

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mohamed Khider- Biskra-
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie



Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magistère

Option : **Biotechnologie**

CONTRIBUTION A L'AMPELOMETRIE AUTOMATIQUE PAR ANALYSE D'IMAGE POUR LA CARACTERISATION ET L'IDENTIFICATION DES VARIETES DE VIGNES LOCALES

Présenté par : Selma BENCHARIF

Devant le jury :

| | | |
|----------------------------------|---------------------------|-----------|
| Mr. TOUMI Mohamed | E.N.S. Kouba | Président |
| Mr. BENTCHIKOU Mohamed El Moncef | Université de Constantine | Promoteur |
| Mr. BELARBI Baroudi | I.N.A. El Harrach | Examineur |
| Mr. El HEIT Kaddour | Université de Tizi-Ouzou | Examineur |
| Mr. LAIADI Ziane | Université de Biskra | Invité |

Année universitaire 2010-2011

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier Monsieur BENTCHIKOU M. M, de m'avoir encadrée tout au long de ce travail. Merci pour le temps qu'il a consacré à la correction de ce manuscrit.

Je remercie particulièrement Monsieur LAIADI Z. d'être resté présent lors de ce travail. Merci pour son soutien, ses conseils et sa grande disponibilité.

Je remercie également tous les membres du jury d'avoir accepté d'évaluer et de juger ce travail mais aussi pour leurs remarques pertinentes et constructives. J'adresse mes remerciements à Monsieur TOUMI M., le président du jury et à Messieurs BELARBI B. et EL HEIT K. de prendre le temps d'examiner ce travail et d'en être les rapporteurs.

J'adresse mes vifs remerciements à Monsieur CHALA A. pour son aide très précieuse et sa contribution dans la réalisation de ce travail.

Je tiens à remercier Madame HATTAB D. et ses étudiantes pour la collaboration permanente et fructueuse que nous avons pu avoir.

Aussi, je remercie tous le personnel de la station expérimentale I.T.A.F.V. de Tighennif pour leur accueil et pour l'aide qui m'ont apporté.

Et enfin, je remercie très sincèrement tous mes proches, plus particulièrement ma tendre et chère mère qui m'a toujours été d'un soutien sans faille dans mes études. Je tiens à lui rendre hommage et lui exprimer tout mon respect et toute ma gratitude.

Liste des abréviations

| | |
|----------------|--|
| ACP | Analyse de la Composante Principale. |
| ADN | Acide DésoxyriboNucléique. |
| ANOVA | Analysis of Variance. |
| ELISA | Enzyme-Linked ImmunoSorbent Assay. |
| GIF | Graphics Interchange Format. |
| IBPGR | International Board for Plant Genetic Resources. |
| INRA | Institut National de la Recherche Agronomique. |
| ITAFV | Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne. |
| JPEG | Joint Photographic Experts Group. |
| L | Linné. |
| LSD | Last Significant Difference. |
| OIV | Office International de la Vigne. |
| PPDS | La Plus Petite Différence Significative. |
| SAU | Surface Agricole Utilisée. |
| TIF | Tag (ged) Image File Format. |
| UPGMA | Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean. |
| UPOV | Union Internationale de la Protection des Obtentions Végétales. |
| UTHSCSA | <u>University of Texas Health Science Center at San Antonio.</u> |
| VIVC | Vitis International Variety Catalogue. |

Table des matieres

| | |
|--------------------|---|
| Introduction | 1 |
|--------------------|---|

Chapitre I/ Synthèse bibliographique

| | |
|--|----|
| 1. Histoire de la viticulture et sa situation en Algérie..... | 3 |
| 2. Etude de la vigne en Algérie..... | 4 |
| 3. Taxonomie de la vigne..... | 5 |
| 4. Définition de la vigne..... | 6 |
| 5. Origine et dénomination des cépages..... | 7 |
| 6. Le milieu cultural viticole..... | 7 |
| 6.1.Le climat..... | 7 |
| 6.1.1. La température..... | 8 |
| 6.1.2.Les précipitations..... | 8 |
| 6.1.3.L'ensoleillement | 8 |
| 6.2.Le sol..... | 8 |
| 7. Classification et caractérisation des cépages..... | 9 |
| 7.1.Les méthodes descriptives utilisant des marqueurs phénotypiques..... | 10 |
| 7.1.Définition de l'Ampélographie..... | 10 |
| 7.1.2. Histoire de l'ampélographie..... | 10 |
| 7.1.3. Les caractéristiques et les organes étudiés en ampélographie..... | 11 |
| 7.1.3. 1. Ampélographie du bourgeonnement..... | 11 |
| 7.1.3. 2. Ampélographie des jeunes feuilles..... | 12 |
| 7.1.3. 3. Ampélographie des feuilles adultes | 12 |
| 7.1.3. 3.1. Les types de feuilles..... | 12 |
| 7.1.3. 3.2. Dimension des feuilles..... | 13 |
| 7.1.3. 3.3. Découpures..... | 14 |
| 7.1.3. 3.4. La villosité du limbe..... | 14 |
| 7.1.3. 3.5. La couleur..... | 14 |
| 7.1.3. 3.6. Aspect général du limbe..... | 14 |
| 7.1.3. 3.7. La disposition du limbe..... | 14 |
| 7.1.3. 3.8. La dentelure..... | 15 |
| 7.1.3.4. Ampélographie des rameaux..... | 15 |
| 7.1.3.5. Ampélographie des sarments..... | 15 |
| 7.1.3.6. Ampélographie de l'inflorescence..... | 15 |
| 7.1.3. 7. Ampélographie des fleurs..... | 16 |
| 7.1.3.8. Ampélographie de la grappe..... | 16 |
| 7.1.3. 9. Ampélographie des baies..... | 17 |
| 7.1.3. 10. Ampélographie des graines..... | 19 |
| 7.2. Méthodes analytiques utilisant des marqueurs biologiques..... | 19 |
| 7.2. 1. Polymorphisme de longueur de fragments de restriction | 19 |
| 7.2.2. Les techniques de la chaîne par polymérase | 20 |

Chapitre II/Matériels et méthodes

| | |
|---|----|
| 1. Présentation de la zone d'étude..... | 21 |
| 2. Matériel végétale | 21 |
| 3.Echantillonnage..... | 22 |
| 4. Les caractéristiques quantitatives étudiées de la feuille..... | 23 |
| 5. Les caractéristiques qualitatives étudiées de la feuille..... | 25 |
| 5.1. Numérotation des dents..... | 26 |

| | |
|--|----|
| 5.2. La forme des dents..... | 27 |
| 5.3. Taille des dents par rapport à leur limbe..... | 27 |
| 5.4. Longueur des dents par rapport à leur largeur..... | 28 |
| 5.5. Morphologie des sinus..... | 28 |
| 5.5.1. Chevauchement du sinus pétiolaire | 28 |
| 5.5.2. Forme de la base du sinus pétiolaire..... | 29 |
| 5.5.3. Chevauchement des sinus latéraux supérieurs..... | 29 |
| 5.5.4. Forme de la base des sinus latéraux supérieurs..... | 29 |
| 5.5.5. Chevauchement des sinus latéraux inférieurs..... | 30 |
| 5.5.6. Forme de la base des sinus latéraux inférieurs..... | 30 |
| 5.6. Notation des nervures | 30 |
| 6. Les relations entre les variables quantitatives | 30 |
| 7. L'analyse statistique..... | 31 |
| 7.1. Les paramètres quantitatifs..... | 31 |
| 7.1.1.L'analyse de la composante principale | 31 |
| 7.1.2. L'analyse de la variance..... | 31 |
| 7.2 .Les paramètres qualitatifs..... | 33 |
| 8. La reconstruction de la feuille moyenne..... | 34 |
| 8.1. La reconstruction manuelle de la feuille moyenne..... | 34 |
| 8.2. La reconstruction automatique de la feuille moyenne | 34 |

Chapitre III/Résultats et discussions

| | |
|--|----|
| 1. Etude des paramètres quantitatifs..... | 35 |
| 1.1. Etude différentielle des cultivars par l'ACP..... | 35 |
| 1.1.1. La distribution des variétés dans les trois premiers axes..... | 36 |
| 1.1.2. La distribution des variétés dans les deux premiers axes (plan principale)..... | 40 |
| 1.2. Etude différentielle des cultivars en utilisant l'ANOVA..... | 42 |
| 1.2.1. Etude des angles de la feuille..... | 42 |
| 1.2.1.1. Les angles du côté gauche de la feuille..... | 42 |
| 1.2.1.2. Les angles du côté droit de la feuille..... | 45 |
| 1.2.2. Etude des longueurs des nervures de la feuille..... | 48 |
| 1.2.2.1. La longueur des nervures principale (L)..... | 48 |
| 1.2.2.2. Les longueurs des nervures secondaires du côté gauche..... | 49 |
| 1.2.2.2. Les longueurs des nervures secondaires du côté droit | 50 |
| 1.2.3. Etude des profondeurs des sinus latéraux supérieurs et inférieurs..... | 51 |
| 1.3.Corrélation entre les variables | 53 |
| 1.4.Classification hiérarchique | 54 |
| 2.Etude des paramètres qualitatifs | 56 |
| 2. 1. Caractéristiques qualitatives de la feuille adulte | 56 |
| 2.1.1. Forme des dents (076)..... | 57 |
| 2.1.2. Taille des dents par rapport à leur limbe (077)..... | 57 |
| 2.1.3. Taille des dents par rapport à leur largeur (078)..... | 57 |
| 2.1.4. Chevauchement du sinus pétiolaire (079)..... | 58 |
| 2.1.5. Chevauchement des sinus latéraux supérieurs (082*) et inférieurs (CSPI)..... | 58 |
| 2.1.5.1. Chevauchement des sinus latéraux supérieurs (082*)..... | 58 |
| 2.1.5.2. Chevauchement des sinus latéraux inférieurs(CSLI)..... | 58 |
| 2.1.6. Forme de la base des sinus..... | 58 |
| 2.1.6. 1. Forme de la base du sinus pétiolaire (080)..... | 58 |
| 2.1.6. 2.Forme de la base des sinus latéraux supérieurs (083-1)..... | 59 |
| 2.1.6. 3.Forme de la base des sinus latéraux inférieurs (FBSLI)..... | 59 |
| 2.7. Analyse par regroupement hiérarchique..... | 59 |
| 3.Reconstruction de la feuille moyenne..... | 61 |
| 3.1. Application de la reconstruction graphique..... | 62 |
| 3.2.Reconstruction manuelle de la feuille moyenne | 63 |

| | |
|---|-----------|
| 3.3.Différenciation des feuilles reconstruites..... | 65 |
| 3.4.Reconstruction automatique de la feuille moyenne | 72 |
| 3.4.1.Description de l'application | 72 |
| 3.4.2.Conception du système..... | 72 |
| 3.4.3.Présentation du système..... | 78 |
| 3.4.4.Résultats obtenus..... | 79 |
| 4. Synthèse et comparaison des résultats..... | 81 |
| Conclusion générale..... | 84 |
| Références bibliographiques..... | 86 |
| Annexes | |

CHAPITRE I

SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Histoire de la viticulture et sa situation en Algérie

La culture de la vigne a commencé en Transcaucasie durant le néolithique de 6000 à 5000 ans avant J-C. A partir de 4000 ans avant J-C, elle a été répandue par l'homme à travers le croissant fertile, jusqu'au delta du Nil. L'arrivée de l'Islam a favorisé l'expansion de la vigne de table au Moyen Orient et en Afrique du Nord (SID-OTMANE, 2009). Il a également facilité son développement en Espagne, en Italie et en France (MULLINS, 1990).

En Algérie, la culture de la vigne remonte à l'antiquité et la présence de vigne sauvage a été signalée par TRABUT en 1886 selon LEVADOUX (1956), dans les monts Babors. Elle n'est toutefois pas signalée par OZENDA dans la flore de Sahara (1977).

La *vigne* sauvage a été signalée en Algérie (province de Constantine, d'Alger, d'Oran), en Tunisie, au Maroc, en Espagne, en Baléares, en Corse, en Sardaigne, en France, en Suisse, et enfin au niveau de tout le continent européen, par VIALA et VERMOREL (1910).

Selon LEVADOUX *et al.* (1971), les vignes introduites par les phéniciens et leurs descendants carthaginois croisées avec les formes sauvages autochtones, sont celles qui représentent le fond de l'encépagement le plus ancien en Algérie. La production viticole de l'Est algérien était connue déjà dès l'époque romaine, il s'agissait de raisin de table tardifs à baies résistantes, les Numisiana et les Duracina. La conquête arabe eut comme conséquence l'introduction d'une vaste échelle de cépages nouveaux, dont les uns proviennent de la méditerranée orientale et appartiennent au groupe de Pontica NIGER, alors que les autres proviennent des oasis du nord de l'Arabie et de la Djazirat el -'Arabe qui appartiennent au groupe Orientalis NEGER. L'apport turc, plus tardif, n'est pas non plus négligeable et il est sûrement attesté par le Chaouch, mais probablement que plusieurs cépages du moyen orient tel que la Sultanine qui était déjà connu avant l'établissement de la suzeraineté ottomane. L'occupation française vient encore accroître l'hétérogénéité de notre encépagement, car à la veille de la colonisation, l'espace viticole était limité à la production des raisins de table et de séchage et occupait une superficie de 2000 à 3000 hectares satisfaisant les besoins de la population sédentarisée de la partie nord du pays (LEVADOUX *et al.*, 1971).

La crise phylloxérique qui a détruit progressivement le vignoble français (1863) a fait que la France depuis 1877 a développé et amplifié la viticulture de cuve en Algérie en introduisant de nombreuses variétés du Midi de la France et du Levant espagnol où la

superficie du vignoble algérien passait de 23.000 hectares en 1880 à 123.000 hectares en 1896 (BLOTTIERE,1930 ; ISNARD,1947 ; LEVADOUX *et al.* ,1971 et BOUBALS ,1972). Mais les plantation se faisaient avec du matériel d'introduction, d'où la disparition progressive de nos variétés (MULLINS *et al.*, 1992) . En 1917, le phylloxera a fait des ravages où 94% du vignoble a été contaminé, la reconstitution toute fois s'est opérée rapidement au moyen des porte-greffes américains.

A la veille de l'indépendance le vignoble de cuve occupait une surface totale de 366 .000 hectares et se localisait dans les meilleures terres. L'Algérie était le 4^{ème} pays producteur viticole et le premier exportateur au monde avec un vignoble qui couvrait 3% des surfaces agricoles. Après l'indépendance de l'Algérie, le vignoble algérien avait à faire face à de graves difficultés, avec une production de près de 15 millions d'hectolitres de vin, qui n'étaient pas sur de trouver preneur. Il a été prévu de reconvertir certains anciens vignobles à vin en vignes à raisins de table et raisins secs qui devront atteindre respectivement 40 000 et 10 000 hectares (AOUF, 1972).

