TE à la concentration de 500 ng/µl
- _ Conserver l'ADN à 4°C (pour une courte durée) ou congeler à -20°C.

Annexe 2 : Protocole AFLP : Amplified Fragment Length Polymorphism selon Vos et al. (1995).

PARTIE I

Double digestion de l'ADN

La digestion de l'ADN par les deux enzymes avec EcoRI (site de restriction rare -6 bases) et MseI (site de restriction fréquent -4 bases) selon la réaction suivante pendant 3 heures à 37°C:

- Tampon OPA 2x
- BSA 10 ng/μl
- DTT 5 mM
- 2.5 U EcoRI (Gibco BRL, France)
- 2.5 U MseI (Gibco BRL, France)
- 250 ng ADN
- QSP H₂O: 20 μl

Ligation des adaptateurs

Pour la ligation des adaptateurs, les produits de la double digestion sont incubés pendant 4 heures à 37°C dans la solution suivante :

- Tampon OPA 2x
- DTT 5 mM
- BSA 10 ng/μL
- ATP 1 mM
- Adapt EcoRI 0.1 pM
- Adapt MseI 1pM
- T₄ ligase 0.5 U (Gibco BRL, France)
- QSP H₂O : 5 μl

Les ligations sont diluées au 1/10 dans un tampon TE (10:0.1).

Préamplification

La réaction suivante est établie à partir de 5μl du produit de la ligation dilué :

- Tampon Promega 1X
- MgCl₂ 1.5mM (Promega, France)
- dNTP 0.2mM
- Amorce EcoRI+A (E01)30ng
- Amorce MseI+C (M02)30 ng
- Taq DNA polymérase 0.4 U (Promega, France)
- QSP H₂O : 20μl

Le programme PCR utilisé:

Nombre de cycles	Température	Durée
20	94°C	30 sec
	56°C	1 min
	72°C	1 min
1	4°C	10 min

Dilution du produit de la préamplification 20 fois dans du tampon TE (10:0.1).

PARTIE II

Marquage des amorces EcoRI choisies

Le marquage des amorces *EcoRI* est réalisé selon le protocole suivant :

- Tampon OPA 10X
- T₄ kinase 0.12U
- Amorce *EcoRI* 5ng

$\gamma^{33}\text{P}$ -ATP 0.05 μl
QSP H₂O : 0.25 μl

Le marquage radioactif se déroule selon le programme suivant:

Nombre de cycles	Température	Durée
1	37C	1 heure
	70°C	10 min
	4°C	10 min

Amplification sélective

L'amplification sélective se base sur 5 μl de solution d'ADN préamplifié et dilué au 1/20ème selon la réaction :

Tampon 1X (Promega)
MgCl₂ 1.5mM
dNTP 0.2 mM
Amorce Msel 1.5 ng/ μl
Amorce EcoRI marquée (0.25 μl)
Taq DNA polymérase 0.4U (Promega)
QSP H₂O : 10 μl

Le programme PCR utilisé pour l'amplification sélective est le suivant:

Nombre de cycles	Température	durée
13	94°C	30 sec
	65°C : la température décroît de 0.7°C à chaque cycle jusqu'à 56°C	30 sec
	72°C	1 min
23	94°C	30sec
	56 °C	30 sec
	72°C	1 min
1	4°C	10 min

A la fin de la PCR, 10 μl de tampon de chargement (bleu de formamide) sont ajoutés dans chaque échantillon.

Electrophorèse

Traitement des plaques :

Plaque normale

- eau permutée
- soude (NaOH) 2M X 2
- eau permutée
- alcool 95°
- eau permutée

Plaque avec encoche

Même traitement puis ajouter :

- rainX X 2 Kimwipes
- alcool Kimwipes
- eau permutée

Gel de polyacrylamide dénaturant:

La composition du gel de polyacrylamide dénaturant dépend de la concentration du gel en question (5% pour les AFLP et 6% pour les microsattellites), elle contient :

- Acryl/ Bisacryl 40 %

- TAE 10 X
- Eau distillée
- TEMED pur
- APS 10 %

Après migration du gel, on l'applique à un papier Wattman, puis on le fait sécher.

Placer en chambre noire, un grand film autoradiographique exposé au gel dans une cassette.

La révélation se fait dans une solution de révélateur et une solution de fixateur.

Annexe 3 : Protocole microsatellites selon Aranzana *et al.* (2002)

Le Mix PCR: Les amplifications sont conduites dans un volume final de 15 µl de mix PCR.

On part de 1.5 µl d'ADN à 15ng/µl, on ajoute 13.5µl de Mix PCR avec marquage à la radioactivité: 0.5 µCi α-[33P]-dCTP.

- Tampon lab10x
- MgCl₂ (10mM)
- DCTP 133mM de dATP, dTTP, dGTP, 1.6mM de dCTP
- Amorces F (0.4mM)
- Amorces R (0.4mM)
- Taq DNA polymérase (1U)
- α-[33P]-dCTP 0.5mCi
- ADN: 40 ng
- QSP H₂O : 15µl

Le tampon Lab10x : 10 mM Tris-HCl, 2,5 mM MgCl₂, 50mM KCl, 0,001% gelatine.

Les dCTP:133 µM de dATP, dTTP, dGTP, 1.6µM de dCTP.

En tenant compte des Températures d'hybridation (T_m) de chaque amorce, l'amplification des séquences microsatellites se réalise selon le programme PCR suivant :

Nombre de cycles	Température	durée
1 Cycle	94°C	1min
35 cycles	94°C	30sec
	T _m	30sec
	72°C	30sec
Cycle 3	72°C	5min

8µl de tampon de chargement (bleu de formamide) sont ajoutés aux produits de la PCR avant dénaturation.

Le marqueur de taille ladder 30-330 pb est marqué au γP^{33} dATP.

L'électrophorèse est conduite dans un gel de polyacrylamide dénaturant à 6% de format 35x50-cm².

a. Préparation du gel de polyacrylamide dénaturant à 6%

La solution d'acryl-bisacrylamide stock commune :

- 750ml urée 10x
- 100ml TBE 10x
- 150ml acryl-bisacryl pur 19:1 (40%)

On ajoute : 400µl APS10% frais

80µl TEMED

b. Migration

Lors de la migration, on remplit les cuves du haut et du bas par du TBE 1 X et on laisse migrer à 120 Watt pendant 2 heures environ.

Après migration, les gels sont transférés sur un papier Whatman 3MM chromatography, placé au sécheur puis exposé à un film aux rayons X (CURIX RP2, AGFA, Mortsel, Belgium) dans une cassette pendant 1 à 2 jours.

c. Révélation

Préparation des solutions de révélateur et de fixateur:

2400ml d'eau+600ml de la solution concentrée (révélateur ou fixateur).

La révélation se fait par des bains successifs : le révélateur, un rinçage à l'eau, le fixateur suivi d'un autre rinçage à l'eau.

Annexe 4: Analyse de la variance et test de Fisher relatifs aux variables quantitatives étudiées en 2005 et 2006

abréviation	désignation	Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr >F
Lplg05	Longueur du pétiole	Modèle	47	1315,932	27,999	1125,705	< 0,0001
		Erreur	1392	34,622	0,025		
		Total corrigé	1439	1350,554			
Lpep05	Epaisseur du pétiole	Modèle	47	412,811	8,783	38,870	< 0,0001
		Erreur	1392	314,544	0,226		
		Total corrigé	1439	727,355			
LI/Lp05	Rapport longueur du limbe/longueur du pétiole	Modèle	47	2088,006	44,426	296,794	< 0,0001
		Erreur	1392	208,362	0,150		
		Total corrigé	1439	2296,368			
Lpnn05	Nombre de nectaires	Modèle	47	674,022	14,341	73,699	< 0,0001
		Erreur	1392	270,867	0,195		
		Total corrigé	1439	944,889			
LL05	Longueur du limbe	Modèle	47	2589,676	55,099	893,901	< 0,0001
		Erreur	1392	85,802	0,062		
		Total corrigé	1439	2675,478			
LI05	Largeur du limbe	Modèle	47	2144,635	45,631	652,885	< 0,0001
		Erreur	1392	97,288	0,070		
		Total corrigé	1439	2241,922			
LL/LI05	Rapport long du limbe /largeur du limbe	Modèle	47	72,973	1,553	349,784	< 0,0001
		Erreur	1392	6,179	0,004		
		Total corrigé	1439	79,152			
Fd05	Diamètre de la fleur	Modèle	47	432,455	9,201	258,234	< 0,0001
		Erreur	1392	49,598	0,036		
		Total corrigé	1439	482,053			
FrP05	Poids du fruit	Modèle	47	2753916,853	58593,976	7458,474	< 0,0001
		Erreur	1392	10935,590	7,856		
		Total corrigé	1439	2764852,443			
FrE05	Epaisseur du fruit	Modèle	47	45074,841	959,039	563,392	< 0,0001
		Erreur	1392	2369,546	1,702		
		Total corrigé	1439	47444,387			
FrI05	Largeur du fruit	Modèle	47	44590,306	948,730	507,726	< 0,0001
		Erreur	1392	2601,070	1,869		
		Total corrigé	1439	47191,376			
FrH05	Hauteur du fruit	Modèle	47	61696,185	1312,685	495,189	< 0,0001
		Erreur	1392	3690,019	2,651		
		Total corrigé	1439	65386,204			
FrH/E05	Rapport hauteur du fruit/ épaisseur du fruit	Modèle	47	35,861	0,763	215,324	
		Erreur	1392	4,933	0,004		
		Total corrigé	1439	40,794			
FrH/I05	Rapport hauteur du fruit/largeur du fruit	Modèle	47	41,007	0,872	235,207	< 0,0001
		Erreur	1392	5,164	0,004		
		Total corrigé	1439	46,171			
FrNp05	Poids du noyau du fruit	Modèle	47	414,284	8,815	214,454	< 0,0001
		Erreur	1392	57,214	0,041		
		Total corrigé	1439	471,498			
FrP/Np05	Rapport poids du fruit/poids du noyau	Modèle	47	292097,555	6214,842	1665,504	< 0,0001
		Erreur	1392	5194,259	3,732		
		Total corrigé	1439	297291,814			

Abréviation	Désignation	Source	ddl	Somme des carrés	Carré moyen	F de Fisher	Pr >F
Lplg05	Longueur du pétiole	Modèle	47	1325,258	28,197	84,485	< 0,0001
		Erreur	1392	464,580	0,334		
		Total corrigé	1439	1789,839			
Lpep05	Epaisseur du pétiole	Modèle	47	328,971	6,999	329,161	< 0,0001
		Erreur	1392	29,600	0,021		
		Total corrigé	1439	358,571			
LI/Lp05	Rapport long du limbe/long du pétiole	Modèle	47	1792,828	38,145	184,299	< 0,0001
		Erreur	1392	288,108	0,207		
		Total corrigé	1439	2080,937			
Lpnn05	Nombre de nectaires	Modèle	47	762,822	16,230	306,686	< 0,0001
		Erreur	1392	73,667	0,053		
		Total corrigé	1439	836,489			
LL05	Longueur du limbe	Modèle	47	2508,872	53,380	31,961	< 0,0001
		Erreur	1392	2324,844	1,670		
		Total corrigé	1439	4833,716			
LI05	Largeur du limbe	Modèle	47	2083,863	44,338	305,446	< 0,0001
		Erreur	1392	202,058	0,145		
		Total corrigé	1439	2285,921			
LL/LI05	Rapport long du limbe/largeur du limbe	Modèle	47	88,670	1,887	6,898	< 0,0001
		Erreur	1392	380,683	0,273		
		Total corrigé	1439	469,353			
Fd05	Diamètre de la fleur	Modèle	47	458,051	9,746	227,693	< 0,0001
		Erreur	1392	59,581	0,043		
		Total corrigé	1439	517,632			
FrP05	Poids du fruit	Modèle	47	189073,830	4022,847	880,804	< 0,0001
		Erreur	1392	6357,608	4,567		
		Total corrigé	1439	195431,437			
FrE05	Epaisseur du fruit	Modèle	47	38139,499	811,479	318,112	< 0,0001
		Erreur	1392	3550,887	2,551		
		Total corrigé	1439	41690,386			
FrI05	Largeur du fruit	Modèle	47	40837,749	868,888	403,159	< 0,0001
		Erreur	1392	3000,039	2,155		
		Total corrigé	1439	43837,788			
FrH05	Hauteur du fruit	Modèle	47	54878,513	1167,628	292,775	< 0,0001
		Erreur	1392	5551,497	3,988		
		Total corrigé	1439	60430,010			
FrH/E05	Rapport hauteur du fruit/ épaisseur du fruit	Modèle	47	25,161	0,535	86,166	< 0,0001
		Erreur	1392	8,648	0,006		
		Total corrigé	1439	33,809			
FrH/I05	Rapport hauteur du fruit/largeur du fruit	Modèle	47	29,852	0,635	101,009	< 0,0001
		Erreur	1392	8,753	0,006		
		Total corrigé	1439	38,604			
FrNp05	Poids du noyau du fruit	Modèle	47	351,290	7,474	107,855	< 0,0001
		Erreur	1392	96,464	0,069		
		Total corrigé	1439	447,755			
FrP/Np05	Rapport poids du fruit/poids du noyau	Modèle	47	41111,933	874,722	151,910	< 0,0001
		Erreur	1392	8015,350	5,758		
		Total corrigé	1439	49127,282			