2. Etude de la vigne en Algérie

La vigne algérienne a été très peu étudiée jusqu'au XIX^{ème} siècle. Le premier à l'avoir fait est SALMON (1869) d'après ISNARD (1951) qui a étudié quelques variétés autochtones de Tlemcen (Courchi, Adari, Farana, Aneb Lekhal) ainsi que quelques variétés turques comme le Chaouch et huit variétés espagnol comme la Valensyne rose.

LEROUX (1894), par la suite, s'est chargé de l'ampélographie des cépages indigènes, particulièrement ceux de Blida. PULLIAT (1898) et TRABUT (1899) in VIALA et VERMOREL (1910) ont étudié d'autres variétés autochtones telles que Ain el Kelb, Farana et Amokrane. En 1971, LEVADOUX *et al.*, ont publié un ouvrage sur l'ampélographie algérienne où ils ont dressé les principaux cépages cultivés en Algérie.

Au cour de ces dernières années, certains chercheurs se sont intéressés de plus en plus à la caractérisation des cépages autochtones dans le cadre des projets de recherche pour le développement et la valorisation des ressources végétales au niveau des différentes stations expérimentales. Parmi ces études, citons celle de LAIB (2004), qui a réalisé la caractérisation ampélographique de quelques variétés de vignes autochtone ; de LAIADI *et al.* (2009), qui a procédé à la caractérisation ampélographique et moléculaire de quelques cépages autochtones de la station expérimentale de Skikda ; de SID-OTMANE (2009), qui a présenté un aperçu sur l'état actuel de la culture de vigne en Ahaggar ; aussi RIAHI *et al.* (2010), ont publié une

étude sur la structure génétique et la différenciation entre les vignes (*Vitis vinifera* L.) de la région du Maghreb, y compris celles de l'Algérie.

3. Taxonomie de la vigne

La vigne spontanée et la vigne cultivée appartiennent au genre *Vitis* qui fait partie de la famille des *Vitacées*, anciennement famille des *Ampelidées* (GALET, 2000) qui est associée aux familles des *Rhamnaceae* et des *Leeceae*, et forment l'ordre des *Rhamnales* (CHADEFAUD et EMBERGER, 1960). Les vitacées comprennent dix neuf genres au total dont deux genres fossiles, et dont seul le genre *Vitis* nous intéresse (HUGLIN, 1986).

Afin de tenir compte des différences anatomiques, cytologiques et morphologiques des espèces, PLANCHON in GALET (2000) a devisé le genre *Vitis* en deux sections (Figure 01) :

- La section *Muscadinia* : comprenant 3 espèces américaines dont le nombre chromosomique de base est $n=20$, ce qui rend difficile l'obtention de croisement fertile avec les autres *Vitis*.
- La section *Vitis* : appelée *Euvitis*, qui comprend les vraies vignes dont le nombre de bases chromosomiques est $n=19$, avec la possibilité d'avoir des cépages triploïdes à $2n=57$ ou tétraploïde à $2n=76$.

Toutes les espèces de *Vitis* peuvent se croiser entre elles et donner des descendance viables et fertiles.

La quasi-totalité des vignes cultivées font partie de la section *Vitis*, à l'intérieur duquel on distingue 3 groupes classés en fonction de leurs origines géographiques : américaines ; asiatiques et euro-asiatiques. La dernière origine ne comporte qu'une seule espèce, *Vitis vinifera* Linné et son archetype *Vitis vinifera sylvestris* (HUGLIN, 1986 et ARNOLD, 2002).

La vigne, *Vitis vinifera* L. est composée de 2 sous espèces : *Vitis vinifera ssp sativa* qui est la vigne cultivée et *Vitis vinifera ssp sylvestris* qui est la vigne sauvage, appelée également : *lambrusque* (LEVADOUX, 1956).

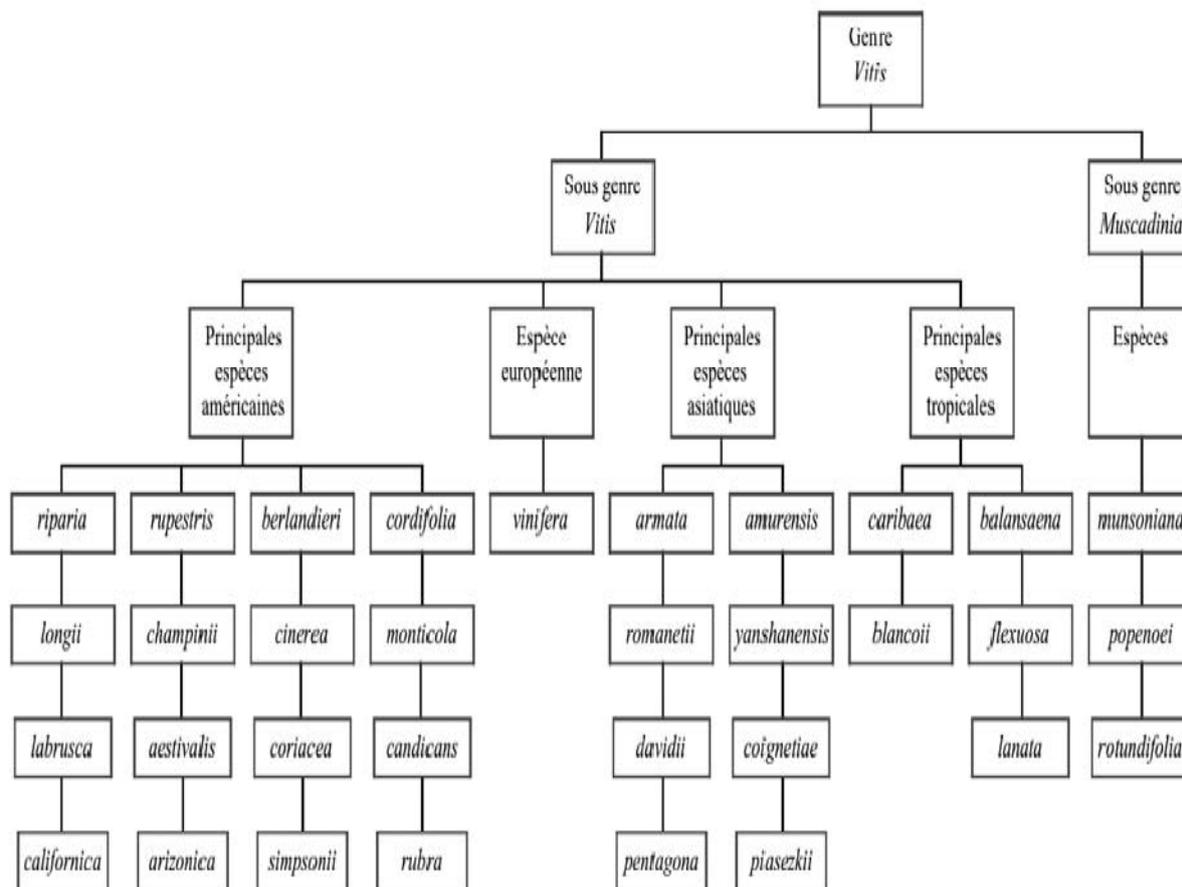


Figure 01 : Diagramme représentant la classification systématique de l'espèce *Vitis vinifera* parmi les Vitacées (MARCHIVE, 2006)

4. Définition de la vigne

La vigne, plante angiosperme dicotylédone, est une liane, donnant annuellement des sarments, grimpante, munie de vrilles opposées aux feuilles, ses fleurs sont généralement pentamères, plus rarement hexamères, sur la même inflorescence (HUGLIN, 1986 ; GALET, 2000 et BOCK, 2009).

La vigne se multiplie essentiellement par voie végétative: bouturage, provignage, marcottage, ou greffage (GALET, 2000).

En fonction de la destination des raisins, on distingue plusieurs catégories de cépages :

- Les cépages de cuve : à baie juteuse (Grenache, Barbera, Merlot, Pinot noir, Sauvignon, Alicante-Bouchet, etc.....).

- Les cépages de table : à grappe lâche, à baies assez grosses, à pulpe croquante et à peau résistante (Muscat d’Alexandrie, Ahmar bou Ahmar , Adari, Dattier de Beyrouth , Valenci, Cardinal....).
- Les cépages destinés au séchage : à baies généralement apyrènes et à pulpe assez consistante (Sultanine, Corinthe, Perlette), et parfois à baies pyrènes comme le Muscat d’Alexandrie et le Rosaki.

Il arrive que certains cépages aient plusieurs usages, c’est le cas du Muscat d’Alexandrie qui est à la fois utilisé comme raisins de table, raisins secs et raisin de cuve (LEVADOUX et *al.*, 1971 ; ANONYME, 1988 et REYNIER, 2003).

5. Origine et dénomination des cépages

Certains indices tel que la présence de pollen ,de graines et de feuilles fossiles, permettent de dire que la vigne existait à l’ère tertiaire en Asie mineur ,en Europe orientale et en Amérique (REYNIER, 2003). La vigne est cultivée depuis la plus haute antiquité et la plus part des cépages proviennent des lambrusques locaux, améliorés par l’hybridation naturelle ou par les travaux de vignerons (GALET, 1956).

Selon GALET (1956), les noms de vigne peuvent provenir de : l’aspect caractéristique du feuillage du cépage ou à la forme de leurs grains ; de l’aptitude particulière du raisin (goût, pouvoir colorant, maturité,... etc.) ; du nom du pays et du lieu d’origine ou d’introduction ; des noms d’auteurs (hybrideurs, sélectionneurs, multiplicateurs, etc....) ; des noms des personnes à qui on dédie le cépage ; des noms ronflants destinés pour un but publicitaire ; de portion de noms pour évoquer les géniteurs ; du port de la souche ou des noms à consonance voisine des vieux cépages de pays pour porter confusion ou pour rappeler une analogie.

Pour les portes greffes et les hybrides, la dénomination est composée du nom d’hybrideur et d’un numéro représentant souvent la rangée ou la série du semis.

6. Le milieu cultural viticole

6.1. Le climat

La culture de la vigne ne peut se pratiquer que dans les zones tempérées et intertropicales.

6.1. 1. La température

Pendant le repos hivernal, la vigne se montre assez résistante car les variations de température sont sans action sur la vigne sauf pour les basses températures qui provoquent les gelées et la destruction des souches. Pour les cépages de *Vitis vinifera*, les dégâts apparaissent à partir de -15 C° , par contre pour certaines espèces américaines et leurs descendances, on peut atteindre sans danger -20 à -30 C° .

Pendant la période végétative, la résistance à partir du débourrement est très faible ($-2,5\text{ C}^\circ$) (GALET, 1988 ; CRESPIY, 1992 et REYNIER, 2003).

6.1. 2. Les précipitations

Les besoins en eau de la vigne, estimé à partir des données expérimentales, au minimum 300 à 350 mm de pluie durant la période végétative et de la maturation, mais si on prend en compte des pertes par évaporation, ruissèlement et percolation, on peut porter ce chiffre à 600 mm (CRESPIY, 1992 et GALLET, 1988).

6.1. 3. L'ensoleillement

L'ensoleillement favorise la photosynthèse et donc l'accumulation du sucre dans le raisin. Les besoins de la vigne, exprimés en heure d'insolation pendant la période végétative vont de 1200 heures pour les cépages précoces à 1600 heures pour les tardifs (CRESPIY, 1992).

Aussi, il y'a d'autres facteurs météorologiques et climatiques qui influencent la viticulture tel que la rosée qui fournit une partie d'eau nécessaire à la végétation, le vent qui modifie les autres facteurs météorologiques, l'altitude, la latitude, la lumière, l'influence du relief, les forêts et en fin la proximité des mers, des lacs et des cours d'eau (GALET, 1988 ; CRESPIY, 1992 et REYNIER, 2003).

6.2. Le sol

Depuis longtemps, il a été démontré que le comportement de la vigne et la composition du raisin dépendent de la nature du sol (SEGUIN, 1975 ; DUTEAU *et al.*, 1981 et SEGUIN, 1986). Le sol influence fortement le régime hydrique de la vigne (à travers la réserve utile) et la nutrition minérale de la vigne.

Il agit d'abord par sa structure physique, c'est-à-dire ses éléments constituant (silice, argile, calcaire, humus), l'épaisseur de la terre arable, sa température, son humidité, sa couleur et l'état de sa surface et aussi par sa composition chimique qui influence fortement la quantité et la qualité des raisins récoltés ainsi que par son origine géographique (GALET, 1988).

7. Classification et caractérisation des cépages

La première classification a été réalisée à partir d'échantillons complets de vigne, lorsqu'on dispose des bourgeons, des feuilles adultes et des rameaux. C'est la classification phénotypique utilisable au printemps pendant la croissance des organes herbacés. Après le 15 juillet, où on ne peut plus disposer de bourgeons, d'autres méthodes de classification basées sur divers caractères de feuilles en utilisant la profondeur des sinus latéraux, la forme des sinus pétiolaire et la villosité du limbe. Puis, à l'approche de la maturité des raisins, il est possible de distinguer certains cépages en utilisant les caractères des grappes et des baies. Enfin, en hiver, on peut parfois distinguer certains cépages en faisant intervenir quelques caractères tirés des sarments qui sont important pour les transactions hivernales mais pas suffisants pour séparer des cépages voisins (GALET, 1990). La distinction entre les cépages voisins est faite que par un caractère porté par un seul organe ; elle s'applique en particulier à presque toutes les vignes à grains blancs, noirs ou gris et dont le feuillage est rigoureusement identique (GALET, 1956).

GALET (1998), a signalé que certains auteurs ont proposé une classification physiologiques basées sur le débourrement des cépages et sur la date de maturité des raisins. Il s'agit d'observations locales qui peuvent servir de complément à une étude morphologique.

La meilleure classification naturelle est celle qui rassemble toutes les vignes ayant le même phénotype et dont la subordination des caractères ampélographiques tient compte de l'hérédité de ces caractères au cours de la croissance. Cette classification est basée principalement sur les caractères morphologiques du bourgeonnement, des rameaux, des feuilles et accessoirement à ceux provenant des grappes et des baies.

Toutes les méthodes descriptives utilisant des marqueurs phénotypiques servent de référence ont été rassemblées dans les ouvrages d'ampélographie (VIALA et VERMOREL, 1910 ; ANONYME, 1963 ; BRANAS et TRUEL, 1965 ; GALET, 1988 et GALET, 1993).

7.1. Les méthodes descriptives utilisant des marqueurs phénotypiques

7.1.1. Définition de l'Ampélographie

Le mot Ampélographie a été utilisé la première fois par SACHS DE BRESLAN en 1661 (VIALA et VERMOREL, 1910). Il fait référence à l'art et à la discipline de la description et l'identification des cépages (MULLINS *et al.*, 1992).

L'ampélographie du grec (*ampelos* : vigne) et (graphien : *décrire*) est la science qui s'occupe de la description des cultivars de vigne. Cette description doit être suffisante pour intéresser les principaux organes végétatifs et reproducteurs, afin de permettre une identification pratique (GALET, 1956 et GALET, 2000).

7.1.2. Histoire de l'ampélographie

Jusqu'au XIII^{ème} siècle, la description de la vigne restait authentique, malgré les diverses tentatives des spécialistes. Le premier auteur de la seconde partie de l'histoire de l'ampélographie serait l'arabe IBN-AL-AWAM (1158) selon VIALA et VERMOREL (1910) qui s'est contenté de désigner les raisins que par leur couleur, la forme de leur grains et de leur fermeté, sans qu'aucun nom n'accompagne ces brèves indications. Plus tard, comme nouveautés révélées on note quelques synonymies inexactes en plus de l'époque de maturité. C'est avec PORTA in VIALA et VERMOREL (1910), qu'un essai de synonymie comparée entre les cépages napolitains et ceux de l'antiquité a été tenté, d'où fut la révélation de quelques noms nouveaux de vigne. En 1878, GOETHE a établie la fondation d'une ampélographie moderne en donnant de l'importance aux mesures ampélogométriques.

Au début du 20^{ème} siècle, RAVAZ (1902) et VIALA et VERMOREL (1910) ont établi la compilation de toutes les connaissances de cette époque et ont développé les aspects ambigus avec une illustration des principales variétés de vigne. Plus récemment, dans les années quarante, RODRIGUES (1941 et 1942b) s'est intéressé à la morphologie de la feuille, l'importance du nombre de dents pour la différenciation des hybrides du genre *Vitis*, au polymorphisme, à l'ampélogométrie, et à l'asymétrie de la feuille, de plus il a établi une méthode pour la représentation de la feuille moyenne de vigne. En 1956, GALET a proposé d'étudier et de mesurer divers organes pris à différents moments du cycle végétatif, de plus les baies, les grappes et le sexe sont devenus des caractéristiques complémentaires utilisées que lorsque les feuilles sont réellement similaires. Ce dernier a apporté une contribution inestimable en comblant les lacunes dans la connaissance de la vigne.

Dans les dernières années, les experts de l'UPOV, l'IBPGR et de l'OIV ont établi la nécessité de la caractérisation ampélographique du genre *Vitis* et ses espèces. A partir des années quatre-vingt,

plusieurs études se sont concentrées sur la différenciation des variétés de vignes d'une manière efficace et rapide, et cela en utilisant l'analyse d'image et l'ampélogométrie associées aux analyses statistiques pour la création d'une base de données en ne prenant en compte que les paramètres les plus discriminants (BOURSIQUOT *et al.*, 1987; SCHNEIDER et ZEPPA, 1988 ; BOURSIQUOT *et al.*, 1989 et DETTWEILER,1991.....). Néanmoins et malgré tous ces travaux, aucune méthode efficiente permettant une description satisfaisante n'a été établie.

7.1.3. Les caractéristiques et les organes étudiés en ampélographie 7.1.3. 1.

Ampélographie du bourgeonnement

Un

bourgeon est un embryon de rameau qui est constitué par un cône végétatif terminé par un méristème et muni d'ébauches de feuilles (GALET, 2000 ; GIRARD ,2001 et REYNIER, 2003).

Les bourgeons en voie de croissance sont des éléments très importants pour la classification où ils sont d'une grande netteté au départ de la végétation et diminuent ensuite pour disparaître à l'arrêt de la croissance (GALET, 1998).

Selon RIBEREAU-GAYON et PEYNAUD (1971) et GALET (1956), la description des bourgeons s'intéresse à :

- leurs villosités : glabre, poils composés ou aiguillons, pubescents, aranéux, duveteux ou cotonneux.
- leurs colorations: pour les poils laineux, le bourgeonnement observé est de couleur: blanche, ferrugineuse, carminée ou blanche à liserée carminée (sur le pourtour) ; par contre pour les bourgeonnements glabres, la coloration observée est celle du limbe des futures feuilles. Suivant le cas, on aura un bourgeonnement : vert pâle, jaune, rouge, cuivré, bronzé ou vert à plage bronzé.
- leurs formes ; épanouies ou globuleuse.
- leurs directions: généralement verticales et parfois recourbés comme une crosse d'évêque.
- leurs stipules: qui sont au nombre de deux, plus au moins développées et soit incolores, soit brunâtres

7.1.3. 2. Ampélographie des jeunes feuilles

Constituées des jeunes feuilles du haut et celles du bas, leur description

s'intéresse à la villosité, la coloration du limbe sur la face supérieure et accessoirement le port (RIBEREAU-GAYON et PEYNAUD, 1971 et GALET, 1998).

7.1.3. 3. Ampélographie des feuilles adultes

La feuille est toujours située au niveau d'un nœud en position alternée distique avec une divergence de 180° (HUGLIN, 1986 ; CARBONNEAU et *al.*, 2007). Elle constitue à elle seule un excellent organe de détermination et de classification des cépages par des mesures effectuées sur les feuilles d'herbier séchées adultes et saines, c'est ce qui consiste à l'ampélographie : mesures quantitatives des angles formés par les nervures principales entre elles complétées par le rapport de leur longueur.

Les détails touchent aussi bien la profondeur des sinus, la forme des dents, la villosité du limbe, etc...., pour distinguer les cépages voisins. Il est préférable d'observer la feuille adulte en mois de juillet (GALET, 1956 ; GALET, 1998 et GALET, 2000).

L'échantillonnage s'intéresse aux feuilles qui sont développées au-delà du sixième nœud, à compter de la base, sur un rameau de l'année précédente et qui ont atteint leur développement complet. Les feuilles qui se développent sur les gourmands et celles ayant subi des dégâts d'hormones, de désherbant ou altérées par des maladies doivent être écartées (RIBEREAU-GAYON et PEYNAUD, 1971; GALET, 1956 et GALET, 1998). Les observations doivent être portées sur une dizaine de feuilles afin d'éliminer les fluctuations et obtenir des valeurs moyennes pour l'identification et l'étude des cépages.

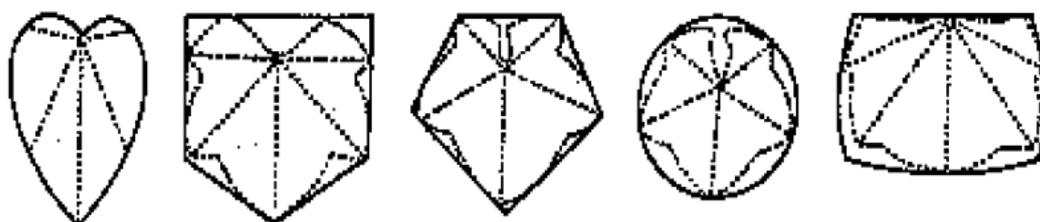
7.1.3. 3. 1. Les types de feuilles

En fonction des mesures ampélographiques, RAVAS (1902) a décrit cinq types fondamentaux de feuilles et GALET (1998) a distingué en outre trois intermédiaires (Tableau 01 et Figure 02).

Tableau 01:les types de feuilles

(RIBEREAU-GAYON et PEYNAUD, 1971)

| Types fondamentaux (RAVAS) | Types intermédiaires (GALET) |
|----------------------------|------------------------------|
| 1-réniforme | 6-Orbiculo-réniforme |
| 2-orbiculaire | 7-Cunéo-tronquée |
| 3-tronquée (pentagonale) | 8-Cunéo-cordiforme |
| 4-cunéiforme | |
| 5-cordiforme | |



1

2

3

4

5

1 : feuille : cordiforme

2 : feuille cunéiforme

3 : feuille pentagonale

4 : feuille orbiculaire

5 : feuille réniforme

Figure 02 : les différentes formes de limbe (ANONYME, 1997)

7.1.3. 3. 2. Dimension des feuilles

En fonction de leurs surfaces, on classe les feuilles en petites, moyennes et grandes (GALET, 1998). La dimension des feuilles dépend de nombreux facteurs et en particulier de la fertilité du sol, de la vigueur de la souche, du mode de palissage et de la latitude. En général les cépages des régions méridionales possèdent des feuilles plus grandes

que celles des régions septentrionales (RIBEREAU-GAYON et PEYNAUD, 1971). Les mesures effectuées sur les feuilles font l'objet de la phyllométrie, branche de l'ampélographie et qui a été imaginée par GOETHE (1878), développée par RAVAZ (1902), reprise par RODRIGUES (1939) et GALET (1956).

7.1.3. 3. 3. Découpage des feuilles

Pour le genre *Vitis*, la découpage est fondamentale pour distinguer les cultivars des espèces. Selon GALET (1998), la feuille doit être représentée avec le pétiole en haut, car c'est la position naturelle sur la souche.

7.1.3. 3. 4. La villosité du limbe

Aucune feuille n'est parfaitement glabre. La villosité du limbe intéresse surtout la face inférieure. Selon GALET (1998), on distingue :

- ▶ La villosité des nervures principales, c'est-à-dire des 5 nervures principales et de leurs ramifications secondaires.
- ▶ La villosité du limbe.

La villosité des feuilles est très différente suivant les espèces et présente un intérêt évolutif.

7.1.3. 3. 5. La couleur des feuilles

En général, la couleur des feuilles est le vert foncé, la face supérieure étant plus foncée que la face inférieure et leurs couleurs s'accroissent en vieillissant. Après la période de maturation des raisins, les feuilles prennent des teintes automnales variées, jaunâtres, rosâtres ou rougeâtres dues le plus souvent, à une accumulation d'anthocyanes (RIBEREAU-GAYON et PEYNAUD, 1971 et GALET, 1998).

7.1.3. 3. 6. Aspect général du limbe

L'aspect de la surface du limbe constitue un caractère secondaire, mais peut parfois modifier le feuillage. La feuille peut être à surface unie ou bosselée, dans ce dernier cas, on distingue les feuilles : bullée ; gaufrées ou endurées (GALET, 1998).

7.1.3. 3. 7. La disposition du limbe

Elle complète l'aspect du feuillage, le limbe peut prendre plusieurs aspects : plan, en V, involuté, révoluté ou tourmenté (Figure 03).

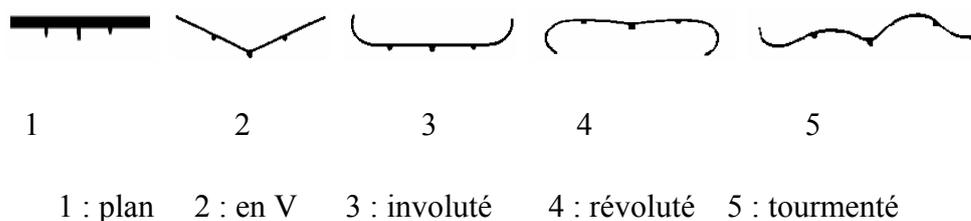


Figure 03: Profil du limbe en section transversale (ANONYME, 2003)

7.1.3. 3. 8. La dentelure

Il existe 30 à 60 formes de dents par feuilles, elles sont disposées le plus souvent en deux séries, quelque fois en une seule série, rarement en trois séries.

7.1.3. 4. Ampélographie des rameaux

Les bourgeons de la vigne donnent naissance à des pousses annuelles herbacées qui deviennent ligneuse en mois d'août puis s'aoûtent, c'est l'extrémité de ces rameaux qui est composée du bourgeon terminal et porte au niveau des nœuds, des feuilles de plus en plus larges et âgées de bas en haut, des prompts bourgeons et des bourgeons latents à la base des pétioles et des vrilles oppositifoliées remplacées par des grappes dans la partie basale préformée (MULLINS *et al.*, 1992 ; HUGLIN et SCHNEIDER, 1998 et REYNIER, 2003). La description des rameaux repose sur leur villosité et leur coloration, la coloration des nœuds, la section du rameau (unie, côtelée ou anguleuse) et la disposition des vrilles.

7.1.3. 5. Ampélographie des sarments

Caractérisés par la couleur de l'écorce qui constitue à elle seule un excellent moyen pour reconnaître les cépages et les hybrides, la villosité, l'empreinte petiolaire, le cordon pétioleaire et enfin la forme, la taille et la proéminence des bourgeons. (GALET, 1998)

7.1.3.6. Ampélographie de l'inflorescence

L'inflorescence de la vigne est une grappe composée dont la dimension et la ramification dépendent de l'espèce, de la variété, de sa position sur le rameau et de la vigueur (REYNIER, 2003). Les inflorescences sont toujours oppositifoliées dans le genre *Vitis* et elles occupent sur le rameau l'emplacement des premières vrilles : généralement deux inflorescences par rameau et plus rarement trois à cinq chez certaines espèces américaines

(GALET, 1998 et GALET, 2000). Elles sont caractérisées par leurs nombre par rameau (généralement 2, et plus rarement de 3 à 5), leur couleur qui est généralement verte, mais au moment de du débourrement, elles sont rougeâtres et au voisinage de la floraison certaines espèces sont rosâtres ou rouges. L'inflorescence est une grappe portant des ramifications plus au moins nombreuses ; ses dimensions sont très variables, depuis 4 ou 5 cm de long chez la vigne sauvage à plus de 50 cm (raisin de Palestine) (GALET, 1998).

7.1.3. 7. Ampélographie des fleurs

La

La description des fleurs s'intéresse à leur type qui est généralement pentamères, mais elle varie en réalité de 4 à 7 mères (GALET, 1998). La vigne cultivée est de type hermaphrodite, mais chez les espèces sauvages et leurs hybrides, on rencontre des modifications physiologiques et morphologiques qui permettent de distinguer 4 groupes : fleurs physiologiquement femelles, fleurs mâles, fleurs hermaphrodites, fleurs unisexuées mâles par avortement (JOLY, 2005).