Annexe 5 : Tableau récapitulatif des classes de Newman et Keuls déterminées pour 57 variables quantitatives et qualitatives

CLONES	CARACTERES QUANTITATIFS								
	Fd	PFr	Efr	IFr	HFr	HFr/E	HFr/I	PN	PFr/PN
LOUZI LOCAL	EF	JKL	I	HI	LMN	QRST	CDE	HIJ	KLM
BOULILA ROUGE	D	IJK	KL	D	E	F	CDE	O	E
BOULILA BLANC	D	IJK	J	O	MN	PQRS	BCDE	FGHI	LMNO
CANINO	A	GH	D	O	KLM	U	E	OP	D
LOUZI ROUGE	E	GH	HI	G	EF	QRST	BC	FGH	GHI
LOUZI BLANC	HI	G	D	EF	FGH	RST	BC	FGHI	LMNO
ROSE DE CORAIL	GH	G	KL	PQR	C	C	A	O	LMNO
ROSE DE MENAA	LM	IJK	M	V	MN	KLMN	B	B	OP
PAVIOT ROUGE	D	N	N	OPQ	MN	GH	BCDE	B	QR
BULIDA	GH	LMN	N	EF	V	U	F	FG	C
ROUGE DE ROUSSILLON	NI	MN	M	NOP	GHI	T	DE	EF	PQ
PECHER	B	F	E	KLM	EFG	MNOPQR	BCD	P	B
MECHMECH HLOU	HI	P	O	UV	STU	LMNO	BCD	P	IJK
GROS MECHMECH	K	A	M	QRS	B	B	A	B	A
MECHMECH LAGHBACH	D	NO	N	RST	STU	F	BC	KL	LMNO
NAIL	M	R	R	QRS	OPQR	IJKL	BCDE	O	QR
ABIAD EL IMLAK	GH	KLM	EF	KL	FGHI	FG	BCDE	D	QR
LOUZI KD	B	NO	GH	KLM	EFG	JKLM	BCD	N	JKL
NADA EL MORDJANE	LM	P	KL	MNO	NOP	OPQRS	CDE	JK	RS
PECHER ROUGE	GH	HIJ	E	FG	HIJK	QRST	CDE	MN	FG
ARBI V1	N_	Q	N	MNO	RST	LMNOPQ	ABCDE	LMN	ST
ARBIA N	M	NO	G	H	FGHI	PQRST	CDE	O	GHI
MAHALAT EL DJOUNDI	C	S	H	RST	STU	NOPQR	CDE	O	MNO
LOUZIA	B	IJKL	GHI	G	EFG	JKLM	CDE	GHI	NOP
ARBI KD	JK	O	GHI	IJ	GHIJ	LMNOPQ	BCDE	LMN	FGH
PECHER BLANC	HI	D	B	D	D	RST	CDE	E	NOP
MOUSEMECHE	HI	NO	GHI	G	KL	NOPQR	CDE	JJK	LMNO
KAHF	HI	G	D	D	E	OPQRS	CDE	E	IJK
MESSADSUR ARBI	HI	B	A	A	C	LMNOPQ	CDE	A	LMNO
LOUZI ROUGE N	GH	GH	HI	OPQ	EF	D	CDE	FGH	TU
ARBI NADIR V32	LM	R	L	T	OPQR	PQRST	CDE	MN	TU
ARBI SAAFI	N	U	P	UV	V	QRST	BCDE	Q	RS
EL MAGHREB	HI	Q	L	LMN	NOP	MNOPQR	CDE	LMN	STU
HAMRAI	LM	P		JK	IJK	HIJK	CDE	E	V
MOUTAAKHIR	HI	TU	Q	UV	NOP	E	BCDE	LMN	F
HAMRAI TARDIF	EF	C	A	D	C	LMNOPQ	CDE	C	FGH
PERCHER BLANC M	EF	O	GHI	H	HIJK	LMNOPQR	BCD	MN	TU
EL BAKRIA	HI	S	H	ST	NOP	GHI	CDE	O	LMNO
DOUK EL KAMEL	HI	G	E	G	D	GHIJ	BCDE	E	LMN
BULIDA M	E	EF	D	D	D	KLMN	CDE	C	LMN
MNADIR GREFFE MEL	M	E	C	C	D	OPQRS	CDE	B	LMNO
HAMRAI G KD	F	GH	EF	G	D	GHIJ	BCDE	FGH	JKLM
PERCHER SUR FRANC	K	IJK	F	G	GHI	MNOPQR	CDE	MN	HIJ
CHEM'S EL MASSA	IJ	ST	O	UV	TU	KLMN	BCD	O	O
NAILA	HI	ST	O	O	PQRS	GHI	BCDE	Q	RS
SAIB ENNAHDA	F	P	M	M	QRST	PQRS	CDE	FGH	ST
IKHTIYAR ETTAYEB	G	P	M	M	KL	GHIJ	CDE	GHIJ	RS

CLONES	CARACTERES QUALITATIFS								
	Ifr	HFr	HFr/E	HFr/l	nbreN	PN	PFr/PN	Fd	Efr
ABIAD EL IMLAK	KL	FGHI	FG	BCDE	IJK	D	QR	EF	I
ARBI KD	IJ	GHIJ	LMNOPQ	BCDE	HIJK	LM	NOP	D	KL
ARBI NADIR V2	T	OPQR	PQRST	BCDE	E	MN	TU	D	J
ARBI SAAFI	UV	V	QRST	CDE	HIJK	Q	TU	A	D
ARBI V1	MNO	RST	LMNOPQ	CDE	HIJ	LMN	ST	E	HI
ARBIA N	H	FGHI	LMNOP	BCDE	JK	O	GHI	HI	D
BOULILA BLANC	OPQ	MN	PQRS	BCDE	G	FGHI	LMNO	GH	KL
BOULILA ROUGE	D	E	F	CDE	EFG	O	E	LM	M
BULIDA	E	V	U	F	A	FG	C	D	N
BULIDA M	D	D	KLMN	CDE	EFG	C	LMN	EF	L
CANINO	OPQ	KLM	U	E	EFG	OP	D	GH	N
CHEM'S EL MASSA	UV	TU	KLMN	BCD	HIJ	O	U	NI	M
DOUK EL KAMEL	G	D	GHIJ	BCDE	HIJK	E	LMN	B	E
EL BAKRIA	ST	NO	GHI	BCD	HIJ	O	TU	HI	O
EL MAGHREB	LMN	NO	MNOPQR	CDE	EFG	LMN	RS	K	M
GROS MECHMECH	QRS	B	B	A	G	B	A	D	N
HAMRAI	JK	IJK	HIJK	BCDE	E	E	STU	M	R
HAMRAI G KD	G	D	GHIJ	BCDE	BCD	FGH	JKLM	GH	EF
HAMRAI TARDIF	D	C	LMNOP	BCD	HIJK	C	F	B	GH
IKHTIYAR ETTAYEB	IJ	KL	GHIJ	CDE	HI	GHIJ	RS	LM	KL
KAHF	D	E	OPQRS	CDE	CD	E	LMN	GH	E
LOUZI BLANC	EF	FGH	ST	BC	HIJK	FGHI	LMN	N_	N
LOUZI KD	KLM	EFG	KLMN	BCD	HIJ	N	JKL	M	G
LOUZI LOCAL	HI	LMN	QRST	CDE	EFG	HIJ	KLM	C	H
LOUZI ROUGE	OPQ	EF	D	BC	EFG	KL	GHI	B	GHI
LOUZI ROUGE N	G	GHI	LMNO	CDE	FG	FGH	LMN	JK	GHI
LOUZIA	G	EFG	JKLM	CDE	HIJK	GHIJ	MNO	HI	B
MAHALAT EL DJOUNDI	RST	STU	NOPQR	CDE	HIJ	O	STU	HI	GHI
MECHMECH HLOU	UV	STU	LMNO	BCD	EFG	P	IJK	HI	D
MECHMECH LAGHBACH	RST	STU	F	BC	HIJ	KL	LMNO	HI	A
MESSADSUR ARBI	A	C	LMNOPQ	CDE	ABC	A	IJK	GH	HI
MNADIR GREFFE MEL	C	D	OPQRS	CDE	G	B	LMNO	LM	L
MOUSEMECHE	G	KL	NOPQR	CDE	AB	IJK	NOP	N	P
MOUTAAKHIR	U	NOP	E	BCD	IJK	LMN	V	HI	L
NADA EL MORDJANE	MNO	NOP	OPQRS	CDE	HIJK	JK	RS	LM	
NAIL	RST	NOPQ	IJKL	BCDE	HIJK	O	QR	HI	Q
NAILA	QRS	PQRS	GHI	BCDE	HIJ	Q	RS	EF	A
PAVIOT BLANC	B	A	A	BCD	EFG	E	MNO	EF	GHI
PAVIOT ROUGE	OPQ	MN	GH	BCDE	D	B	QR	HI	H
PECHER	KLM	EFG	MNOPQR	BCD	K	P	B	HI	E
PECHER BLANC	D	D	RST	CDE	CD	E	FGH	E	D
PECHER ROUGE	FG	HIJK	QRST	CDE	EFG	MN	FG	M	C
PERCHER BLANC M	H	HIJK	MNOPQR	CDE	CD	MN	MNO	F	EF
PERCHER SUR FRANC	G	GHI	MNOPQR	CDE	EFG	MN	HIJ	K	F
ROSE DE CORAIL	PQR	C	C	A	EFG	B	LMN	IJ	O
ROSE DE MENAA	V	MN	KLMN	B	HIJ	O	OP	HI	O
ROUGE DE ROUSSILLON	NOP	U	T	DE	EFG	EF	PQ	F	M
SAIB ENNAHDA	LMN	QRST	PQRS	CDE	H	FGH	ST	G	M

Synthèse regroupements année 2005

Av05	Ap05	Ar05	Apbf05	Apap05	Ap05	Lpig05	Lpep05	LI/Lp05	Lpig05	Lpnn5	Lptn5	LL05	LI05	LL/LI05	Llpig05	Lfb05
B	A	C	A	A	CDEF	A	B	T	A	EFG	C	G	E	NO	B	A
BC	AB	C	CD	A	HI	E	B	JKLMNO	A	EFG	B	GH	E	O	A	B
BC	AB	AB	B	A	JK	A	CD	QRS	E	G	B	B	E	FG	B	B
BC	AB	C	A	A	AB	E	B	GHI	AB	EFG	C	B	D	F	A	B
B	A	B	A	B	HI	E	B	NO PQ	AB	EFG	C	O	H	LMNO	B	A
B	AB	C	CD	BC	AB	EF	CD	HIJK	B	HIJK	C	D	F	IJ	B	E
E	A	B	B	BC	AB	OP	CDE	U	E	EFG	AB	W	R	R	BC	D
BC	AB	A	CD	BC	A	EF	CD	T	CD	HIJ	B	V	N	P	BC	B
E	A	A	B	BC	JK	A	B	RST	A	D	C	B	G	E	B	D
E	A	AB	CD	BC	JK	GH	DEFG	MNOPQ	E	EFG	D	PQ	HI	LMNO	B	D
B	A	C	B	BC	ABCD	NO	C	HIJK	D	A	AB	U	KL	P	B	C
B	A	C	A	BC	JK	EF	B	F	A	EFG	C	A	DE	F	A	B
B	AB	C	B	BC	A	D	A	PQRS	A	K	C	OP	E	A	BC	A
B	A	B	A	BC	JK	FG	CD	QRS	AB	EF	AB	T	PQ	DE	B	D
B	AB	C	CD	BC	JK	HI	CD	OPOQR	A	G	AB	T	KL	KL	A	D
B	A	B	A	BC	JK	NOP	CDE	HIJK	AB	HIJ	C	U	OP	HI	B	B
B	AB	AB	B	BC	K	L	DEF	G	E	HIJK	C	IJKL	J	FG	C	D
B	D	C	B	C	HI	EFG	DEFG	JKLMN	E	IJK	C	H	G	HI	BC	D
B	AB	C	C	C	HI	R	DEFG	C	E	HIJ	C	T	K	LMNO	A	D
D	F	C	B	C	JK	L	DEFG	GH	E	HIJK	AB	MN	OP	B	BC	F
B	E	AB	CD	C	K	A	DEFG	T	A	EFG	C	GH	B	Q	A	A
B	AB	A	B	C	GHI	Q	DEFG	E	AB	HIJ	C	U	Q	GH	BC	D
B	AB	AB	B	C	JK	FG	DEFG	OPOQR	A	JK	C	S	G	P	BC	A
C	G	C	B	C	JK	FG	DEFG	MNOPQ	A	HIJ	E	O	KL	GH	BC	B
B	AB	A	CD	C	A	L	DEFG	HIJK	AB	HIJK	C	QRS	KL	HI	B	D
B	C	AB	B	D	EFG	K	DEFG	HIJK	A	HIJK	F	NO	D	Q	B	D
B	C	C	A	D	DEF	C	DEFG	JKLMNO	A	CD	B	B	A	Q	B	A
C	BC	C	CD	D	AB	Q	G	B	AB	AB	C	D	F	HI	BC	D
B	A	AB	A	D	ABC	L	DEFG	DE	A	CD	AB	D	D	KLM	B	A
B	BC	AB	CD	D	GHI	B	A	ST	A	ABC	AB	IJK	G	KLM	A	D
B	A	A	B	D	IJ	Q	DEFG	D	AB	FG	C	T	L	JKL	B	D
B	AB	AB	B	D	JK	IJ	DEFG	KL MNOP	AB	E	C	OP	HI	LMN	A	D
B	C	AB	CD	D	K	M	DEFG	DE	BC	HIJK	B	E	F	IJK	B	E
C	E	AB	B	D	K	IJ	DEFG	MNOPQ	AB	EFG	A	RS	O	D	B	F
BC	AB	A	A	D	JK	EF	DEFG	IJKL	AB	E	C	F	I	E	B	D
B	E	C	CD	D	K	J	DEFG	JKLM	A	IJK	B	MN	J	HI	A	D
E	E	AB	A	D	BCDE	E	EFG	HIJK	AB	HIJK	C	C	I	CD	A	D
C	E	AB	B	D	A	FG	DEFG	IJKLMNO	A	CD	AB	I	F	MNO	A	D
B	E	AB	CD	D	JK	Q	DEFG	B	AB	HIJ	C	D	F	HI	BC	D
B	E	C	B	D	K	K	FG	GHIJ	E	HIJK	AB	KLM	N	C	B	F
B	A	C	B	D	JK	C	DEFG	ST	AB	EFG	C	OP	I	KLMN	A	A
B	C	AB	B	D	FGH	N	DEFG	DE	E	G	B	IJ	G	JKL	C	D
BC	AB	A	B	D	JK	C	DEFG	JKLM	A	BCD	A	A	C	HI	A	D
E	AB	C	A	D	ABCD	Q	DEFG	C	AB	EFG	B	LM	G	LMN	A	A
B	E	AB	B	D	HI	J	DEFG	LMNOPQ	E	HIJ	C	S	OP	CD	BC	D
A	C	C	B	D	JK	K	DEFG	MNOPQ	E	HIJ	C	T	HI	P	C	B
B	E	C	B	D	GHI	P	DEFG	E	E	H	A	QR	L	HI	BC	B
B	E	C	B	D	A	S	DEFG	A	E	HI	C	JKL	M	D	BC	D

Synthèse regroupements année2005

Lfs05	Llp05	Ldent05	Lond05	Fd05	Fst05	Fp05	Fpcou05	Flo05	FrP05	FrE05	FrI05	FrH05	FrH/E05	FrH/I05	FrS05	Frpp05	FrFlo05	FrFv05	FrFs05
E	EFG	Y	E	EF	B	A	H	F	JK	I	J	P	QRS	WXY	L	B	F	D	I
B	EF	Z	BCD	D	A	A	H	A	JK	KL	DE	G	E	RSTUVWX	O	B	A	B	c
E	ST	A	BCD	D	A	A	H	A	JK	J	TUVW	PQRS	NOPQR	LMNO	L	A	H	B	A
E	EFG	q	E	A	C	F	A	F	GH	D	QRST	O	T	Z	P	C	F	H	B
D	E	r	BCD	G	B	CD	H	F	GH	N	STUV	HI	D	D	O	C	F	B	E
F	D	k	BC	HI	B	C	C	F	GH	D	F	JKL	S	VWXY	O	C	A	F	J
E	B	o	BCD	GH	A	A	CD	F	GH	KL	UVWX	C	C	B	O	C	H	D	K
D	QRS	a	A	LM	A	A	A	A	JK	M	C	PQRS	IJK	C	P	C	B	D	L
D	FGHIJKLMNO	K	B	D	B	A	CD	F	LMN	N	TUVW	PQ	GH	LMN	P	B	H	H	A
E	OPQRS	j	BCD	EF	C	A	H	F	I	L	B	A	A	E	O	B	G	H	A
D	A	T	A	G	A	A	H	F	K	N	F	Y	T	a	P	A	E	D	A
E	EFGH	s	E	HI	A	CDE	H	F	L	M	RSTU	X	RS	Y	O	C	E	F	A
D	D	g	A	B	B	A	H	F	E	E	NO	IJ	KLMNO	EF	L	A	H	A	M
E	EFG	u	BCD	HI	B	A	A	F	P	O	BC	X	IJKL	FGH	O	C	F	A	A
A	C	t	D	K	A	A	A	A	A	M	WXY	B	B	A	O	A	H	D	N
D	MNOPQRS	v	E	D	B	A	CD	F	MNO	R	VWX	WX	F	TUVWXY	P	A	H	F	O
E	EFG	f	E	M	B	CD	GH	G	R	N	YZ	ST	I	LMN	I	D	C	C	F
E	FGHIJKLM	X	E	G	B	B	GH	DEF	K	EF	MN	KLM	G	IJKL	GH	C	G	G	P
D	RS	l	A	B	B	C	H	F	LMN	GH	NOP	IJK	IJL	EFG	M	B	G	H	G
F	EFGH	b	E	LM	B	A	EF	A	P	KL	PQRS	QRS	NOPQR	QRSTUV	I	B	G	G	H
B	LMNOPQRS	c	A	GH	A	A	F	F	IJ	E	G	KL	NOPQR	UVWXY	GH	C	A	G	C
D	MNOPQRS	d	E	N	A	A	H	CD	Q	N	PQRS	VW	KLMN	XY	I	B	A	H	b
D	FGHIJKL	B	E	M	B	CDE	B	C	MNO	G	I	JKL	JKLM	OPQR	F	A	G	H	Q
F	HIJKLMNOPQRS	R	E	C	B	A	DE	DEF	S	N	YZ	WX	MNOPQ	QRSTUV	I	B	D	H	d
D	NOPQRS	p	E	B	B	E	EF	EF	K	GHI	H	IJK	IJ	PQRS	J	C	G	G	A
D	EFGHIJ	L	E	JK	A	DE	H	F	O	GHI	K	LM	JKLMN	MNOP	GH	C	A	G	R
B	EFGHI	C	BCD	HI	A	A	F	CDE	D	B	D	FG	QRS	RSTUVW	D	C	A	G	A
E	FGHIJKLM	m	BCD	HI	B	A	B	C	LM	GHI	H	NO	MNOPQ	XY	GH	C	H	H	CD
D	FGHIJKLM	e	A	HI	A	A	G	DEF	G	D	E	H	NOPQR	VWXY	I	B	B	G	A
E	EFG	D	B	HI	A	CD	F	B	B	A	A	C	JKLMN	QRST	J	C	A	H	A
E	IJKLMNOPQRS	E	E	E	A	A	CD	F	I	HI	GH	LM	IJKL	STUVWXY	H	C	G	G	A
D	EFGH	O	E	LM	B	CD	H	F	R	L	A	TU	OPQR	KLM	GH	C	A	H	A
C	MNOPQRS	I	E	N	A	CD	H	A	V	P	BC	Y	PQRS	RSTUVW	E	C	A	H	S
E	EF	M	BCD	HI	B	A	CD	F	Q	L	OPQR	PQRS	KLMNOP	QRSTU	FG	B	A	G	D
D	EFGHIJKL	F	E	LM	C	CD	H	F	P	L	LM	N	H	MNOP	GH	B	F	G	a
D	HIJKLMNOPQRS	G	E	HI	A	A	H	F	U	Q	B	RST	E	D	K	C	E	E	T
E	HIJKLMNOPQRS	J	A	EF	B	C	H	A	C	A	DE	C	JKLM	GHIJ	H	B	A	H	A
D	HIJKLMNOPQRS	P	E	EF	A	A	CD	F	NO	GHI	IJ	MN	KLMNO	QRSTUV	B	C	A	G	U
D	KLMNOPQRS	Q	E	HI	B	A	H	F	ST	N	Za	PQRS	H	FGHI	L	C	D	H	A
F	JKLMNOPQRS	n	E	HI	B	A	CD	A	GH	E	GH	DE	H	HIJK	C	C	H	H	A
D	ST	U	BCD	E	A	A	CD	A	G	D	D	D	IJL	PQR	J	A	A	H	V
E	ST	N	A	M	C	C	A	A	F	C	C	FG	NOPQR	VWXY	I	C	D	H	W
D	GHIJKLMNOPQR	i	A	EF	B	CD	H	A	HI	EF	GH	EF	H	JKLM	A	C	E	G	A
D	FGHIJKLMNO	W	A	K	A	A	CD	A	JK	F	GH	KLM	LMNOP	STUVWXY	F	A	A	G	A
E	PQRS	h	E	IJ	C	C	A	F	TU	O	BC	X	IJK	FGHI	GH	B	G	G	A
D	T	S	E	L	B	CD	H	H	TU	O	XY	UV	H	OPQR	GH	B	B	G	X
D	EFGHIJK	V	CD	F	B	A	CD	F	P	M	NOPQ	UVW	NOPQR	Y	N	B	A	G	Y
D	FGHIJKLMN	H	E	G	C	A	CD	A	P	M	KL	N	GH	NOPQ	H	B	A	G	Z

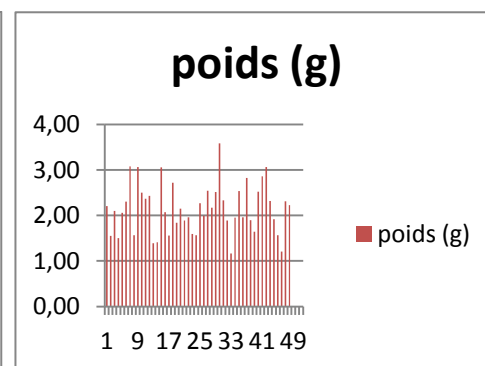
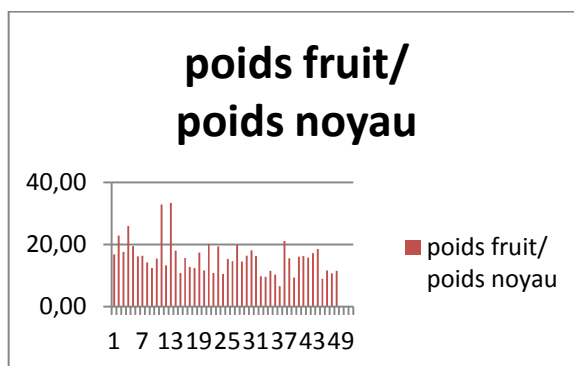
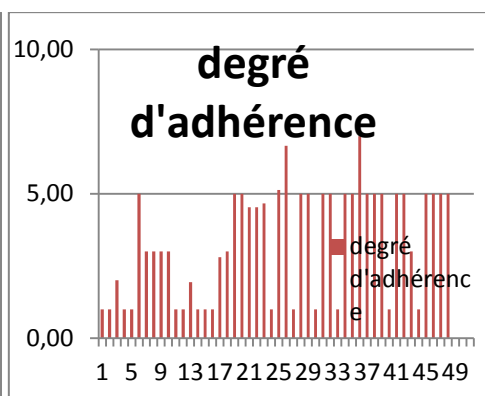
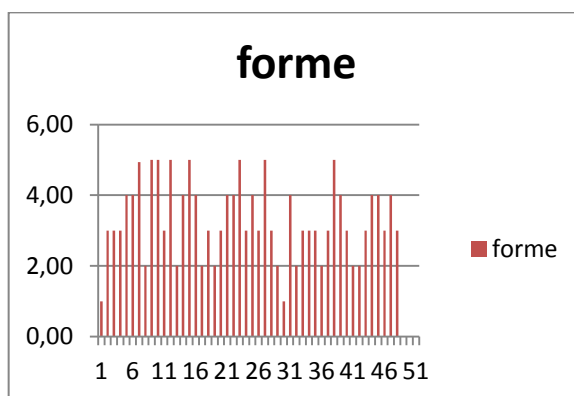
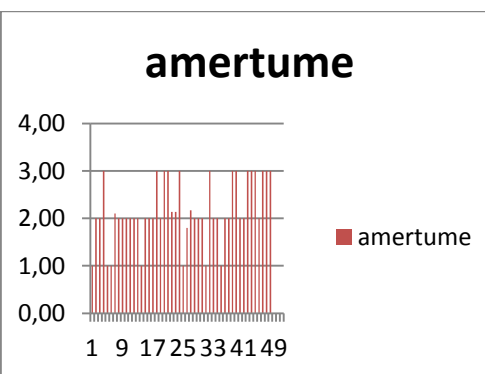
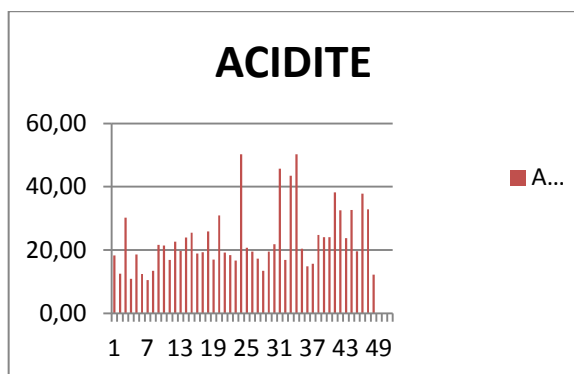
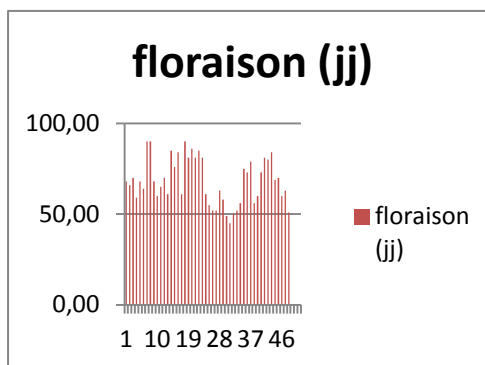
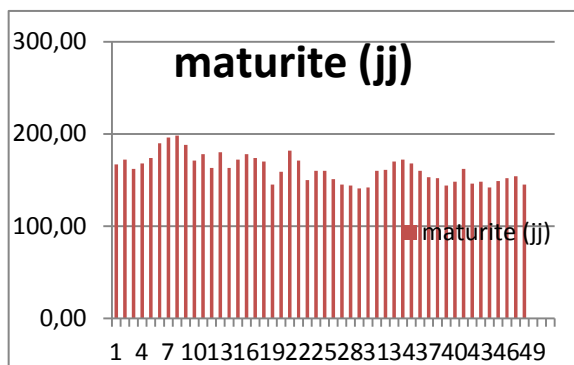
Synthèse regroupements année2006