7.1.3. 8. Ampélographie de la grappe

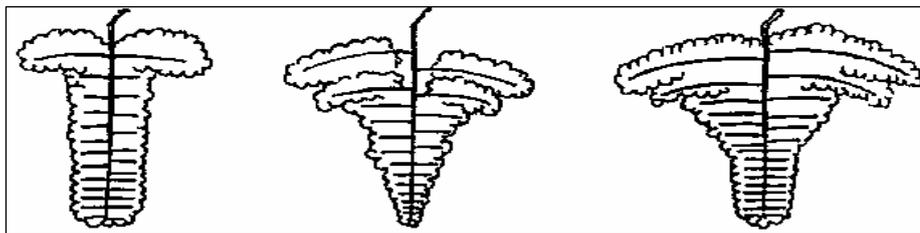
La grappe est composée d'un pédoncule qui la fixe au rameau, d'un rachis ou rafle, plus ou moins ramifié dont les ultimes ramifications, les pédicelles, portent les baies (RIBEREAU-GAYON et PEYNAUD ,1971 ; GALET, 1988 ; HUGLIN et SCHNEIDER, 1998).

Selon GALET (1956), les fleurs et les grappes sont considérées comme des caractères complémentaires, contrairement aux anciennes classifications ampélographiques du XIX^{ème} siècle, qui considéraient les grappes comme primordiales pour la reconnaissance des cépages.

La grappe est caractérisée par:

- La dimension des grappes mesurée au moment de la maturité, varie de 3 cm chez les espèces sauvages à 50 cm chez certaines espèces de table (Sultanine, raisin de Palestine), ce qui a permis à GALET (1998), de mettre en place 6 classes : Grappe très petites : inférieure de 6 cm de longueur, grappe petite : comprise entre 6 et 12 cm de longueur, grappe moyenne : comprise entre 12 et 18 cm de longueur, grappe grandes : comprise entre 18 et 24 cm de longueur et grappe très grandes : supérieures à 24 cm de longueur.

- La forme des grappes à maturité qui dépend du nombre et de la longueur des ramifications secondaires, tertiaire, etc....de la rafle. La grappe est dite : cylindrique si son axe principal porte des ramifications de longueur égale et tronconique si ses ramifications diminuent régulièrement de longueur vers l'extrémité inférieure (Figure 04). Selon REYNIER (2003), la forme des grappes à maturité est déterminée par la forme initiale de l'inflorescence ainsi que par le nombre et le volume des baies.
- Le poids des grappes est en relation directe avec le nombre et la grosseur des baies, il varie de 50g jusqu'à plus de 1000 g.
- La compacité des grappes qui peut être lâches, moyennes et compactes. Elle est considérée l'un des caractères ampélographiques les plus variables car elle est influencée par la coulure et par la pratique culturale.
- La coloration de l'axe de rafle (GALET, 1998 et REYNIER, 2003).



Cylindrique

Conique

En entonnoir

Figure 04: Les différentes formes de grappes (ANONYME ,2003)

7.1.3. 9. Ampélographie des baies

La baie constitue la partie comestible de la grappe, elle est composée à maturité, d'un épiderme et d'une pulpe de cellule dilacérées qui contient les pépins dont le nombre maximum est de 4 par baie (RIBEREAU-GAYON et PEYNAUD, 1971). La baie est identifiée par:

- La grosseur des baies est une caractéristique variétale qui varie en fonction de la vigueur des souches, de l'alimentation en eau, de la fécondation et des procédés mis

en œuvre pour lutter contre la coulure et le millerandage, ainsi que le ciselage des grappes (GALET,1998 et REYNIER,2003).

- La forme des baies : dépend normalement de la forme de l'ovaire, à condition que chacun des carpelles renferme des ovules viables, elle peut être oblongue (1), elliptique étroite (2), elliptique (3), arrondie (4), aplatie aux extrémités (5), ovoïde (6), troncovoïde (7), obovoïde (8), arquée (9) et autres (Figure 05). Une même grappe peut avoir des baies de forme sensiblement différentes (Dattier de Beyrouth) (GALET,1998 et REYNIER,2003).
- La couleur des baies qui doit être déterminée après le stade physiologique est généralement : blanche, grise, rose, rouge ou noire.
- La consistance des baies : au cours de la maturation, les matières pectiques des parois se rompent et les grains se ramollissent et deviennent élastiques. On distingue des pulpes charnues, juteuses ou molles avec des peaux : fines, moyennes ou épaisses.
- La saveur des baies : généralement on rencontre des saveurs neutres ou légèrement acidulée. Mais certaines baies présentent des saveurs particulières agréables (musquées, fleurs d'oranges) ou désagréables (herbacées, âcre, foxées, fades et framboisées).
- La section transversale des baies, la longueur et la couleur du pédicelle, la longueur et la couleur du pinceau et enfin l'apparence des bourrelets.

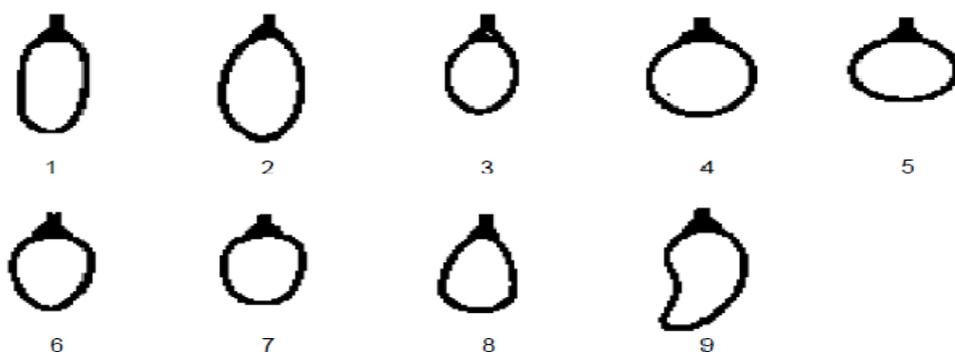


Figure 05 : La forme des baies (ANONYME, 1997)

7.1.3. 10. Ampélographie des graines

Les graines ou pépins sont des organes de reproduction sexuée, théoriquement leur nombre est de quatre pépins par grain, mais ce nombre est souvent réduit à cause des conditions défavorables de la pollinisation et de la fécondation (REYNIER, 2003 et CARBONNEAU, 2007).

Les baies des cépages apyrènes (sultanine, Corinthe) sont dépourvues de pépins, mais parfois certaines maladies peuvent provoquer une apyrénie plus au moins complète (GALET, 1998 et REYNIER, 2003).

Les graines sont caractérisées par leurs formes et leur grosseur qui est exprimée par le poids moyen de 1000 graines avec les limites suivantes : *V. riparia* : 15g, *V. lambrusca* : 55g , *V. vinifera* : entre 25g pour les Tannat à 50g pour la Clairette (GALET, 1998).

7.2. Méthodes analytiques utilisant des marqueurs biologiques

Pour disposer de méthodes de caractérisation plus performantes et plus fiables, des progrès ont été réalisés depuis une dizaine d'années comme l'analyse isoenzymatique et les techniques d'analyse de l'ADN qui apportent une aide à l'ampélographie tant au niveau de la caractérisation qu'au niveau de l'étude des relations entre les génotypes.

Avec les méthodes de marquage moléculaire, il est devenue possible de résoudre des problèmes concernant l'identification précoce des plants et, de façon plus générale, elles permettent de déboucher sur des études plus objectives des relations entre les cépages et contribuent à l'amélioration de la connaissance du génome de la vigne (REYNIER, 2002 et BOURSIQUOT, 2006).

Deux principales méthodes de marquage existent. Celles basées sur la RFLP (**P**olymorphisme de **L**ongueur de **F**ragments de **R**estiction) et celles basées sur la PCR (**R**éaction en **C**haîne par la **P**olymérase). Actuellement, la technique PCR, est la plus utilisée parce qu'elle est plus souple et nécessite des quantités moindres d'ADN.

7.2. 1. Polymorphisme de Longueur de Fragments de Restriction

Elle consiste à fragmenter l'ADN purifié sous l'action d'enzymes de restriction. Les fragments obtenus sont ensuite séparés en fonction de leur taille par électrophorèse sur gel d'agarose. La révélation spécifique de certains fragments est effectuée au moyen de l'hybridation moléculaire avec une sonde marquée (radioactivement ou chimiquement) et complémentaire du ou des fragments révélés. (STRIEM *et al.*, 1990 ; THOMAS *et al.*, 1993; GUERRA et MEREDITH, 1995).

7.2.2. Les techniques de la Réaction en Chaîne par la Polymérase

AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism): Cette technique est plus récente et combinant la PCR et RFLP, fournit des marqueurs non spécifiques, mais extrêmement polymorphes et souvent dominants. Aussi elle permet l'analyse simultanée d'un très grand nombre de séquences réparties sur le génome (CERVERA *et al.*, 2000; CERVERA *et al.*, 2001 et ZULINI *et al.*, 2005).

RAPD (Random Amplified Polymorphic DNA) : Pour cette technique, les amorces sont courtes (10 bases), s'hybrident au hasard sur le génome permettant la synthèse de nombreux fragments.

Cette technique a été utilisé par COLINS et SYMONS (1993); GOGORCENA *et al.* (1993); MORENO *et al.* (1995); XU et BAKALINSKY (1996); THIS *et al.* (1997); STAVRAKAKIS et BINIARI (1998) et YE *et al.* (1998).

SSR ([Simple Sequences Repetition](#).) : également appelés microsatellites. Cette méthode s'est avérée très performante et ces marqueurs sont aujourd'hui les plus appréciés. Pour cette technique, les oligonucléotides sont de plus longue taille (20-25 bases) et sont définis de façon spécifique dans les régions uniques bordant le microsatellite qui est formé de la répétition (jusqu'à 20 à 30 fois) d'unités de 2 ou 3 bases (par exemple C-A ou G-A-T). La méthode consiste à amplifier uniquement ce fragment et à observer, après électrophorèse, un polymorphisme de taille entre différents génotypes, qui repose sur des nombres d'unités de base différents.

Cette technique a été utilisée par plusieurs auteurs tels que THIS *et al.* (2004) sur les cultivars français, SNOUSSI *et al.* (2004) sur les cultivars Tunisiens, LAIADI *et al.* (2009) sur les cultivars Algériens (2009), RIAHI *et al.* (2010) sur les cultivars Maghrébins et ZINELABIDINE *et al.* (2010) sur les cultivars Marocains.

CHAPITRE II

MATÉRIELS ET MÉTHODES

1. Présentation de la zone d'étude

Créée le 12 février 1989 par l'arrêté N°141SM, la station expérimentale de l'arboriculture fruitière et de la vigne de Tighennif se localise près de Mascara en Oranie (Algérie). Elle est implantée dans la riche plaine intérieure de Ghriss. La ferme dispose de 53,00 ha de SAU réparties en 08,00 ha de plantation viticole et 3,00 ha arboricole le reste est en terre nue (<http://www.itafov.dz/>).

2. Matériel végétal

Pour la réalisation de ce travail, on s'est intéressés à 26 variétés de *Vitis vinifera* L. cultivées au niveau de la station expérimentale de l'arboriculture et de la vigne de Tighennif (Tableau 02).

Tableau 02 : Les cépages étudiés

| Variétés | Origine* | Couleur de la baie |
|--------------------------|----------|--------------------|
| Aberkane | Kabylie | noire |
| Adadi des Bibans | inconnue | prune |
| Ahchichene | Kabylie | blanche |
| Ahmar de Mascara | Mascara | rouge |
| Ahmar Mechtras II | inconnue | rose |
| Ahmar Mechtras III | inconnue | rose |
| Ain el Couma | Tlemcen | blanche |
| Ain el Kelb | inconnue | blanche |
| Amellal | Kabylie | blanche |
| Aneb el Cadi | Kabylie | noire |
| Bouaber des Aures | inconnue | noire |
| Bezoul el Khadem | Kabylie | noire |
| Bouni | Kabylie | blanche |
| El Wali | inconnue | blanche |
| Farana | Inconnue | blanche |
| Farana Noir | inconnue | noire |
| Ghanez | Kabylie | blanche |
| Muscat Adaa | inconnue | noire |
| Muscat Noir | inconnue | noire |
| Sbaa el Tolba | inconnue | blanche |
| Sidi Ahmed Draa el Mizen | inconnue | blanche |
| Tadelith | inconnue | noire |
| Tiziounine | Kabylie | blanche |
| Torki | Turquie | noire |
| Toutrissine | inconnue | blanche |
| Valenci | Espagne | blanche |

* : (LEVADOUX et al., 1971 ; ANONYME, 1988 ; GALET, 2000 ; RIAHI et al, 2010)

3. Echantillonnage

Sur chacune de ces 26 variétés de vigne, 10 feuilles adultes ont été prélevées durant l'année 2010, vers la mi-juillet entre la nouaison et la véraison en se basant sur les stades phénologiques de BAGGIOLINI (1952). Suivant les recommandations de l'office internationale de la vigne (2003) et les ampélographes (GALET, 1956; BRANAS, 1974 et DETTWEILER, 1991), les feuilles à prélevées sont celles qui sont situées entre le 8^{ème} et le 12^{ème} nœuds de la tige pour constituer un échantillon représentatif et fournir une description ampélographique fiables d'une variété donnée.

Les échantillons foliaires sont transportés au laboratoire à l'intérieur de sacs en plastique dans une glacière.

Les feuilles sont nettoyées avec de l'eau distillée puis scannées pour obtenir une uniformité plus grande de l'échantillon et faciliter les comparaisons avec un scanner (HP Deskjet série F2200) sur les deux faces en faisant attention à ce que la feuille soit bien aplanie et représentée avec le pétiole en haut selon GALET (1998).

Sur chaque image, nous avons procédé aux mesures ampélographiques proposées par MARTINEZ et GRENNAN (1999) avec un logiciel libre d'analyse et de traitement d'image (UTHSCSA Image Tool (IT) version 3.00) en utilisant un calibrage bien précis.

Le programme Image Tool (IT) fonctionne sous Microsoft Windows. Il permet d'acquérir, d'afficher, de modifier, d'analyser, de traiter, de compresser, de sauvegarder et d'imprimer des images sur une échelle de gris ou de couleur. Il permet aussi de lire et écrire plus de 22 formats de fichiers, y compris TIF, GIF et JPEG. Les fonctions d'analyses d'images incluent les dimensions (distance, angle, périmètre, surface) et les mesures d'échelle de gris (point, ligne et histogramme). ImageTool prend en charge les fonctions de traitement d'images telles que la manipulation de contraste, la netteté, le lissage et la détection des contours. Il dispose également de scripts qui permettent à l'utilisateur d'enregistrer des tâches répétitives et la lecture des scripts enregistrés pour automatiser l'analyse d'image (<http://ddsdx.uthscsa.edu/dig/itdesc.html>).

Finalement pour reconstruire l'architecture de la feuille moyenne, on doit au préalable calculer les valeurs moyennes de chaque paramètre afin d'avoir un résultat représentatif de chaque variété.

4. Les caractéristiques quantitatives étudiées de la feuille adulte

Elle concerne les paramètres ampélogométriques mesurés sur chaque feuille qui sont indiqués dans la figure 06.

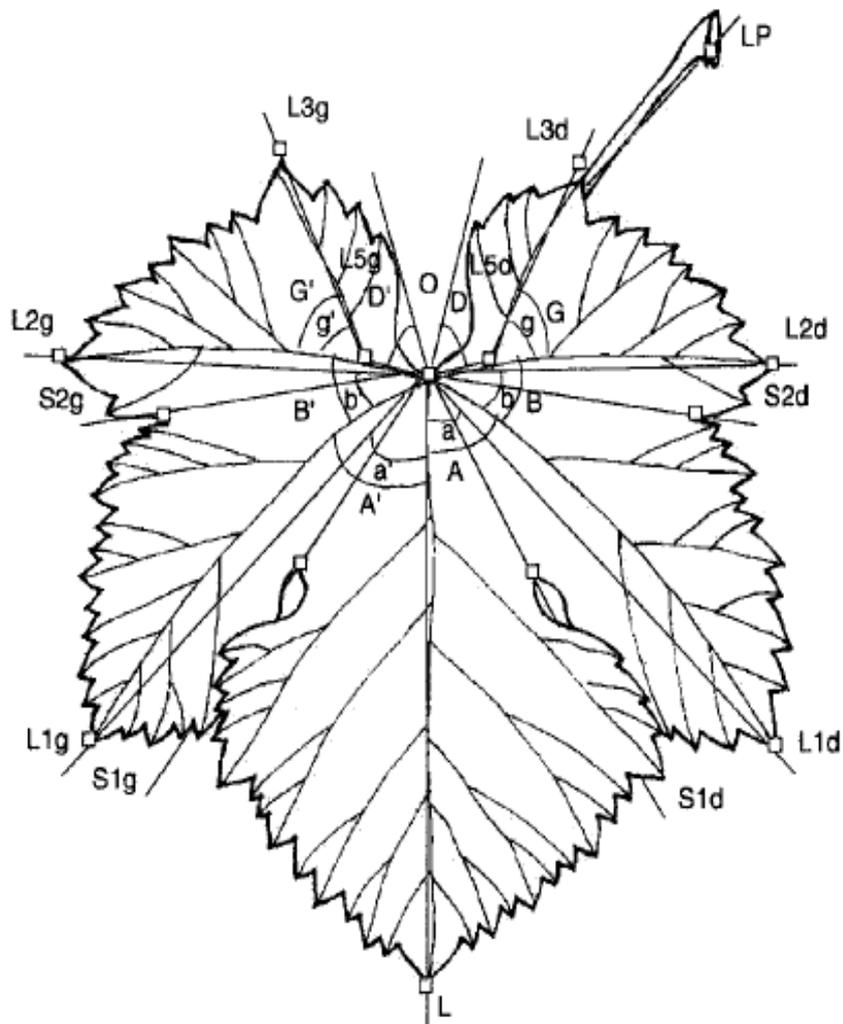


Figure 06 : Les paramètres mesurés au niveau de chaque feuille

(MARTINEZ et GRENNAN, 1999)

L : distance linéaire entre le point pétiolaire et l'extrémité de la dent correspondante à cette nervure.

L1 : distance linéaire entre le point pétiolaire et l'extrémité de la première nervure latérale droite.

L2 : distance linéaire entre le point pétiolaire et l'extrémité de la deuxième nervure latérale droite.

L3 : la longueur comprise entre le point de départ de la première nervure secondaire sur la seconde nervure latérale et l'extrémité de la nervure latérale secondaire droite.

L5 : la longueur comprise entre le point pétiolaire et le départ de la nervure L3.

S1 : la longueur comprise entre le point pétiolaire et le fond profond du sinus latéral supérieur droit.

S2 : la longueur comprise entre le point pétiolaire et le fond profond du sinus latéral inférieur droit.

De la même manière sont définis ces paramètres sur le côté gauche de la feuille.

A : angle inséré entre la nervure médiane et la première nervure latérale droite.

A' : angle inséré entre la nervure médiane et la première nervure gauche.

a : angle inséré entre la nervure médiane et la droite L1d.

a' : angle inséré entre la nervure médiane et la droite L1g.

B : angle compris entre la première nervure et la deuxième latérale droite.

B' : angle compris entre la première nervure et la deuxième latérale gauche.

b : angle inséré entre la première nervure latérale droite et la droite L2d.

b' : angle inséré entre la première nervure latérale gauche et la droite L2g.

G : angle inséré entre la seconde nervure latérale droite et la première nervure secondaire.

G' : angle inséré entre la seconde latérale gauche et la première nervure secondaire.

g : angle formé par la seconde nervure latérale droite et L2d.

g' : angle formé par la seconde nervure latérale gauche et L2g.

D : angle formé par la droite L5d et la tangente à la seconde latérale droite abaissée du point pétiolaire.

D' : angle formé par la droite L5g et la tangente à la seconde latérale gauche abaissée du point pétiolaire.

Rel.1 (Relation 1) : le rapport $L1d/L$.

Rel.2 (Relation 2) : le rapport $L1g/L$.

Rel.3 (Relation 3): la somme des angles $A+B+G$.

Rel.4 (Relation 4): la somme des angles $A'+B'+G'$.

Rel.5 (Relation 5): la somme des angles $a+b+g$.

Rel.6 (Relation 6): la somme des angles $a'+b'+g'$.

Rel.7 (Relation 7): le rapport $(S1d+S2d)/(L1d+L2d)$.

Rel.8 (Relation 8): le rapport $(S1g+S2g)/(L1g+L2g)$.

Rel.9 (Relation 9): le rapport $S1d/L1d$.

Rel.10 (Relation 10): le rapport $S1g/L1g$.

Rel.11 (Relation 11): le rapport $S2d/L2d$.

Rel.12 (Relation 12): le rapport $S2g/L2g$.

5. Les caractéristiques qualitatives étudiées de la feuille adulte

Les caractéristiques qualitatives étudiées sont celles proposées par MARTINEZ et GRENNAN (1999) et qui ont fait l'objet de plusieurs études, telle que celle de SANTIAGO *et al.* (2005a). Les variables ont été codifiées selon l'office international de la vigne. En ce qui concerne les paramètres non mentionnés par l'OIV, tel que ceux concernant les sinus latéraux inférieurs, on leur a attribué une codification afin de pouvoir réaliser l'analyse statistique (Tableau 03).

Tableau 03: Les paramètres qualitatifs accompagnés de leurs codes selon l'OIV (2003)

| Paramètres qualitatifs | codes |
|--|-------|
| Forme des dents | 076 |
| Taille des dents par rapport à leur limbe | 077 |
| Longueur des dents par rapport à leur largeur | 078 |
| Chevauchement du sinus pétiolaire | 079 |
| Base du sinus pétiolaire | 080 |
| Chevauchement des sinus latéraux supérieurs | 082 |
| Forme de la base des sinus latéraux supérieurs | 083-1 |
| Chevauchement des sinus latéraux inférieurs | CSLI |
| Forme de la base des sinus latéraux inférieurs | FBSLI |

5.1. Numérotation des dents

Selon RODRIGUES (1942a), on compte les dents par secteur, dans chaque intervalle, un certain numéro est donnée à chaque dent : les chiffres arabes sont attribués aux dents attachées aux nervures secondaires inférieures, en revanche des chiffres romains sont attribués aux dents attachées aux nervures secondaires (Figure 07).

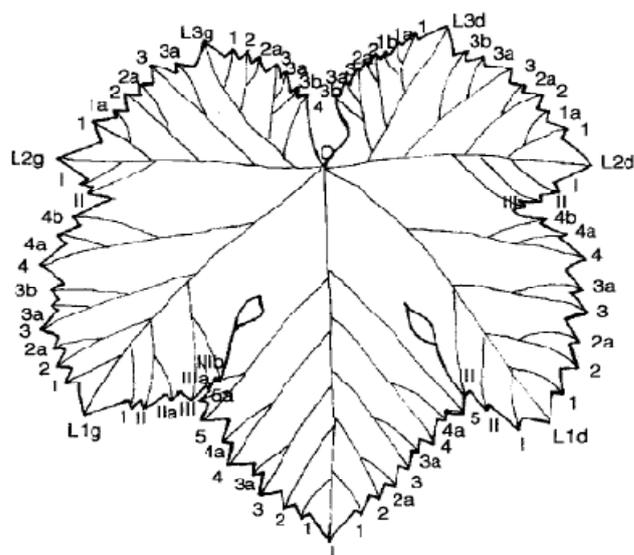


Figure 07 : Schéma de numérotation des dents par secteur (MARTINEZ et GRENNAN, 1999)

Lorsqu'il s'agit de dents formées par des nervures tertiaires, ces dernières portent le numéro de la dent précédente à laquelle sont additionnées des lettres par ordre alphabétique (MARTINEZ et GRENNAN, 1999)

5.2. La forme des dents

Selon ANONYME (2003), les dents à observer sont celles présentes entre les nervures L1 et L2 en excluant les dents correspondant à L1 et L2.

On attribue le code 1 pour les dents à deux côtés concaves, 2 pour les dents à deux côtés rectilignes, 3 pour les dents à deux côtés convexes, 4 pour les dents un côté concave et un côté convexe, 5 pour les dents mélange de deux côtés rectilignes et deux côtés convexes (figure 08).

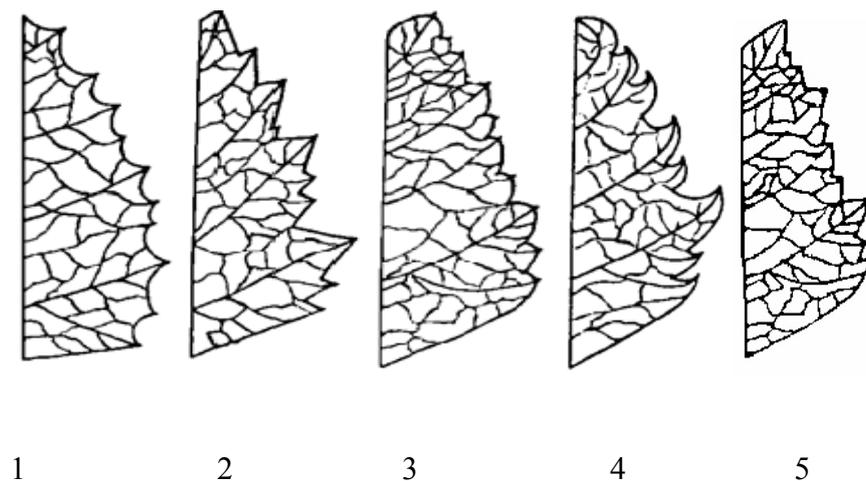


Figure 08 : Les formes des dents (ANONYME, 2003)

5.3. Taille des dents par rapport à leur limbe

Cinq classes sont définies selon la taille de la dent : très petite, petite, moyenne, grande, très grande codifiées respectivement selon l'OIV (2003) en 1,3, 5,7 et 9.

La notation de la taille des dents est effectuée entre les nervures L1 et L2 par rapport à la taille du limbe en excluant les dents correspondant à L1 et L2.

5.4. Longueur des dents par rapport à leur largeur

Cinq classes sont définies selon la longueur de la dent : très courte, courte, moyenne, longue, très longue codifiées respectivement selon l'OIV (2003) en 1,3, 5,7 et 9.

La notation du rapport longueur/largeur est observé à la base des dents; le niveau d'expression 5 signifie que la longueur des dents est égale à leur largeur à la base.

La zone à observer est celle entre L1 et L2 en excluant les dents correspondant aux nervures principales et les dents les plus courtes.

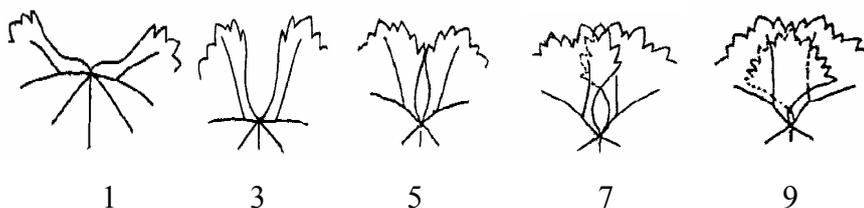
5.5. Morphologie des sinus

Elle concerne le chevauchement et la forme de la base du sinus pétiolaire et des sinus latéraux supérieurs et inférieurs des deux cotés de la feuille.

5.5.1. Chevauchement du sinus pétiolaire

Après avoir aplati la feuille, on observe le degré d'ouverture du sinus pétiolaire (Figure 09). En se basant sur l'OIV(2003), on peut distinguer :

- Un sinus pétiolaire très ouvert codifié par le chiffre 1.
- Un sinus pétiolaire ouvert codifié par le chiffre 3.
- Un sinus pétiolaire fermé codifié par le chiffre 5.
- Un sinus pétiolaire chevauchant codifié par le chiffre 7.
- Un sinus pétiolaire très chevauchant codifié par le chiffre 9.



1 : sinus pétiolaire très ouvert 2 : sinus pétiolaire ouvert 3 : sinus pétiolaire fermé

7 : sinus pétiolaire chevauchant 9 : sinus pétiolaire chevauchant

Figure 09: chevauchement du sinus pétiolaire (ANONYME, 2003)

5.5.2. Forme de la base du sinus pétiolaire

En observant le tiers inférieur du sinus pétiolaire (Figure 10), on peut distinguer trois formes selon l'OIV (2003).

- ✓ En U codifiée par le chiffre 1.
- ✓ En accolade codifiée par le chiffre 2.
- ✓ En V codifiée par le chiffre 3.