Av06	Ap06	Ar06	Apbf06	Apap06	Ap06	Lplg06	Lpep06	LI/Lp06	Lpig06	Lpnn06	Lptn06	LL06	LI06	LL/LI06	Llpig06	Lfb06
C	A	D	A	C	A	A	CD	UV	1	F	C	DEFGHI	FG	DEFG	DE	A
D	A	D	i	D	C	DEFG	C	KLMNO	2	CDE	B	DEFGHIJ	F	CDEFG	A	B
D	A	BC	K	A	D	A	HI	QRST	3	E	B	ABC	GH	CDEFG	CDE	B
D	A	D	B	B	A	D	C	IJK	4	CDE	C	ABC	DE	B	A	B
C	A	BC	C	A	B	D	B	OPQR	5	C	C	HIJKLMN	IJ	EFG	ABCD	A
B	A	D	j	E	A	D	GH	KLMNO	6	H	C	DEFG	GH	CDEFG	BCD	C
E	A	BC	L	B	A	IJ	HI	W	7	CD	AB	Q	U	H	F	C
D	A	AB	k	E	A	DEFG	F	V	8	G	B	P	RS	EFG	F	B
E	A	BC	M	E	E	A	D	RSTU	9	B	C	BCD	I	BCDEFG	ABC	C
E	A	BC	l	E	E	DEFG	HIJ	MNOPQ	10	C	C	JKLMN	JK	EFG	BCD	C
C	A	D	N	E	A	IJ	E	KLMNO	11	A	AB	OP	P	BCDEFG	BCD	C
B	A	D	C	E	E	DEF	CD	HI	12	C	C	AB	F	BCDEF	A	B
C	A	D	O	A	A	D	A	PQRS	13	H	C	JKLMN	F	A	F	A
C	A	BC	D	B	E	DEFG	F	KLMNO	14	C	AB	MNO	ST	BCDEFG	BCD	C
C	A	D	m	E	E	DEFG	F	OPQR	15	C	AB	LMNO	NOP	CDEFG	A	C
C	A	BC	E	A	E	JKLM	G	IJK	16	GH	C	OP	RS	CDEFG	DE	B
C	A	BC	P	E	E	HI	G	HIJ	17	GH	C	FGHIJKL	LM	BCDEFG	F	C
C	G	D	Q	B	B	DEFG	HIJ	KLMNO	18	GH	C	DEFGHIJ	I	CDEFG	F	C
C	A	D	o	E	B	L	HIJ	E	19	GH	C	LMNO	NO	CDEFG	A	C
D	H	D	R	AB	E	HI	LM	HIJ	20	GH	B	GHIJKLMN	R	BCDE	F	E
D	I	BC	n	A	E	A	HIJ	UV	21	C	C	DEFGHIJ	B	G	A	A
A	A	AB	S	AB	B	L	IJK	G	22	GH	C	IJKLMN	TU	BC	F	C
B	A	BC	T	E	B	DEFG	HIJK	PQRS	23	H	C	KLMNO	I	CDEFG	F	A
D	S	D	U	AB	E	DEFG	IJK	NOPQ	24	GH	D	IJKLMN	NOP	CDEFG	F	B
B	A	AB	p	E	A	HI	IJK	IJKL	25	H	C	JKLMN	OP	CDEFG	BCD	C
C	B	C	V	E	B	D	IJK	IJKLM	26	GH	E	HIJKLMN	EF	G	BCD	C
D	C	D	F	AB	B	C	IJK	KLMNO	27	A	B	AB	A	EFG	BCD	A
D	D	D	r	E	A	L	N	C	28	A	C	CDEF	GH	CDEFG	F	C
C	A	C	J	E	A	HIJ	HIJ	EF	29	A	B	BCD	D	EFG	E	A
C	E	C	u	AB	B	B	IJK	STUV	30	A	B	FGHIJKL	I	EFG	A	C
C	A	A	W	E	E	KL	MN	EF	31	C	C	LMNO	NOP	CDEFG	ABCD	C
B	A	C	X	B	E	DEFG	HIJ	LMNOP	32	C	C	HIJKLMN	JK	EFG	A	C
B	F	C	s	E	E	IJ	IJK	F	33	GH	B	DEFGH	H	CDEFG	AB	D
D	J	C	Y	E	E	FGH	LM	KLMNO	34	C	A	KLMNO	RS	BCDEFG	ABCD	E
D	A	AB	G	AB	E	DEF	IJKL	JKLMN	35	C	C	DEFGH	KL	BCDEFG	ABCD	C
C	K	D	t	E	E	EFGH	KL	IJKLMN	36	GH	B	IJKLMN	MN	BCDEFG	A	C
E	L	BC	H	E	B	DE	N	IJKL	37	GH	C	BCDE	KL	BCDEFG	A	C
D	M	ABC	Z	B	A	DEFG	HIJK	LMNOP	38	A	B	EFGHIJK	GH	EFG	A	C
C	N	BC	q	E	E	L	IJK	B	39	GH	C	DEFG	GH	CDEFG	F	C
C	O	D	a	B	E	GH	N	IJKL	40	GH	AB	GHIJKLMN	Q	BCDEFG	BCD	E
C	A	D	b	E	E	BC	IJK	TUV	41	C	C	JKLMN	KL	DEFG	A	A
B	E	BC	c	B	B	IJ	IJK	EF	42	DE	B	EFGHIJK	I	CDEFG	F	C
D	A	AB	d	B	E	BC	HIJK	KLMNO	43	A	A	A	C	CDEFG	A	C
E	A	D	l	B	A	KL	HIJK	D	44	C	B	GHIJKLMN	IJ	BCD	A	A
C	P	BC	e	B	B	DEFG	HIJK	MNOPQ	45	GH	C	KLMNO	RS	BCDEFG	F	C
A	A	D	f	B	E	EFGH	HIJ	NOPQ	46	GH	C	NO	JKL	FG	F	B
C	Q	D	g	E	B	IJK	HIJK	GH	47	GH	A	JKLMN	OP	CDEFG	F	B
C	R	D	h	E	A	M	HIJK	A	48	GH	C	FGHIJKLM	OP	BCDEFG	F	C

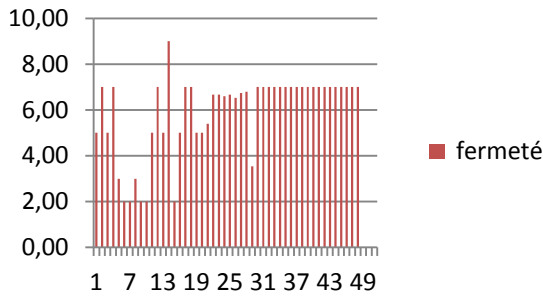
Synthèse regroupements année2006

Lfs06	Llp06	Ldent06	Lond06	Fd06	Fst06	Fp06	Fpcou06	Flo06	FrP06	FrE06	FrI06	FrH06	FrH/E06	FrH/I06	FrS06	Frpp06	FrFlo06	FrFv06	FrFs06	
E	EF	Y	CD	FGH	C	A	D	j	H	LM	MNO	KL	A	KLMNOPQ	M	B	b	X	B	
B	DE	Z	B	FGH	A	A	D	A	I	KL	FG	D	B	EFGHI	P	B	A	o	C	
E	MN	A	B	EF	A	A	D	B	IJ	LM	RST	K	C	FGHIJK	M	A	o	D	AB	
E	EFG	q	CD	A	D	C	A	e	GH	F	RST	K	D	EFG	Q	C	c	E	AB	
D	EFGHIJKLM	r	B	GHI	C	B	D	k	GH	MN	PQR	EFGH	E	D	P	C	d	G	AB	
F	CD	k	B	MNO	C	B	B	b	F	HI	J	E	E	Q	P	C	B	Y	B	
E	B	o	B	KLMN	A	A	B	f	F	KL	ST	B	EF	A	P	C	r	Z	B	
D	MN	a	A	TU	A	A	A	C	IJ	NO	X	KL	FG	B	Q	C	Q	a	B	
D	EFGHIJKLM	K	B	DE	C	A	B	l	M	Q	T	KL	FGH	EF	Q	B	q	A	AB	
E	FGHIJKLMN	j	B	FGH	D	A	D	m	GH	LM	B	A	FGH	D	P	B	j	B	AB	
D	A	T	A	IJ	A	A	D	q	JK	QR	F	R	GHI	R	Q	A	Y	A	AB	
E	EFGHIJ	s	CD	IJK	A	B	D	r	L	NO	ST	R	GHI	PQ	P	C	Z	A	A	
D	C	g	A	B	C	A	D	s	D	E	MN	E	HIJ	D	M	A	u	b	B	
E	DE	u	AB	LMNO	C	A	A	p	O	OP	X	NO	HIJ	C	P	C	f	C	AB	
A	CD	t	AB	RS	A	A	A	D	KL	MN	RST	B	JKL	A	P	A	t	c	B	
D	JKLMN	v	CD	EFG	C	A	B	o	N	T	RST	NO	JKL	KLMNOPQ	Q	A	v	d	B	
E	EFGHI	f	CD	ST	C	B	C	u	Q	Q	U	LM	JKL	EFG	IJ	D	V	H	AB	
E	EFGHIJ	X	CD	KL	C	B	D	X	KL	FGGH	NOP	EFG	JKLM	D	ABCD	C	g	e	B	
D	LMN	l	A	CC	C	B	D	Q	M	FGGH	OPQ	EFG	KLMN	D	N	B	h	K	AB	
F	EFGHIJ	b	CD	ST	C	A	B	E	O	LM	QR	LM	KLMNO	JKLMN	FGH	B	k	l	AB	
B	MN	c	A	JK	A	A	B	g	F	GHI	K	GHI	KLMNOP	FGHIJKL	BCDE	C	C	J	AB	
D	FGHIJKLMN	d	CD	W	A	A	D	d	P	PQ	RS	OPQR	KLMNOPQ	PQ	J	B	D	p	C	
D	EFGHIJKL	B	CD	UV	C	B	A	h	M	FGGH	K	EFGH	KLMNOPQR	DE	ABC	A	l	f	B	
F	EFGHIJKLM	R	CD	DE	C	A	B	n	S	QR	U	QR	KLMNOPQR	HIJKLMN	HIJ	B	U	q	C	
D	KLMN	p	CD	DD	C	B	B	g	H	FGGH	GH	EF	KLMNOPQRS	JKLMN	L	C	m	F	AB	
D	EFG	L	CD	QR	A	B	D	Y	N	IJ	LM	GHI	KLMNOPQRST	EFGHI	CDE	C	E	W	B	
B	EFGHIJ	C	B	LMNO	A	A	B	V	C	C	D	D	KLMNOPQRST	JKLMN	A	C	F	A	A	
E	EFGHIJ	m	B	MNO	C	A	A	a	M	JK	HI	HIJ	KLMNOPQRST	MNOPQ	BCDE	C	p	L	AB	
D	EFGHIJ	e	A	MNO	A	A	D	Z	GH	D	E	EF	LMNOPQRSTU	OPQ	GHI	B	R	A	A	
E	EFGH	D	B	MNO	A	B	B	F	A	A	A	B	LMNOPQRSTU	FGHIJK	L	C	G	M	AB	
E	EFGHIJK	E	CD	EF	A	A	B	i	GH	J	IJ	FGH	LMNOPQRSTU	JKLMN	CDE	C	i	N	AB	
D	EFGHIJ	O	CD	UV	C	B	D	c	R	MN	V	MN	LMNOPQRSTU	D	DEF	C	H	O	AB	
C	HIJKLMN	I	CD	W	A	B	D	G	U	T	X	S	LMNOPQRSTU	JKLMN	A	C	l	g	B	
E	DE	M	B	NO	C	A	B	W	P	MN	QR	LM	LMNOPQRSTU	IJKLMNO	A	B	J	P	AB	
D	EFGHIJ	F	CD	ST	D	B	D	P	O	MN	NOP	J	LMNOPQRSTU	FGHIJ	ABC	B	e	r	C	
D	GHIJKLMN	G	CD	KLMN	A	A	D	O	T	T	W	KL	LMNOPQRSTU	C	L	C	X	h	B	
E	FGHIJKLMN	J	A	FGH	C	B	D	H	B	B	D	B	NOPQRSTU	D	EFG	B	K	Q	AB	
D	EFGHIJKLM	P	CD	FGH	A	A	B	R	N	HI	L	IJ	NOPQRSTU	GHIJKLM	A	C	L	i	B	
D	IJKLMN	Q	CD	PQ	C	A	D	S	S	RS	U	KL	OPQRSTU	D	M	C	T	E	AB	
F	FGHIJKLMN	n	C	MNO	C	A	B	l	GH	FG	I	C	PQRSTUQRSTU	D	A	C	s	S	B	
D	NO	U	B	EFG	A	A	B	J	E	D	C	C	QRSTU	GHIJKLM	K	A	M	j	B	
E	MN	N	A	V	D	B	A	K	C	C	C	D	RSTU	LMNOPQ	GHI	C	W	k	B	
D	FGHIJKLMN	i	A	FGH	C	B	D	L	GH	FGGH	IJ	D	RSTU	D	A	C	a	U	B	
D	EFGHIJ	W	A	ST	A	A	B	M	IJ	FGGH	JK	HIJ	STU	JKLMN	AB	A	N	V	B	
E	JKLMN	h	CD	OP	D	B	A	T	T	S	X	PQR	TU	D	ABCDE	B	n	T	B	
D	O	S	CD	ST	B	B	D	t	T	S	U	NOP	TU	EFGH	ABCDE	B	S	l	B	
D	EFGHIJ	V	B	HI	C	A	B	U	O	OP	PQR	NO	U	NO	OPQ	O	B	O	m	B
D	EFGHIJKLM	H	D	KLM	D	A	B	N	O	OP	MN	IJ	V	FGHIJK	DEF	B	P	n	B	