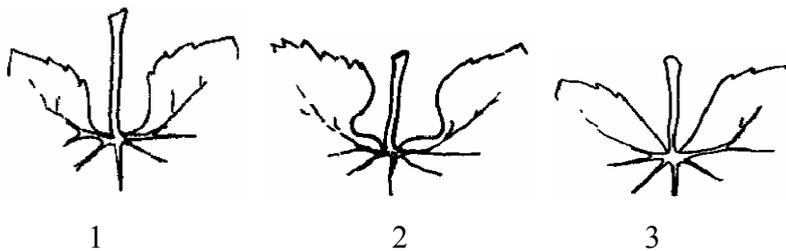


Figure 10 : Forme de la base du sinus pétiolaire (ANONYME, 2003)

5.5.3. Chevauchement des sinus latéraux supérieurs

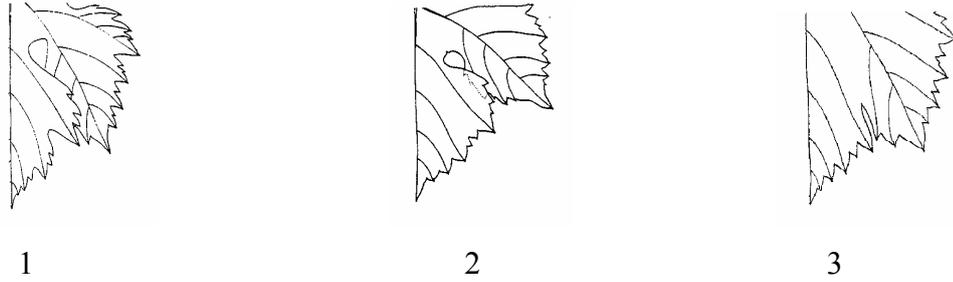
Le sinus à observer est celui limité entre les nervures L et L1 où on peut distinguer :

- ✓ Des sinus latéraux supérieurs ouverts codifiés par le chiffre 1.
- ✓ Des sinus latéraux supérieurs fermés codifiés par le chiffre 2.
- ✓ Des sinus latéraux supérieurs légèrement chevauchants codifiés par le chiffre 3.
- ✓ Des sinus latéraux supérieurs très chevauchants codifiés par le chiffre 4.
- ✓ Aussi on peut rencontrer une absence du sinus latéral supérieur. Cette absence est codifiée par le chiffre 5.

5.5.4. Forme de la base des sinus latéraux supérieurs

En observant le sinus entre les nervures L et L1, on peut distinguer trois formes selon l'OIV (2003) :

- ✓ En U codifiée par le chiffre 1.
- ✓ En accolade codifiée par le chiffre 2.
- ✓ En V codifiée par le chiffre 3.



**Figure 11: Forme de la base des sinus latéraux supérieurs
(ANONYME, 2003)**

5.5.5. Chevauchement des sinus latéraux inférieurs

Le sinus à observer est celui limité entre les nervures L1 et L2 et la notation est la même que celle utilisée pour le chevauchement des sinus latéraux supérieurs.

5.5.6. Forme de la base des sinus latéraux inférieurs

Le sinus à observer est celui limité entre les nervures L1 et L2 et la notation est la même que celle utilisée pour la forme de la base des sinus latéraux supérieurs

5.6. Notation des nervures

Le point de distribution des nervures secondaires vers la droite et la gauche de la veine principale doit être vérifié afin de constater si cette scission se produit au même niveau sur la nervure principale ou si il ya un écart entre elles (MARTINEZ et GRENNAN, 1999).

6. Les relations entre les variables quantitatives

On a calculé les relations établis par MARTINEZ *et al.*, (1997), SANTIAGO *et al.* (2005b), et MARTINEZ *et al.*(2006), en excluant le rapport L_p/L , vu que ce dernier comporte la longueur du pétiole qui n'est pas mesurée par MARTINEZ et GRENNAN (1999). De plus, ce rapport n'est pas apparu comme un caractère discriminant dans l'étude de SANTIAGO *et al.* (2005b).

Les relations calculées sont les suivantes :

$$\text{Rel.1} = L1d/L; \quad \text{Rel.2} = L1g/L; \quad \text{Rel.3} = A+B+G;$$

$$\text{Rel.4} = A'+B'+G'; \quad \text{Rel.5} = a+b+g; \quad \text{Rel.6} = a'+b'+g';$$

$$\text{Rel.7} = (S1d+S2d)/ (L1d+L2d);$$

$$\text{Rel.8} = (S1g+S2g)/ (L1g+L2g);$$

$$\text{Rel.9} = S1d/L1d;$$

$$\text{Rel.10} = S1g/L1g;$$

$$\text{Rel.11} = S2d/L2d;$$

$$\text{Rel.12} = S2g/L2g.$$

7. L'analyse statistique

Une analyse statistique va être réalisée sur les variables qualitatives et quantitatives de la feuille moyenne de chaque cultivar.

7.1. Les paramètres quantitatifs

On a utilisé l'analyse de la composante principale et l'analyse de la variance.

7.1.1. L'analyse de la composante principale

L'ACP est une analyse multivariée qui cherche à identifier les axes principaux qui expliquent le mieux des corrélations entre variables descriptives; son objectif est de présenter sous une forme graphique, le maximum d'informations contenues dans un tableau de données, sa phase essentielle consiste à transformer les variables quantitatives initiales, toutes plus au moins corrélées entre elles, en nouvelles variables quantitatives, non corrélées appelées composantes principales.

L'ACP est utilisé pour savoir :

- ✓ Comment se structurent nos variables (celles qui sont associées et celles qui ne le sont pas, et celles qui vont vers le même sens et celles qui s'opposent)
- ✓ Comment se présentent les individus (ceux qui se ressemblent et ceux qui sont dissemblables).

7.1.2. L'analyse de la variance

L'analyse de la variance est une technique statistique fondamentale qui vise à comparer des moyennes de variables sur plusieurs échantillons.

Une analyse de la variance selon un facteur a été effectuée pour savoir si il existe des différences significatives entre les cultivars en question avec un $\alpha = 0.05$ en utilisant la plus petite différence significative PPDS (LDS) avec le test de Fisher $p < 0.05$.

Pour ces deux dernières analyses, on a utilisé le logiciel (SAS institut 9.2, Cary, 2007) -Statistical Analysis System- (SAS), qui est un logiciel polyvalent multi-facettes de conception américaine capable de gérer de gros volumes de données à des fins d'analyse ou de reporting automatisé. Son langage de commande est un langage de programmation de 4^{ème} génération

Le système SAS est un ensemble de modules pour la gestion et le traitement statistique des données (COQUE, 2006 et LEJEUNE, 2008). Il a pour vocation de :

- ✓ collecter les informations provenant des différents systèmes opérationnels, quels que soient leur source de données ou leurs formats,
- ✓ présenter les résultats, entre autres de façon graphique, aussi clairement que possible,
- ✓ effectuer des traitements statistiques classiques, de modélisation, de prévision, de data mining.

Afin de pouvoir regrouper les cultivars de vigne en dendrogramme, on a utilisé le logiciel (XLSTAT, 2009) et le (TANAGRA 1.4.37).

❖ **Le logiciel XLSTAT**

Le programme informatique XLSTAT offre de très nombreuses fonctionnalités qui font d'Excel un outil performant et facile d'accès, où il fonctionne avec toutes les versions d'Excel, depuis la version 97 jusqu'à la version 2010 sous l'environnement Windows et de la version X à la version 2004 sous Mac OS (<http://www.xlstat.com/fr/home/>).

❖ **Le logiciel TANAGRA**

Le logiciel TANAGRA 1.4.37, est un logiciel libre de Data mining destiné à l'enseignement et à la recherche. Il implémente une série de méthodes de fouille de données issues du domaine de la statistique exploratrice, de l'analyse de données, de l'apprentissage automatique et des bases de données. C'est un projet ouvert au sens qu'il est possible à tout chercheur d'accéder au code, d'ajouter ses propres algorithmes et de diffuser, toujours gratuitement, le logiciel modifié ([http://www.7fr.com/485759/Tanagra_\(logiciel\)](http://www.7fr.com/485759/Tanagra_(logiciel))).

7.2 .Les paramètres qualitatifs

Les paramètres qualitatifs ont été soumis à une analyse de groupe selon le coefficient de similarité de Jaccard (ROMESBURG, 1984) afin de regrouper les variétés avec un cluster en utilisant la méthode d'analyse SAHN (sequential, agglomerative, hierarchical and nested clustering method) définie par SNEATH et SOKAL, (1973).

On peut deviser les échantillons selon leur degré de similarité (coefficient de JACCARD) ou de dissimilarité (JACCARD distance).

Le coefficient de JACCARD est calculé comme suit :

$$\text{Coefficient de JACCARD} = \frac{p}{p+q+d}$$

p= nombre de variables présents chez le cultivar Q et le cultivar D.

q= nombre de variables présents chez le cultivar Q mais pas chez le cultivar D.

d= nombre de variables présents chez le cultivar D mais pas chez le cultivar Q.

Des arbres de remplacement à partir d'une matrice d'entrée sont présentés en utilisant le logiciel statistique NTSYS-2.11, version 2000 (NTsys) (ROHLF, 1993). Ce programme comprend plusieurs méthodes hiérarchiques de cluster et au niveau de notre étude c'est la méthode paire-groupe non pondérée (UPGMA) qui a été utilisée et qui rentre dans l'analyse des variables et précisément l'analyse des clusters.

❖ Le programme informatique NTSYSpc (Numerical Taxonomy System)

NTSYSpc est une application qui peut servir à découvrir et structurer un modèle de données multivariées. Par exemple, on peut souhaiter découvrir un échantillon de points de données, mais ça suggère que les échantillons pourraient provenir de deux ou plusieurs populations distinctes, ou d'estimer un arbre phylogénétique en utilisant la méthode UPGMA pour la construction de dendrogrammes. Les types de descripteurs et objets utilisés dépendent de l'application des caractères morphologiques, les abondances des espèces, la présence et l'absence de propriétés, etc. NTSYSpc peut transformer les données, estimation dites similitudes entre les objets, et de préparer des résumés de rapports en utilisant le groupe, la

coordination, et de multiples facteurs analyses. Les résultats peuvent être démontrés à la fois numériquement et graphiquement (<http://www.exetersoftware.com/cat/ntsyspc/ntsyspc.html>).

8. La reconstruction de la feuille moyenne

Afin de confronter nos résultats statistiques avec une représentation synthétique la plus fidèle possible, nous avons procédé à la reconstruction de la feuille moyenne pas à pas des variétés de *Vitis vinifera* L. étudiées à l'aide des informations qualitatives et quantitatives recueillies (MARTINEZ et GRENNAN, 1999). Cette méthode présente, évidemment, quelques imperfections mais elle constitue un outil facile à réaliser et à utiliser par l'expérimentateur.

8.1. La reconstruction manuelle de la feuille moyenne

Cette méthode a fait l'objet de plusieurs études pour la caractérisation des vignes de provenance diverse surtout d'origine espagnoles (MARTINEZ *et al.*, 1997 ; SANTIAGO *et al.*, 2005a ; SANTIAGO *et al.*, 2005 b ; SANTIAGO *et al.*, 2005 c ; MARTINEZ *et al.*, 2006 et GAGO *et al.*, 2009).

La feuille est dessinée avec un crayon pour être en mesure d'apporter des corrections au cours du processus de la reconstruction, mais le dessin définitif se fait à l'encre de Chine. Il convient de mentionner que deux notations sur les différentes caractéristiques sont nécessaires à la reconstruction des feuilles, ainsi que le traçage du limbe est effectué par secteur, où chacun est indépendant et définit une portion du limbe délimité par deux nervures principales. Par conséquent, une feuille peut être divisée en huit secteurs: L-L1d, L1d-L2d, L2d-L3d, L3d-O, O-L3g, L3g-L2g, L2g-L1g, L1g-L.

8.2. Reconstruction automatique de la feuille moyenne

Afin de faciliter la reconstruction et la modélisation des feuilles de vigne, un programme informatique va être mis au point en collaboration avec des informaticiens.

Pour développer notre application, nous avons utilisé la bibliothèque OpenGL dont l'interface regroupe environ 250 fonctions différentes qui peuvent être utilisées pour afficher des scènes tridimensionnelles complexes à partir de simples primitives géométriques ainsi que l'environnement de développement intégré Delphi inspiré de l'Object pascal ; un langage orienté objet dérivé du Pascal.

CHAPITRE III

RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

1. Etude des paramètres quantitatifs

Les mesures concernant les longueurs et les angles des nervures, les profondeurs des sinus latéraux inférieurs et supérieurs et les relations proposés par MARTINEZ et GRENNAN (1999) sont indiqués en annexe (Tableau 01 et 02), où sont représentées pour les 26 variétés, les moyennes de chaque variable ainsi que la déviation standard.

1.1. Etude différentielle des cultivars par l'ACP

Ce modèle a été utilisé au niveau des études ampélographiques par plusieurs auteurs tel que SOTES *et al.* (1996) ; MARTINEZ DE TODA et SANCHA (1997) et MARTINEZ *et al.* (2006).

Suivant l'analyse de l'ACP, les trois premières composantes cumulées indiquées par PC1, PC2 et PC3 dans le tableau 04, permettent de grouper 73.27% de la variabilité totale observée pour les caractéristiques phyllométriques de la population étudiée.

Tableau 04: Valeurs propres de la matrice de corrélation des trois premières composantes issue de l'analyse de l'ACP chez les feuilles adultes

| | Valeur propre | Proportion | Cumulé |
|----|---------------|------------|--------|
| 1 | 14.0679433 | 0.3607 | 0.3607 |
| 2 | 8.8982064 | 0.2282 | 0.5889 |
| 3 | 5.6089952 | 0.1438 | 0.7327 |
| 4 | 2.4365561 | 0.0625 | 0.7952 |
| 5 | 2.2969022 | 0.0589 | 0.8541 |
| 6 | 1.3544271 | 0.0347 | 0.8888 |
| 7 | 1.0502430 | 0.0269 | 0.9157 |
| 8 | 0.8476487 | 0.0217 | 0.9375 |
| 9 | 0.6271983 | 0.0161 | 0.9535 |
| 10 | 0.4761032 | 0.0122 | 0.9657 |

Le pourcentage d'information diminue avec l'augmentation du nombre d'axes, donc il suffit de choisir un plan qui contient que 3 axes principaux.

Le total d'information est représenté dans le premier et le deuxième axe car par construction, c'est le plan où le maximum d'information est visible ; il est appelé plan1-2 ou plan principal (le premier axe représente 36.07% d'information et le deuxième 22.82%), en revanche, le troisième axe ne représente que 14.38% d'information.

1.1.1. La distribution des variétés dans les trois premiers axes

Les variables les plus discriminantes au niveau des trois premiers axes sont étudiées à l'aide du tableau des vecteurs propres où on a pris en considération que les valeurs supérieures ou égales à 0.20 (Tableau 05).

L'axe 1, prépondérant (36.07%), exprime les angles des feuilles et définit par : A', Rel6, B, B', Rel5, b', A, G, G', g' et surtout par Rel4 et Rel3 ,également ces résultats ont été retrouvés par SANTIAGO *et al.*(2005a, 2005b) , pour la caractérisation et l'identification des cultivars de vigne du nord ouest de l'Espagne et pour l'étude de la comparaison ampélographique des cultivars (*Vitis vinifera* L.) du Nord-Ouest de l'Espagne et du Nord du Portugal.

L'axe 2 (22.82%) est définit par : L2d, L3d, L1d, L, L3g, L5d, L5g, S2g et surtout par L2g, L1g exprimant les longueurs des nervures et donc la taille des feuilles , aussi ces résultats ont été retrouvé par SANTIAGO *et al.* (2005 b) et par SOTES *et al.* (1996), pour l'étude de l'utilisation des méthodes ampélographiques pour la différenciation de deux cultivars.