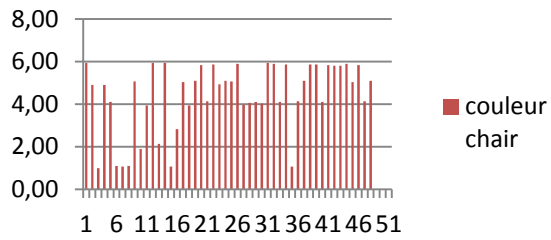
Annexe 6 : Histogrammes établis sur la base de quelques variables étudiées sur l'ensemble des 48 accessions



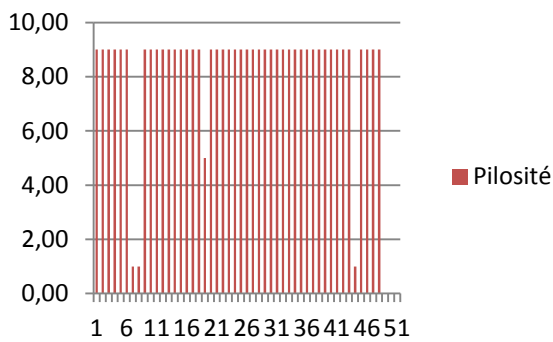
fermeté



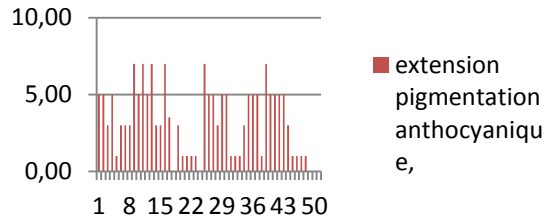
couleur chair



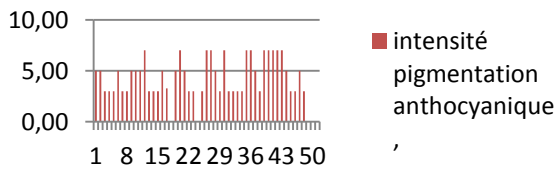
Pilosité



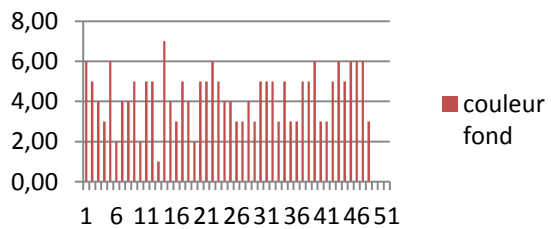
extension pigmentation anthocyanique,



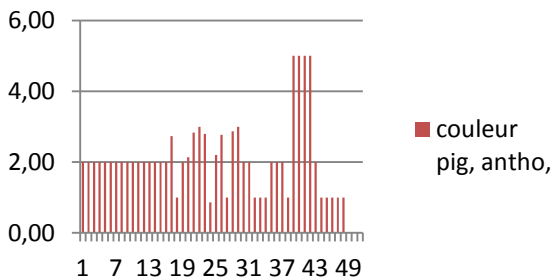
intensité pigmentation anthocyanique,



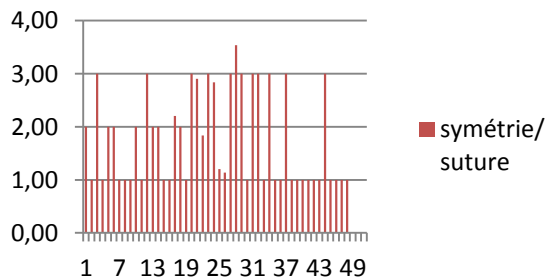
couleur fond



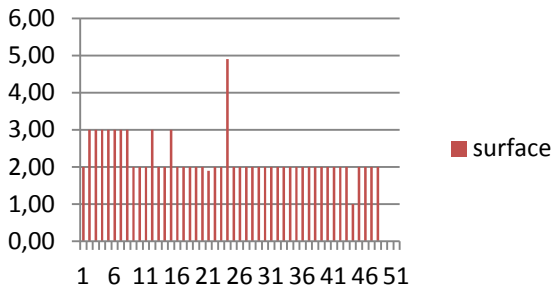
couleur pig, antho,



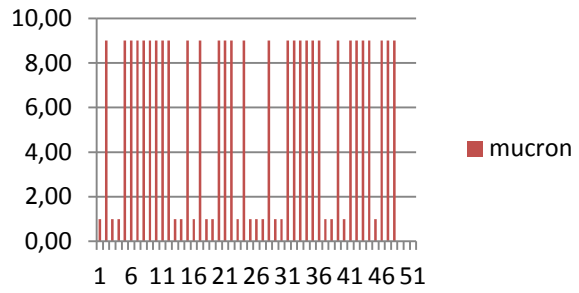
symétrie/ suture



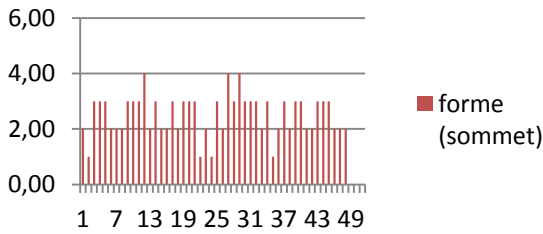
surface



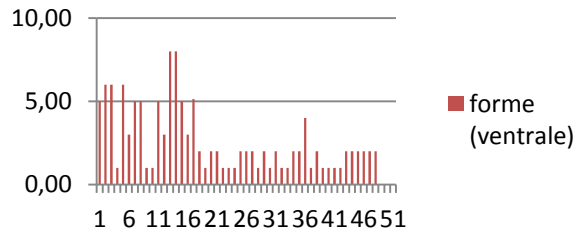
mucron



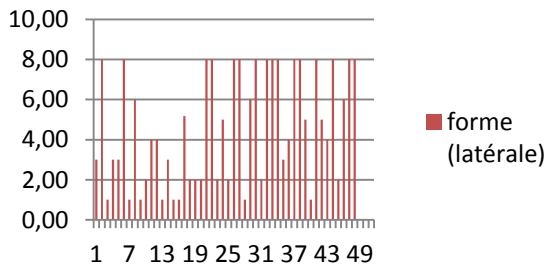
forme (sommet)



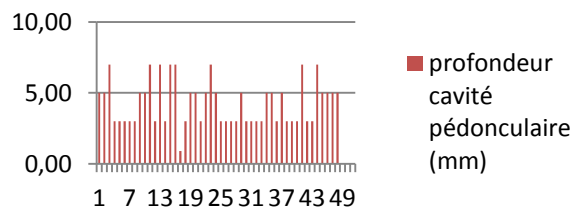
forme (ventrale)



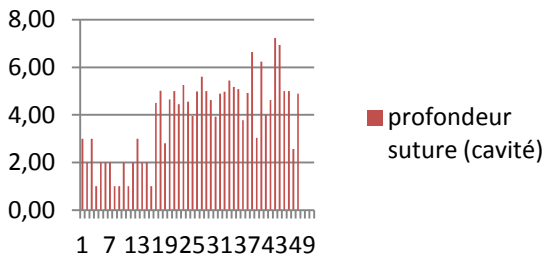
forme (latérale)



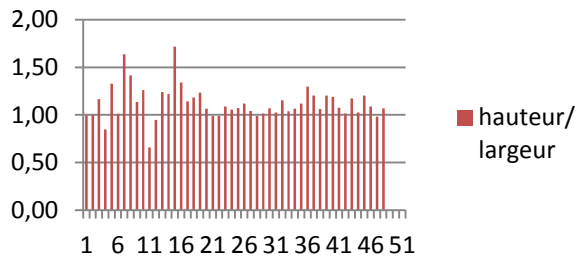
profondeur cavité pédonculaire (mm)



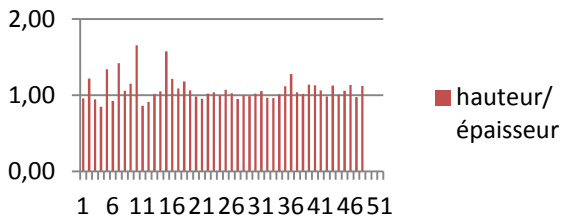
profondeur suture (cavité)



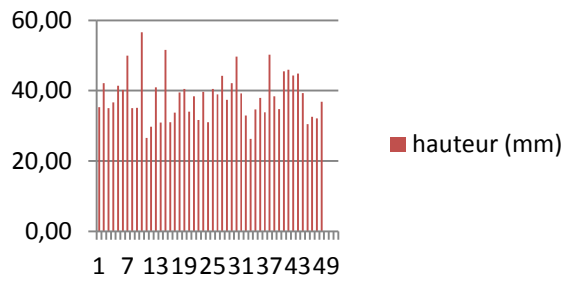
hauteur/largeur



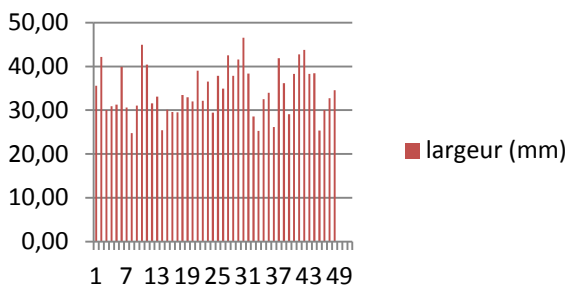
hauteur/ épaisseur



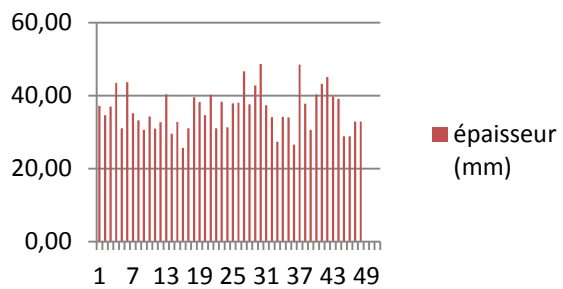
hauteur (mm)



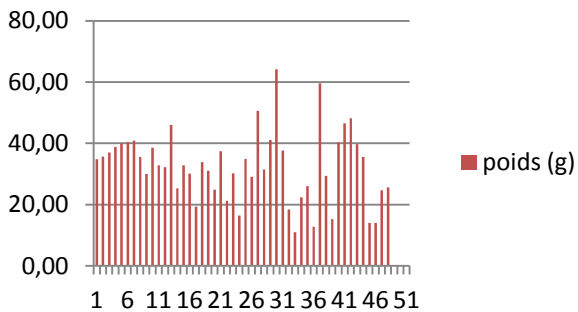
largeur (mm)



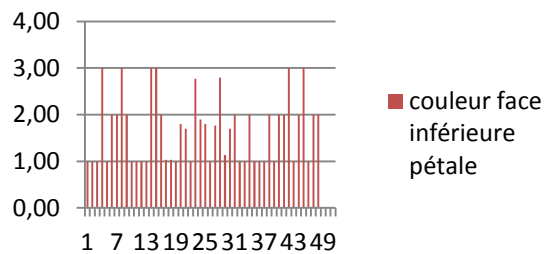
épaisseur (mm)



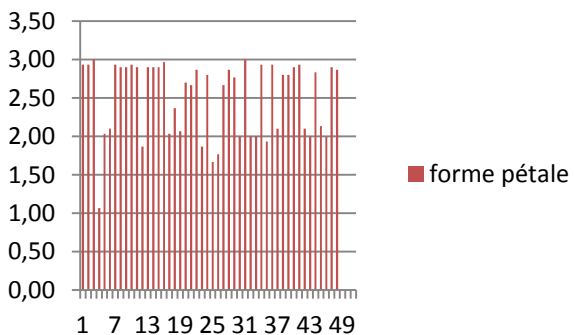
poids (g)



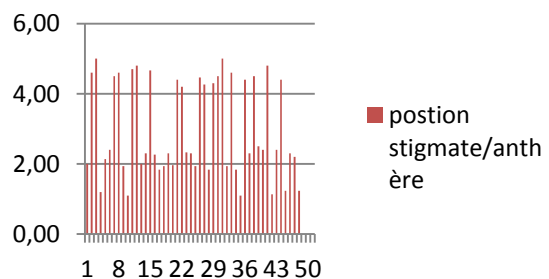
couleur face inférieure pétale



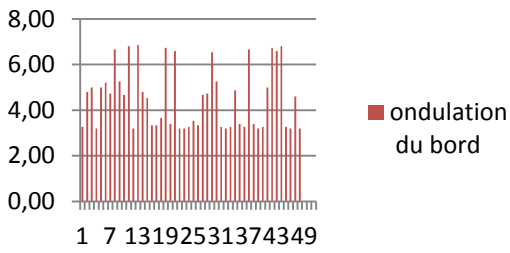
forme pétale



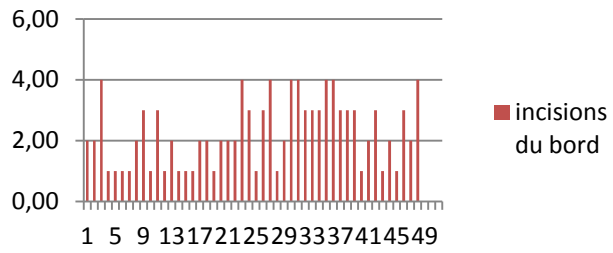
postion stigmate/anthère



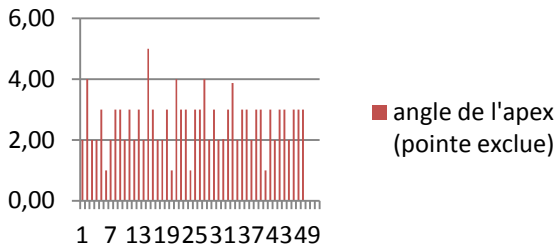
ondulation du bord



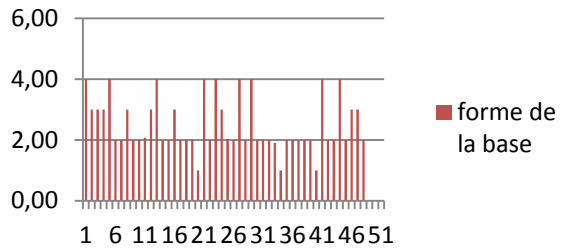
incisions du bord



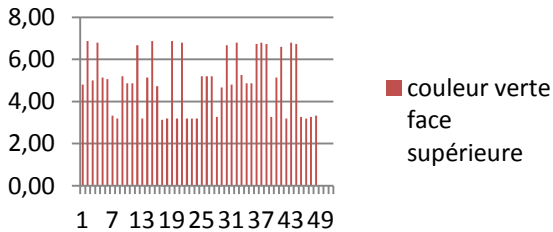
angle de l'apex (pointe exclue)



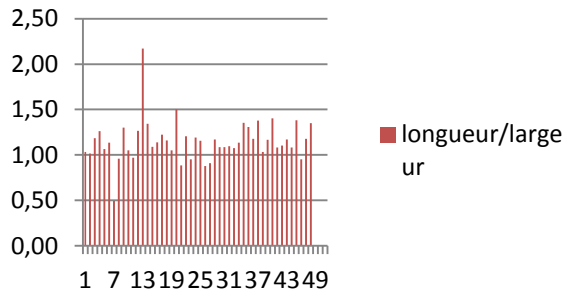
forme de la base



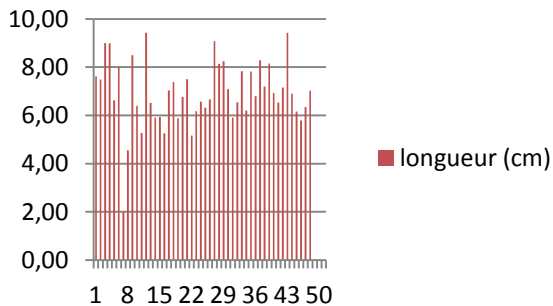
couleur verte face supérieure



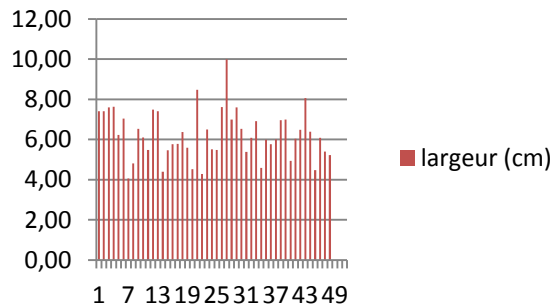
longueur/largeur



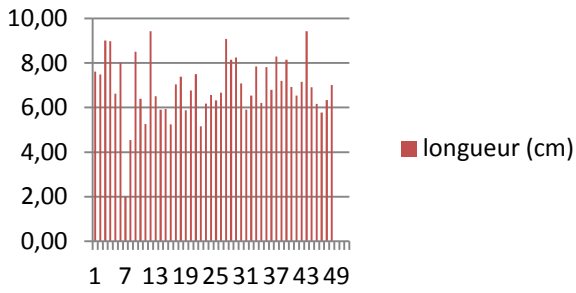
longueur (cm)



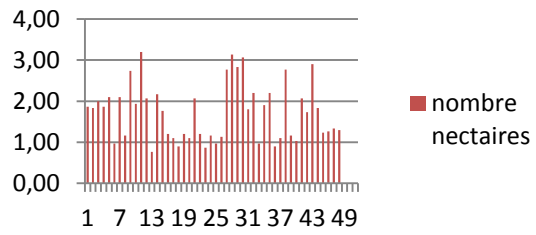
largeur (cm)



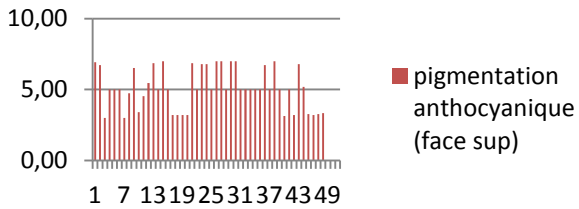
longueur (cm)



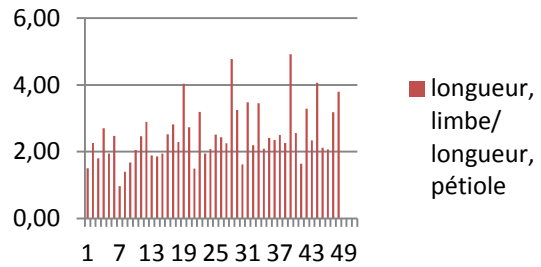
nombre nectaires



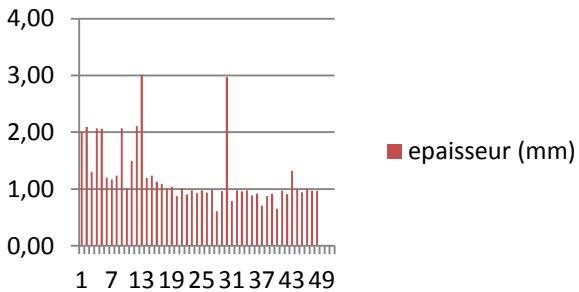
pigmentation anthocyanique (face sup)



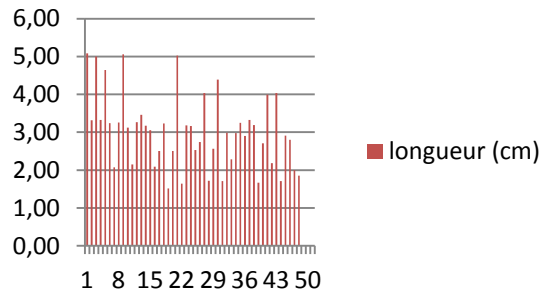
longueur, limbe/ longueur, pétiole



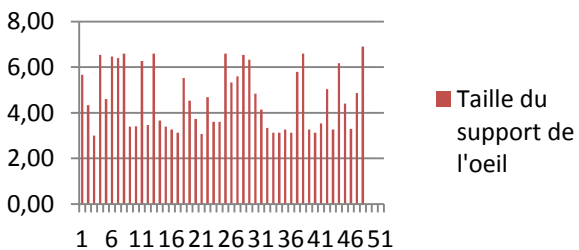
epaisseur (mm)



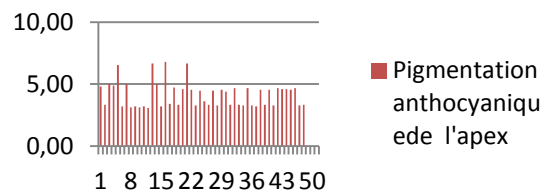
longueur (cm)