Et en fin l'axe 3 qui ne représente que 14.38 % d'information est définit par Rel12, Rel8, Rel10, Rel7, S1g, Rel9, S2g, S2d, S1d, D, g, exprimant majoritairement les profondeurs des sinus latéraux inférieurs et supérieurs combinés aux longueurs des nervures.

On peut conclure que chaque axe exprime un caractère distinct de la feuille, où le premier en définissant les angles ainsi que leurs sommes exprime la forme de la feuille, le deuxième qui définit les longueurs des nervures exprime sa dimension par contre le troisième est relatif à sa découpe qui est un caractère fondamental pour la distinction des cultivars de vigne. Signalons que c'est grâce à ce caractère que les cépages français ont été caractérisés (GALET, 1998).

Ainsi, CAMPOSTRINI *et al.* (1993) dans l'étude phyllométrique de la population italienne de la vigne sauvage, a pu distinguer que chaque axe exprime une caractéristique bien déterminée de la feuille.

**Tableau 05 : Axes des variables considérées pour les trois premières
composantes principales**

| Variables | Prin1 | Prin2 | Prin3 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| L | 0.031777 | 0.307539 | 0.061940 |
| S1g | -0.136312 | 0.169752 | 0.243343 |
| L1g | -0.013105 | 0.324828 | 0.021892 |
| S2g | -0.116356 | 0.209324 | 0.223790 |
| L2g | -0.007205 | 0.327743 | -0.047213 |
| L3g | 0.004206 | 0.305405 | -0.058417 |
| L5g | 0.042960 | 0.219318 | -0.077302 |
| L5d | 0.059084 | 0.232081 | -0.067243 |
| L3d | 0.007354 | 0.312791 | -0.038665 |
| L2d | 0.001966 | 0.320192 | -0.051585 |
| S2d | -0.124281 | 0.187987 | 0.221245 |
| L1d | -0.008864 | 0.308451 | 0.005708 |
| S1d | -0.169408 | 0.162590 | 0.207285 |
| A' | 0.243842 | 0.006306 | 0.017729 |
| a' | 0.177803 | -0.081515 | 0.010760 |
| B' | 0.234468 | 0.017423 | 0.038217 |
| b' | 0.223423 | 0.048149 | 0.088794 |
| G' | 0.206290 | 0.011265 | 0.153371 |
| g' | 0.205442 | 0.042160 | 0.181844 |
| D' | 0.083837 | 0.044069 | 0.147159 |
| A | 0.212258 | -0.033466 | 0.031280 |
| a | 0.119791 | -0.098373 | 0.046888 |
| B | 0.242344 | 0.000265 | 0.099221 |
| b | 0.217429 | 0.017299 | 0.119984 |
| G | 0.211483 | 0.001978 | 0.150872 |
| g | 0.168492 | 0.035683 | 0.202187 |
| D | -0.019583 | 0.055163 | 0.202639 |
| Rel1 | -0.084683 | -0.018774 | -0.129735 |
| Rel2 | -0.104823 | 0.032534 | -0.100795 |
| Rel3 | 0.249271 | -0.009585 | 0.107236 |
| Rel4 | 0.252952 | 0.013246 | 0.075329 |
| Rel5 | 0.230610 | -0.014830 | 0.167379 |
| Rel6 | 0.243715 | 0.003823 | 0.109112 |
| Rel7 | -0.164856 | -0.079078 | 0.265181 |
| Rel8 | -0.148930 | -0.081763 | 0.316119 |
| Rel9 | -0.173636 | -0.048907 | 0.232745 |
| Rel10 | -0.144173 | -0.073482 | 0.269201 |
| Rel11 | -0.127926 | -0.102870 | 0.265007 |
| Rel12 | -0.129737 | -0.074512 | 0.320616 |

Les variétés autochtones étudiées sont disposées dans un espace de trois dimensions (Figure 12) et chaque composante exprime un groupe de caractéristiques quantitatives ou des relations proposées auparavant.

Suivant l'axe 1 et 3, sur la gauche de la Figure 12, figurent les cultivars avec des angles fermés et des sinus latéraux à profondeur moyenne tel que Ahmar de Mechtras III, Bouni et Bouaber des Aures, ce qui soutient le résultat de LAIADI (2009) ; à droite, au contraire figurent les cultivars qui possèdent des angles ouverts tel que Aberkane, Aïn el Kelb, Toutrissine, Farana et Muscat Adda, cette dernière possède les sinus latéraux les moins profonds de toutes les variétés étudiées.

Suivant l'axe 2, les cultivars ayant les feuilles les plus larges tel que Bouaber des Aures se localisent dans l'arrière plan de la figure 12, par contre, Amellal et Torki qui semblent avoir les plus petits limbes se localisent au niveau du front de la Figure 12. Les cultivars qui présentent des feuilles de grandes tailles (des longueurs de nervures principales et secondaires pratiquement proches) sont représentés par Bouaber des Aures, Bouni, Farana, Tiziounine, Aïn el Kelb, Ghanez et el Wali. Contrairement à nos mesures, l'étude ampélogométrique effectuée par LAIADI (2009 a), a signalé que le dernier cultivar avait un très petit limbe.

Suivant l'axe 3, en bas de la figure 12, se regroupent les cultivars qui possèdent des feuilles découpées avec un angle D assez aigu tel que Muscat Adda et Adadi des Bibans.

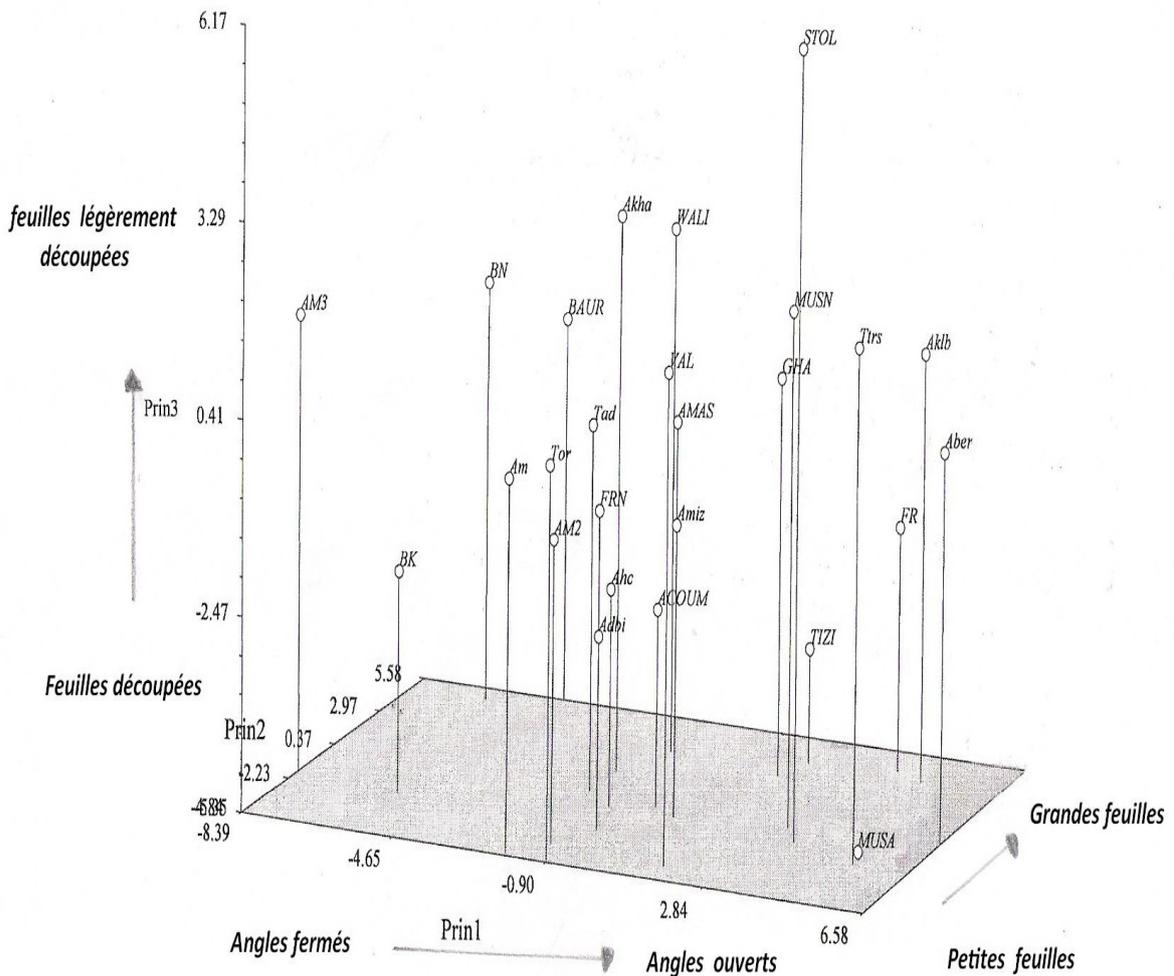


Figure 12: La projection de l'ACP des feuilles adultes de 26 cultivars sur les trois premiers axes.

Aberkane :Aber, Adadi des Bibans :Adbi, Ahchichene :Ahc, Sidi Ahmed Draa el Mizene :Miz, Ahmar de Mascara :AMAS, Ahmar de Mechtras II :AM2, Ahmar de Mechtras III :AM3, Ain el Couma :ACOUM, Ain el Kelb :Akib, Amellal :Am, Aneb el Cadi :Akha, Bezoul el Khadem :BK, Bouni :BN, Bouaber des Aures :BAUR, Farana :FR, Farana Noir :FRN, Ghanez :GHA, Muscat Adda :MUSA, Muscat Noir :MUSN, Sbaa el Tolba :STOL, Tadelith :Tad, Tiziounine :TIZI, Torki :Tor, Toutrisine :Ttrs, Valensi :VAL.

1.1.2. La distribution des variétés dans les deux premiers axes

La distribution des variétés va être étudiée selon l'axe 1 et 2 formant le plan principal qu'on va diviser en trois sections non équivalentes :

1- la première section renferme le plus grand nombre de variétés (13 variétés) où s'accompagne l'augmentation de l'ouverture des angles au niveau du premier axe avec l'augmentation de la taille du limbe au niveau du deuxième, à son tour cette section est divisée en trois groupes :

- le premier renferme 5 variétés présentant des feuilles de petites tailles avec des angles assez fermés, représenté par Bezoul el Khadem qui possède le plus petit limbe et les angles les plus aigus des cultivars de ce groupe, puis, on observe une augmentation des mesures en question chez les autres variétés tel que :Tadelith, Farana Noir, Ahchichene et Aïn el Couma.
- Le deuxième regroupe 3 variétés, présentant des feuilles de tailles moyennes à grandes avec des angles assez fermés, représenté par : Aneb el Cadi, Sidi Ahmed Draa el Mizen et el Wali. Cette dernière variété a le plus large limbe par rapport aux deux autres.
- Le troisième regroupe 4 variétés, ayant des feuilles de grandes tailles avec des angles assez ouverts représenté par : Ghanez, Tiziounine, Farana et Aïn el Kelb.

2- la deuxième section renferme 11 variétés présentant un petit limbe et des angles moyennement ouverts à très ouverts. Cette section est divisée en deux groupes :

- Le premier regroupe 6 variétés avec des angles moyennement ouverts (allant de Amellal, Ahmar de MechtrasII, Adadi des Bibans, Ahmar de Mascara jusqu'à Valenci) et des limbes de petites tailles tel que Torki et Amellal qui possèdent les plus petits limbes de toutes les variétés étudiées avant Valenci et Ahmar de Mechtras II, et en fin Adadi des Bibans et Ahmar de Mascara qui possèdent un limbe un peu plus grand que les autres variétés de ce groupe.
- Le deuxième regroupe 5 variétés, avec des angles très ouverts (allant de Muscat Noir, Sbaa el Tolba, Muscat Adda et Toutrissine et enfin Aberkane qui représente les feuilles ayant les angles les plus ouverts de toutes les variétés étudiées) et de petits limbes (allant de Aberkane, Muscat noir, Sbaa el Tolba, Muscat Adda et Toutrissine).

3- la troisième section renferme trois variétés (Ahmar de Mechtras III, Bouni, Bouaber des Aures) présentant des angles avec une légère discrimination et une différence remarquable au niveau des longueurs de nervures, cependant Ahmar de Mechtras III présente le plus petit limbe dans ce groupe, et les angles les plus fermés des 26 variétés étudiées. Bouaber des Aures est la variété ayant des feuilles avec des angles aigus et qui possède le plus large limbe des 26 variétés étudiées avant Bouni.