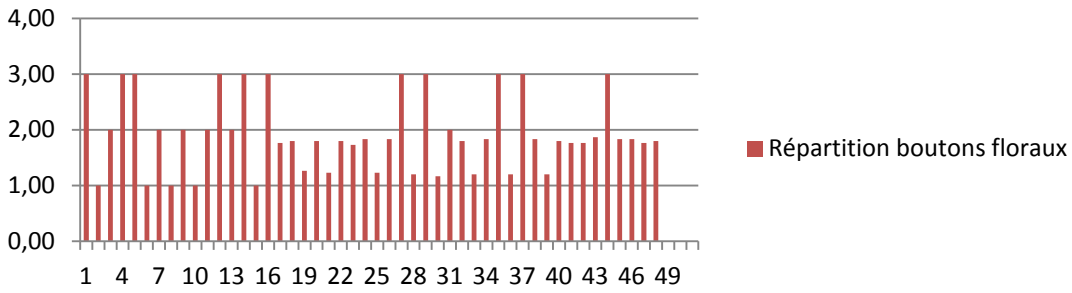
Taille du support de l'oeil



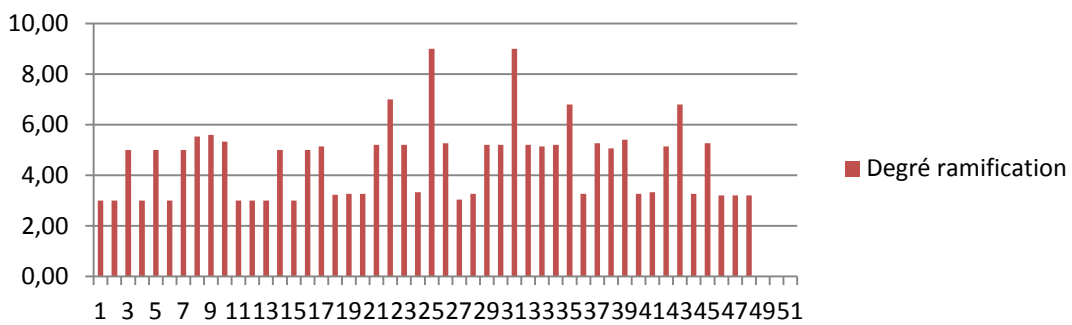
Pigmentation anthocyanique de l'apex



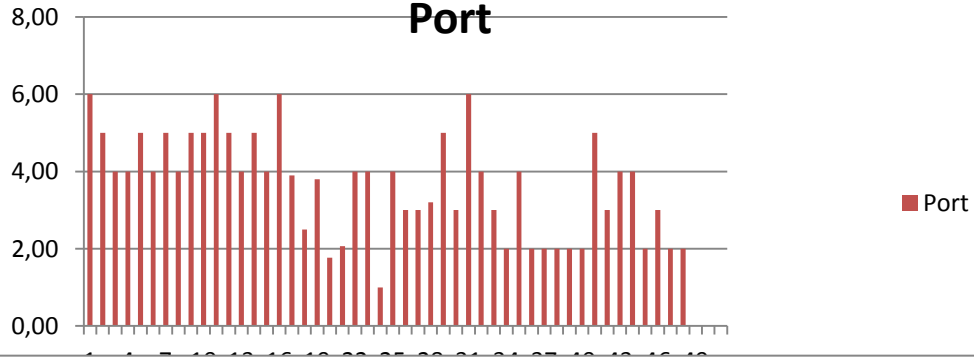
Répartition boutons floraux



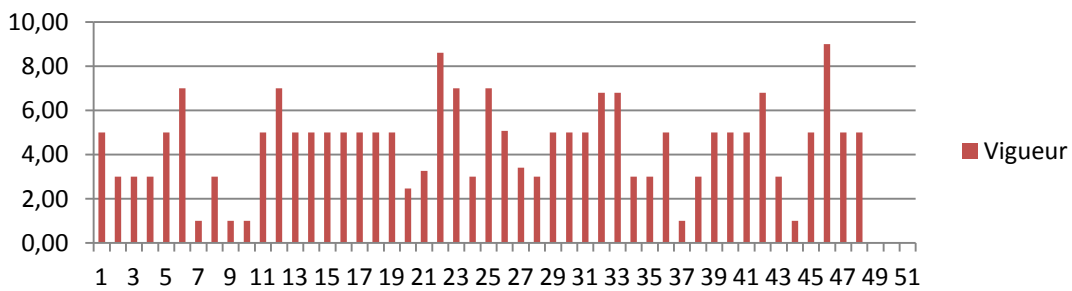
Degré ramification



Port



Vigueur



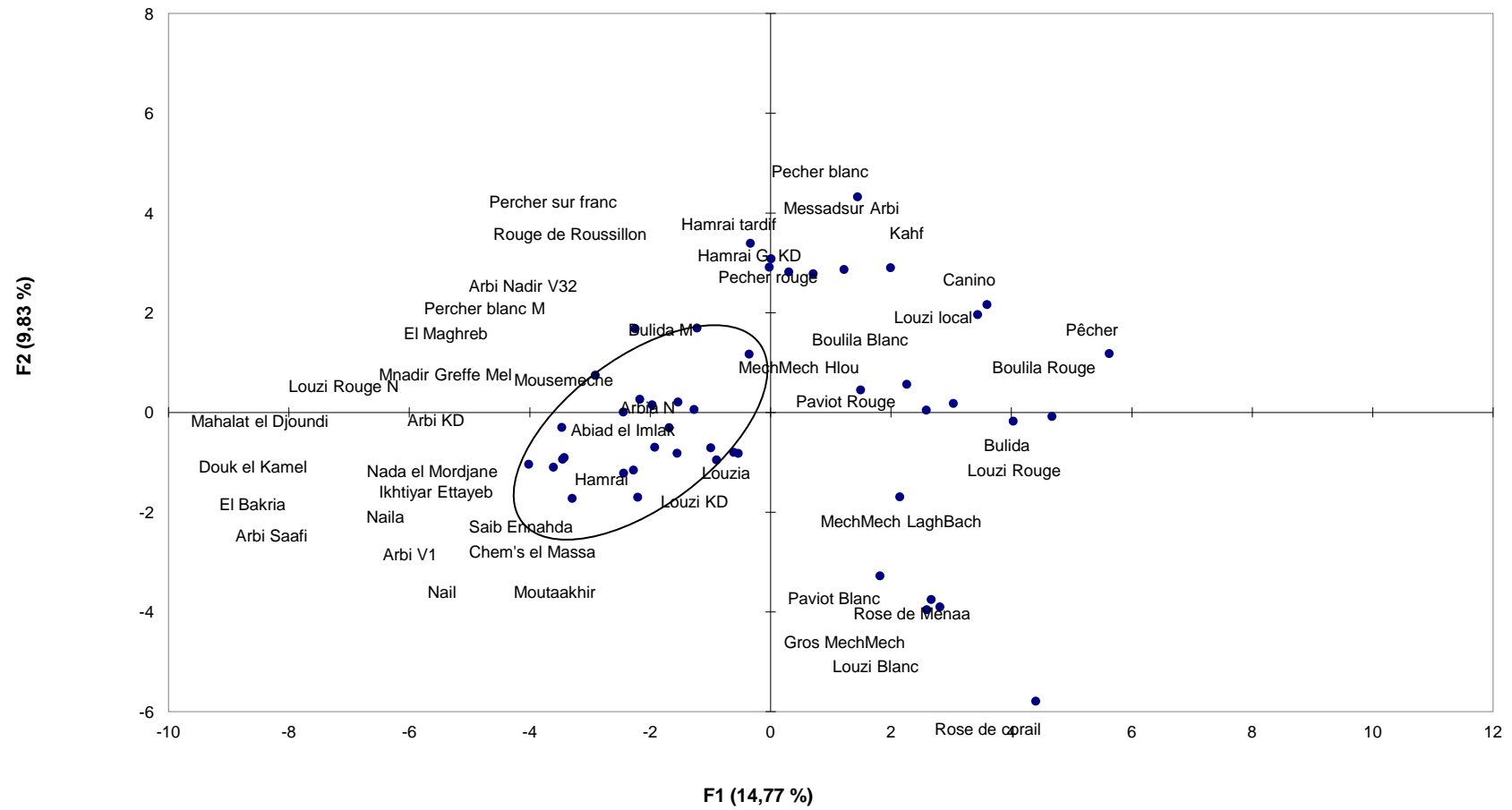
Annexe 8 : Synthèse des comparaisons multiples par paires pour les années 2005 et 2006 entre 56 variables (Newman-Keuls (SNK))

Modalité	Moyenne(Av)	Groupes	Modalité	Moyenne(Li/Lp)	Groupes	Modalité	Moyenne(Llp)	Groupes	Modalité	Moyenne(FrE)	Groupes
2006	4,501	A	2005	5,099	A	2006	0,967	A	2006	36,246	A
2005	4,483	A	2006	5,060	A	2005	0,925	A	2005	36,010	A
Modalité	Moyenne(Ap)	Groupes	Modalité	Moyenne(Lpnn)	Groupes	Modalité	Moyenne(Ldent)	Groupes	Modalité	Moyenne(FrI)	Groupes
2005	3,651	A	2005	1,722	A	2005	2,271	A	2006	34,736	A
2006	3,646	A	2006	1,678	B	2006	2,271	A	2005	34,517	A
Modalité	Moyenne(Ar)	Groupes	Modalité	Moyenne(Lptn)	Groupes	Modalité	Moyenne(Lond)	Groupes	Modalité	Moyenne(FrH)	Groupes
2005	4,564	A	2005	3,848	A	2005	4,497	A	2006	38,590	A
2006	4,421	A	2006	3,848	A	2006	4,460	A	2005	38,432	A
Modalité	Moyenne(Apbf)	Groupes	Modalité	Moyenne(LL)	Groupes	Modalité	Moyenne(Fd)	Groupes	Modalité	Moyenne(FrH/E)	Groupes
2006	1,958	A	2006	7,022	A	2006	3,223	A	2005	1,080	A
2005	1,920	B	2005	6,924	A	2005	3,156	B	2006	1,076	A
Modalité	Moyenne(Apbf)	Groupes	Modalité	Moyenne(LI)	Groupes	Modalité	Moyenne(Fst/an)	Groupes	Modalité	Moyenne(FrH/I)	Groupes
2006	4,169	A	2006	6,266	A	2006	3,072	A	2006	1,121	A
2005	4,167	A	2005	6,213	A	2005	2,976	A	2005	1,119	A
Modalité	Moyenne(Ap)	Groupes	Modalité	Moyenne(LL/LI)	Groupes	Modalité	Moyenne(Fp)	Groupes	Modalité	Moyenne(FrS)	Groupes
2006	4,588	A	2006	1,226	A	2006	2,583	A	2006	3,814	A
2005	4,582	A	2005	1,155	A	2005	2,508	A	2005	3,813	A
Modalité	Moyenne(Lplg)	Groupes	Modalité	Moyenne(Llpig)	Groupes	Modalité	Moyenne(Fpcoul)	Groupes	Modalité	Moyenne(Frpp)	Groupes
2006	3,023	A	2005	4,922	A	2006	1,709	A	2005	4,290	A
2005	2,962	A	2006	4,921	A	2005	1,676	A	2006	4,288	A
Modalité	Moyenne(Lpep)	Groupes	Modalité	Moyenne(Lfb)	Groupes	Modalité	Moyenne(Flo)	Groupes	Modalité	Moyenne(FrFl)	Groupes
2006	1,208	A	2005	2,500	A	2005	3,603	A	2005	4,608	A
2005	1,208	A	2006	2,498	A	2006	3,542	B	2006	4,604	A
Modalité	Moyenne(Li/Lp)	Groupes	Modalité	Moyenne(Lfs)	Groupes	Modalité	Moyenne(FrP)	Groupes	Modalité	Moyenne(FrFv)	Groupes
2006	2,629	A	2005	2,623	A	2005	38,744	A	2005	2,649	A
2005	2,613	A	2006	2,623	A	2006	32,978	A	2006	2,646	A

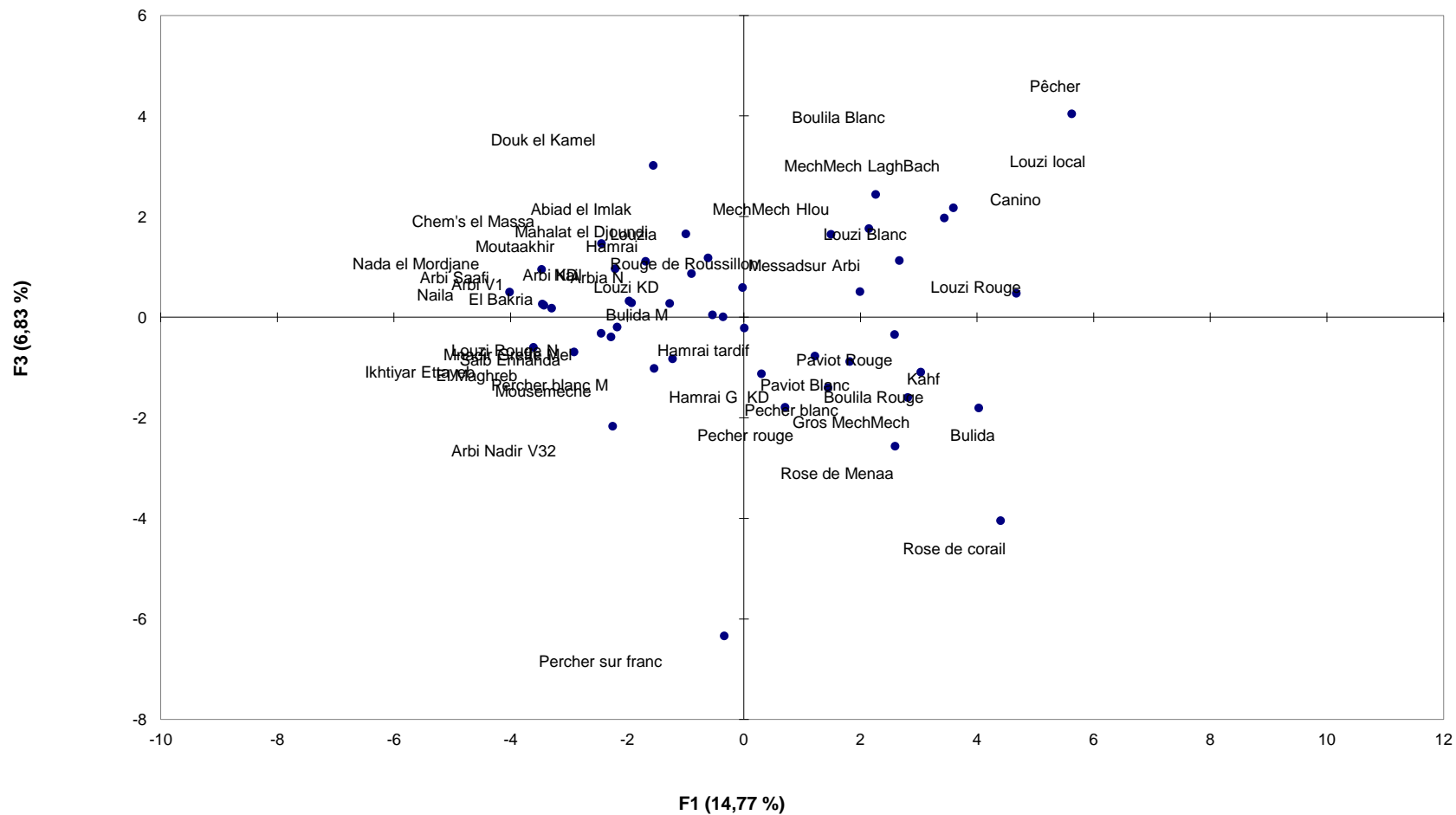
Suite Annexe 8 : Synthèse des comparaisons multiples par paires pour les années 2005 et 2006 entre 56 variables (Newman-Keuls (SNK))

Modalité	Moyenne(FrFs)	Groupes	Modalité	Moyenne(FrP)	Groupes	Modalité	Moyenne(Fac)	Groupes
2006	2,521	A	2005	8,417	A	2006	23,269	A
2005	2,521	A	2006	8,417	A	2005	23,256	A
Modalité	Moyenne(FrSs)	Groupes	Modalité	Moyenne(FrFe)	Groupes	Modalité	Moyenne(DF)	Groupes
2005	1,770	A	2005	5,908	A	2005	92,029	A
2006	1,770	A	2006	5,908	A	2006	91,875	A
Modalité	Moyenne(FrM)	Groupes	Modalité	Moyenne(FrCc)	Groupes	Modalité	Moyenne(DM)	Groupes
2005	6,000	A	2005	4,405	A	2005	189,789	A
2006	6,000	B	2006	4,401	A	2006	185,292	B
Modalité	Moyenne(FrS)	Groupes	Modalité	Moyenne(FrNp)	Groupes			
2005	2,225	A	2006	2,216	A			
2006	2,225	A	2005	2,155	A			
Modalité	Moyenne(FrCf)	Groupes	Modalité	Moyenne(FrP/Np)	Groupes			
2005	4,313	A	2005	17,731	A			
2006	4,313	A	2006	15,550	A			
Modalité	Moyenne(FrCs)	Groupes	Modalité	Moyenne(FrNad)	Groupes			
2005	2,129	A	2006	3,385	A			
2006	2,129	A	2005	3,381	A			
Modalité	Moyenne(FrCsi)	Groupes	Modalité	Moyenne(FrNf)	Groupes			
2006	4,425	A	2005	3,311	A			
2005	4,422	A	2006	3,311	A			
Modalité	Moyenne(FrCse)	Groupes	Modalité	Moyenne(FRNam)	Groupes			
2005	3,511	A	2005	2,111	A			
2006	3,511	A	2006	2,111	A			
Modalité	Moyenne(FrCsd)	Groupes	Modalité	Moyenne(Fsu)	Groupes			
2005	1,522	A	2006	13,125	A			
2006	1,522	A	2005	12,967	A			

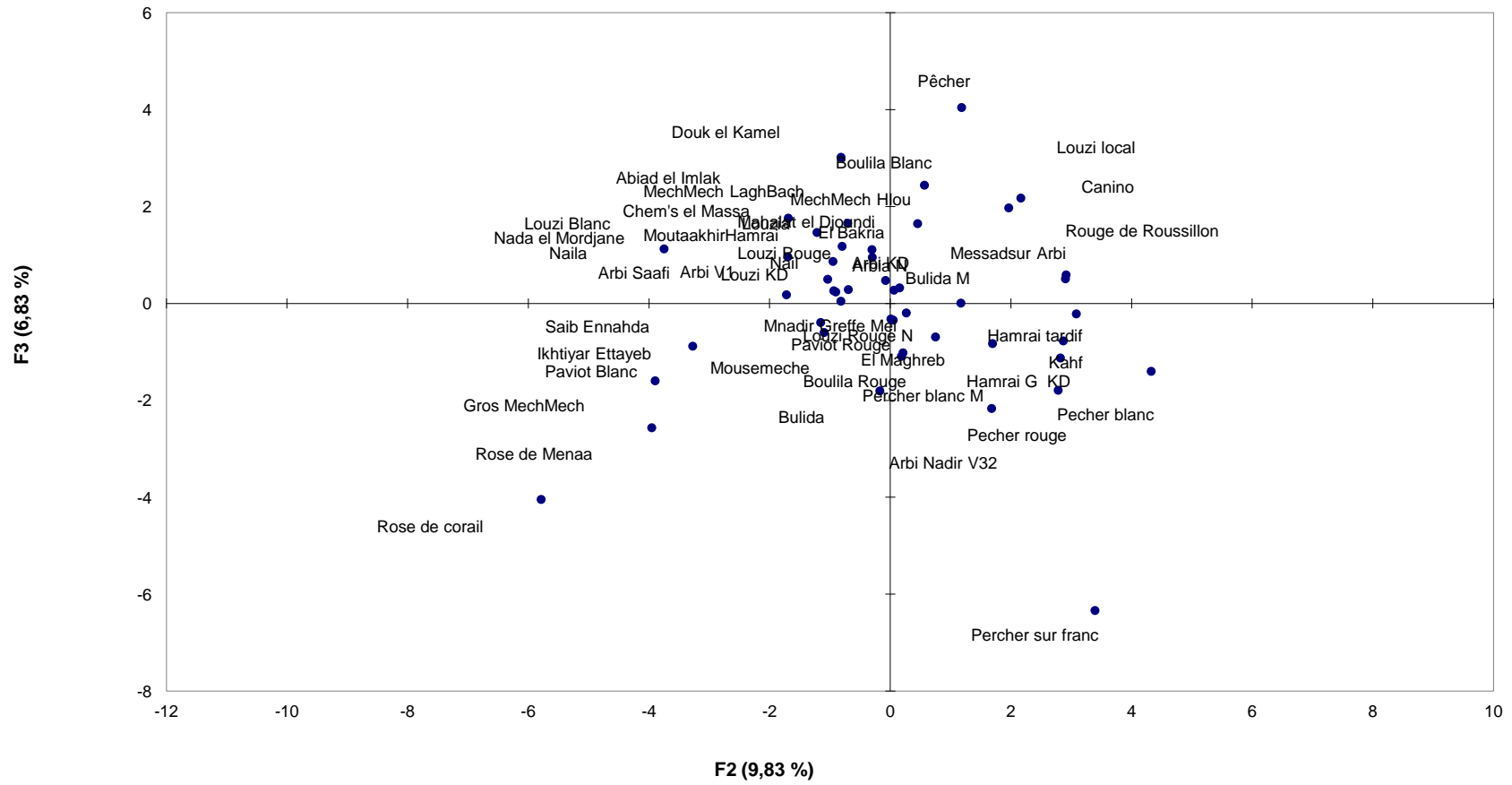
Observations (axes F1 et F2 : 24,59 %)



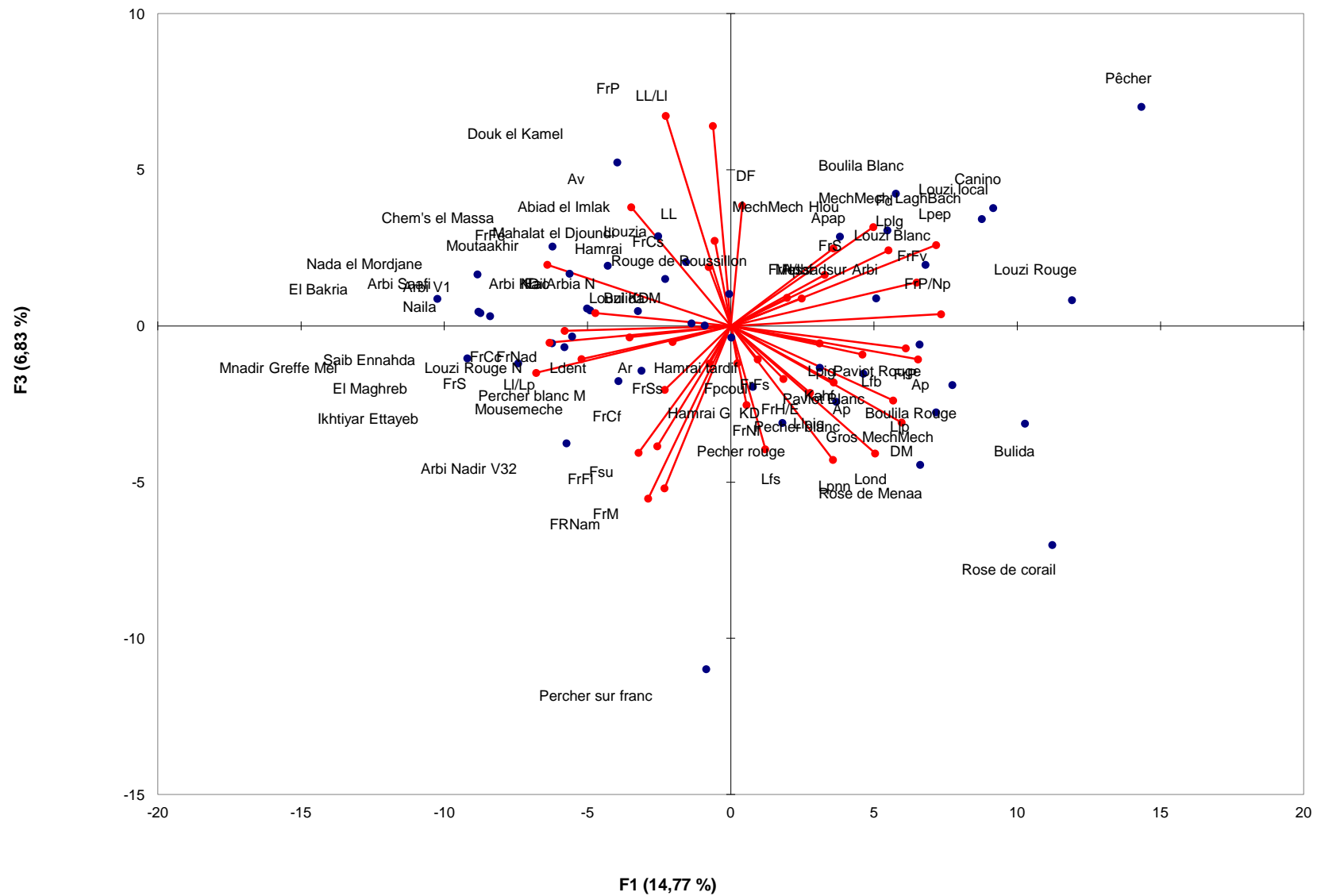
Observations (axes F1 et F3 : 21,60 %)



Observations (axes F2 et F3 : 16,66 %)



Biplot (axes F1 et F3 : 21,60 %)



Résumé

L'abricotier est une espèce qui se caractérise par une diversité très riche, localisée surtout autour du bassin méditerranéen.

L'Algérie renferme une large gamme d'abricots peu connue. Cela nous a incités à entreprendre une étude de la diversité dans les zones semi arides algériennes qui a commencé par des prospections dans deux régions de culture où différents types d'abricotiers sont représentés. 48 accessions ont ainsi été identifiées. Afin d'évaluer les ressources génétiques de l'abricotier dans les zones semi aride en Algérie et d'estimer la diversité de ce patrimoine, aussi bien par rapport aux régions prospectées, qu'à l'échelle de la méditerranée, nous nous sommes intéressés à la description morphologique d'une part et à l'étude de la diversité par les marqueurs moléculaires d'autre part.

L'étude basée sur les caractères morphologiques a permis de distinguer deux typologies liées aux caractères des fruits. Au sein de chacun des groupes, des sous-groupes, relativement à l'ensemble des variables étudiées, ont été identifiés permettant la distinction de variétés populations.

Une seconde approche, basée sur les outils moléculaires, a permis de résoudre les cas d'homonymies et de synonymies entre les variétés des différentes régions, d'identifier des groupes d'accessions, et de sélectionner une accession représentative de chaque variété. Les relations entre l'origine géographique des matériels et leur groupement ont été observés.

Une troisième approche, basée sur l'utilisation de marqueurs microsatellites, a concerné l'élaboration d'une empreinte génétique spécifique à chaque variété à travers la clé d'identification variétale. Cette approche a permis, sur un sous-ensemble de 47 variétés représentatives de la diversité, d'identifier des marqueurs microsatellites pertinents à des fins d'identification.

Les différentes informations ont permis d'identifier *les* accessions représentatives de la variabilité et de déceler deux origines génétiques distinctes dans le matériel abricotier du semi aride dont l'ancrage par rapport à la diversité méditerranéenne globale montre qu'il s'apparente aussi bien à la diversité du Proche-Orient (centre de diversité irano-caucasien) qu'à la diversité de l'Europe du sud (en particulier les variétés espagnoles et Françaises).

Mots clés : abricotier, caractérisation, identification, morphologie, marqueurs moléculaires, diversité génétique, phylogénie, clé d'identification variétale, microsatellites, UPOV descripteur.

Resum

The apricot is a species which is characterized by a rich diversity localized mainly around the Mediterranean basin.

In Algeria there are many types of apricot, which are not well-known. This encouraged us to undertake a study of diversity in Algerian semi-arid areas, which were started by surveys in two growing regions, where different types of apricot trees are represented. 48 accessions were identified. To assess the genetic resources of apricots in the semi-arid areas in Algeria and to estimate the diversity of this heritage, as well compared to surveyed areas at the level of the Mediterranean, we became interested in the morphological description of one part and by study of the diversity of the other molecular markers.

The study based on morphological characters has identified two types related to fruit characters. Within each group of sub-groups, as number of variable studies showed, we are able to identify variety of populations.

A second approach, based on molecular tools, has solved the case of homonyms and synonyms between varieties from different regions and helped to identify groups of accessions and select a representative accession of each variety. The relations between the geographical origin of the material and their group were observed.

A third approach, based on the use of microsatellite markers, involved the development of a specific genetic fingerprint for each variety through varietal identification key. This approach, on a subset of 47 varieties representative of the diversity, permitted to identify relevant microsatellite markers for identification purposes.

Different information helped to identify representative accessions variability and to discover two distinct genetic origins in the semi-arid apricot tree's material, whose anchor compared to the overall Mediterranean diversity shows that it is related to the Middle East diversity (center of Iranian -Caucasian diversity) and the diversity of southern Europe (especially Spanish and French variety) .

Keywords: apricot tree, characterization, identification, morphology, molecular markers, genetic diversity, Phylogeny, varietal identification key, microsatellites, UPOV descriptor.