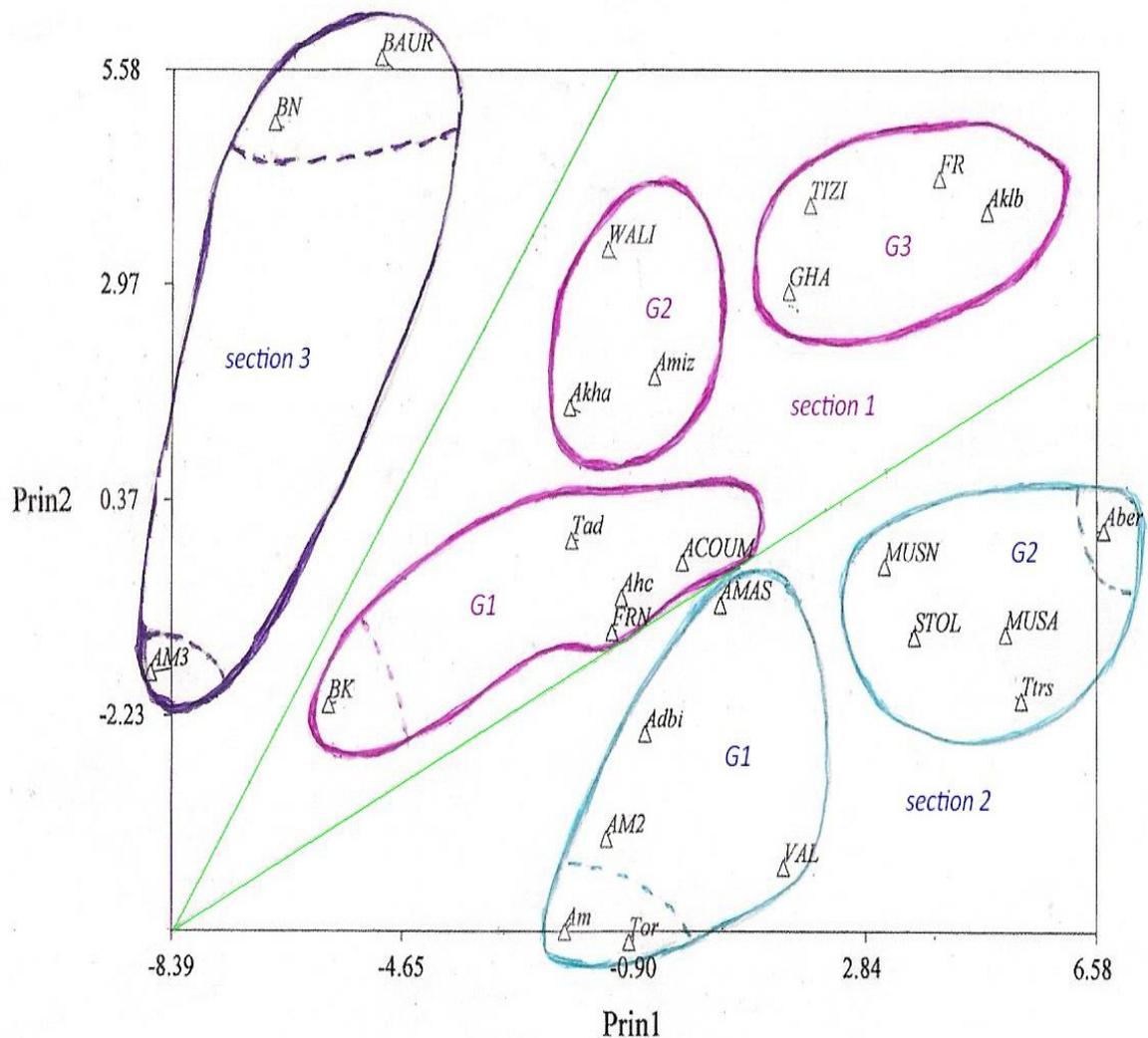


Figure 13: La projection de l' ACP des feuilles adultes de 26 cultivars sur Prin1 « PC1 » et Prin2 « PC2 » Aberkane :Aber, Adadi des Bibans :Adbi, Ahchichene :Ahc, Sidi Ahmed Draa el Mizan :Miz, Ahmar de Mascara :AMAS, Ahmar Mechtras II : AM2, Ahmar Mechtras III :AM3, Aïn el Couma :ACOUM, Aïn el Kelb :Akib, Amellal :Am, Aneb el Cadi :Akha, Bezoul el Khadem :BK, Bouni :BN, Bouaber des Aures :BAUR, Farana :FR, Farana Noir :FRN, Ghanez :GHA, Muscat Adda :MUSA, Muscat Noir :MUSN, Sbaa el Tolba :STOL, Tadelith :Tad, Tiziounine :TIZI, Torki :Tor, Toutrissine :Ttrs, Valenci :VAL.

1.2. Etude différentielle des cultivars en utilisant l'ANOVA

L'analyse de la variance sera appliquée sur les angles des nervures et leurs longueurs, ainsi que les profondeurs des sinus latéraux de la feuille adulte de chaque cultivar.

1.2.1. Etude des angles de la feuille

Les angles des deux côtés de la feuille adulte sont concernés par cette analyse.

1.2.1.1. Les angles du côté gauche de la feuille

1.2.1.1.1. Les angles A', B', G'

Pour avoir un regroupement homogène par rapport aux angles A', B', G', on procède à l'analyse de la variance de leur somme (la relation 4 (Rel4)). Celle-ci étant la variable la plus discriminante au niveau du premier axe et donne un regroupement proche de celui réalisé par l'ACP. On a pu distinguer 7 groupes de cultivars où se distinguent nettement Aberkane par des angles (A', B', G') très ouverts et Ahmar de Mechtras III par des angles très aigus formant successivement le premier et le dernier niveau. Les cinq autres groupes présentant des cultivars à des angles ouverts tel que Aïn el Kelb, moyennement ouverts tel que Aïn el Couma et aigus tel que Bouaber des Aures (Tableau 06).

1.2.1.1.2. Les angles a', b', g'

Pour ces variables, c'est la relation 6 (Rel.6= a'+b'+g') qui les représente étant leur somme (Tableau 07). Celle-ci présente presque le même regroupement de celui effectué selon la relation 4 où 7 groupes variétaux ont été distingués avec Aberkane qui présente l'avant-garde possédant les angles les plus ouverts mais ici c'est Bezoul el Khadem qui présente les angles les plus aigus. Au niveau des autres groupes se distinguent les cultivars ayant des angles moyennement ouverts. Signalons que pour cette variable, Torki a apparu avec des angles plus ouverts

1.2.1.1.3. L'angle D'

Il n'est pas nécessaire de réaliser une analyse par rapport à ce paramètre car, il n'apparaît discriminant sur aucun des trois axes.

Tableau 06: Analyse de l'ANOVA suivant Rel4

PPDS/LDS 5% =14.34

| Groupement | | | | | Moyenne | Variétés |
|------------|---|---|---|---|---------|--------------------------|
| | | | A | | 213.943 | Aberkane |
| | B | | A | | 208.706 | Aïn el Kelb |
| | B | | A | C | 206.960 | Toutrissine |
| | B | | A | C | 203.426 | Sbaa el Tolba |
| | B | | D | C | 199.404 | Muscat Noir |
| | B | E | D | C | 197.780 | Ahmar de Mascara |
| | B | E | D | C | 196.273 | Muscat Adda |
| | F | E | D | C | 193.690 | Farana |
| | F | E | D | G | 187.781 | Ghanez |
| H | F | E | D | G | 185.675 | Aneb el Cadi |
| H | F | E | I | G | 184.074 | Tiziounine |
| H | F | J | I | G | 181.267 | Valenci |
| H | F | J | I | G | 181.162 | Ahmar de Mechtras II |
| H | | J | I | G | 174.929 | Aïn el Couma |
| H | | J | I | | 173.315 | El Wali |
| H | | J | I | | 173.072 | Sidi Ahmed Draa el Mizen |
| H | | J | I | | 172.576 | Ahchichene |
| H | | J | I | | 172.404 | Adadi des Bibans |
| | | J | I | | 170.224 | Farana Noir |
| | | J | I | | 169.857 | Torki |
| | | J | K | | 168.589 | Amellal |
| | L | J | K | | 167.409 | Tadelith |
| | L | | K | M | 155.080 | Bouaber des Aures |
| | L | | | M | 153.648 | Bouni |
| | | | N | M | 147.753 | Bezoul el Khadem |
| | | | N | | 137.054 | Ahmar de Mechtras III |

Tableau 07: Analyse de l'ANOVA suivant Rel.6

PPDS/LDS 5% =9.63

| Groupement | | | | | Moyenne | Variétés |
|------------|---|---|---|---|---------|--------------------------|
| | | | A | | 187.961 | Aberkane |
| | | | B | | 174.070 | Sbaa el Tolba |
| | C | | B | D | 173.084 | Muscat Noir |
| | C | | B | D | 170.429 | Aïn el Kelb |
| | C | | B | D | 170.341 | Toutrissine |
| | C | | | D | 165.785 | Muscat Adda |
| | C | | E | D | 163.908 | Farana |
| | F | | E | D | 163.594 | Valenci |
| | F | | E | G | 160.834 | Ghanez |
| | F | | | G | 154.020 | Torki |
| | F | | | G | 153.897 | Aïn el Couma |
| | F | | | G | 152.898 | Ahmar de Mascara |
| | F | | | G | 152.838 | Tadelith |
| | F | | H | G | 152.490 | El Wali |
| | I | | H | G | 151.348 | Tiziounine |
| | I | | H | G | 149.088 | Ahchichene |
| | I | | H | G | 148.991 | Adadi des Bibans |
| | I | J | H | G | 147.333 | Sidi Ahmed Draa el Mizen |
| K | I | J | H | G | 146.603 | Aneb el Cadi |
| K | I | J | H | G | 145.941 | Farana Noir |
| K | I | J | H | | 145.424 | Ahmar de Mechtras II |
| K | I | J | | | 141.858 | Amellal |
| K | | J | L | | 140.732 | Bouaber des Aures |
| K | | | L | | 137.667 | Bouni |
| | | | L | | 136.713 | Ahmar de Mechtras III |
| | | | L | | 128.820 | Bezoul el Khadem |

1.2.1.2. Les angles du coté droit de la feuille

1.2.1.2. 1. Les angles A, B, G

Afin d'avoir un regroupement plus homogène, on procède ainsi à l'analyse selon la somme de ces angles ($Rel.3 = A+B+G$) qui est très bien représentée au niveau du premier axe. On a pu distinguer 6 groupes (Tableau 08). Au niveau du premier groupe apparaît Sbaa el Tolba présentant l'avant-garde avec des angles très ouverts, puis trois groupes variétaux ayant des angles moyennement ouverts tel qu'el Wali et enfin les deux derniers groupes variétaux ayant des angles très aigus particulièrement Ahmar de Mechtras III.

Tableau 08: Analyse de l'ANOVA suivant Rel. 3

PPDS/LDS = 14.69

| Groupement | | | | | Moyenne | Variétés |
|------------|---|---|---|---|---------|--------------------------|
| | | | A | | 218.640 | Sbaa el Tolba |
| | B | | A | | 213.589 | Toutrissine |
| | B | | A | C | 205.396 | Ain el Kelb |
| | B | | D | C | 203.025 | Aberkane |
| | E | | D | C | 196.222 | Muscat Adda |
| | E | | D | C | 195.584 | Ghanez |
| | E | | D | C | 194.033 | Muscat Noir |
| | E | F | D | C | 191.395 | Farana |
| | E | F | D | G | 190.589 | Valenci |
| H | E | F | D | G | 188.960 | Tiziounine |
| H | E | F | I | G | 186.520 | Aneb el Cadi |
| H | E | F | I | G | J | Ahmar de Mascara |
| H | K | F | I | G | J | El Wali |
| H | K | F | I | G | J | Ahchichene |
| H | K | | I | G | J | Adadi des Bibans |
| H | K | | I | | J | Torki |
| H | K | | I | | J | Amellal |
| H | K | | I | | J | Ain el Couma |
| | K | | I | | J | Ahmar de Mechtras II |
| | K | | I | | J | Sidi Ahmed Draa el Mizen |
| | K | | | | J | Farana Noir |
| | K | | | | | Tadelith |
| | | | L | | 152.414 | Bouni |
| | | | L | | 151.713 | Bouaber des Aures |
| | | | L | | 150.737 | Bezoul el Khadem |
| | M | | | | 137.609 | Ahmar de Mechtras III |

1.2.1.2.2. Les angles a, b, g

Pour avoir la disposition des cultivars selon les angles a, b et g, on fait recours à la relation 5 ($Rel.5 = a+b+g$) étant discriminante sur l'axe 1. Le regroupement est présenté dans le Tableau 09 qui montre 5 groupes. Ce regroupement est proche de celui effectué par la Rel. 3. Cependant, c'est Bezoul el Khadem qui possède les angles les plus fermés.

Tableau 09: Analyse de l'ANOVA suivant Rel. 5

PPDS/LDS 5% = 10.48

| Groupement | | | | Moyenne | Variétés |
|------------|---|---|---|---------|--------------------------|
| | | A | | 178.408 | Sbaa el Tolba |
| B | | A | | 176.594 | Toutrissine |
| B | | A | | 173.735 | Aberkane |
| B | | A | C | 171.478 | Ain el Kelb |
| B | | A | C | 171.271 | Valenci |
| B | D | A | C | 169.704 | Muscat Noir |
| B | D | | C | 166.548 | Ghanez |
| | D | E | C | 162.395 | Farana |
| F | D | E | | 160.477 | Muscat Adda |
| F | D | E | | 160.409 | Torki |
| F | | E | G | 155.954 | Farana Noir |
| F | | E | G | 154.375 | Ahmar de Mascara |
| F | | E | G | 154.308 | El Wali |
| F | H | E | G | 152.652 | Ahchichene |
| F | H | E | G | 152.504 | Sidi Ahmed Draa el Mizen |
| F | H | E | G | 152.198 | Adadi des Bibans |
| F | H | | G | 150.298 | Tiziounine |
| | H | | G | 149.874 | Ahmar de Mechtras II |
| | H | | G | 149.785 | Ain el Couma |
| | H | | G | 149.607 | Bouaber des Aures |
| | H | | G | 149.418 | Tadelith |
| | H | | G | 149.216 | Aneb el Cadi |
| | H | | G | 148.105 | Amellal |
| | H | I | | 142.416 | Bouni |
| | | I | | 137.443 | Ahmar de Mechtras III |
| | | I | | 134.275 | Bezoul el Khadem |

1.2.1.2. 3. L'angle D

L'angle D apparait au niveau du troisième axe comme variable bien représentée et peut exprimer le chevauchement du sinus pétiolaire. L'analyse de cette variable a distingué 4 groupes (Tableau 10) où le premier définit les cultivars ayant des angles D très ouverts tel que Toutrissine et Aberkane qui possèdent des feuilles à des sinus pétiolaire très chevauchants; le deuxième et le troisième groupe présentent les cultivars ayant des angles D moyennement ouverts et enfin le quatrième groupe renferme que Muscat Adda qui se distingue par l'angle D le plus aigu .

Tableau 10: Analyse de l'ANOVA suivant l'angle D

PPDS/LDS 5% = 7.54

| Groupement | | | | | | Moyenne | Variétés |
|------------|---|---|---|---|---|---------|--------------------------|
| | | | A | | | 73.151 | Toutrissine |
| | B | | A | | | 69.115 | Aberkane |
| | B | | A | C | | 68.155 | Bezoul el Khadem |
| | B | D | A | C | | 67.638 | Sidi Ahmed Draa el Mizen |
| E | B | D | A | C | | 66.835 | Bouaber des Aures |
| E | B | D | F | C | | 63.087 | Sbaa el Tlba |
| E | B | D | F | C | | 63.066 | Torki |
| E | B | D | F | C | | 62.888 | Ahmar de Mechtras III |
| E | B | D | F | C | | 62.594 | Tadelith |
| E | B | D | F | C | G | 62.337 | El Wali |
| E | | D | F | C | G | 61.784 | Bouni |
| E | | D | F | C | G | 61.647 | Farana |
| E | H | D | F | C | G | 61.353 | Ahmar de Mascara |
| E | H | D | F | C | G | 60.887 | Ain el Kelb |
| E | H | D | F | | G | 60.644 | Ghanez |
| E | H | D | F | | G | 60.622 | Tiziounine |
| E | H | | F | I | G | 60.165 | Amellal |
| E | H | | F | I | G | 59.962 | Valenci |
| | H | | F | I | G | 59.430 | Muscat Noire |
| | H | | F | I | G | 57.733 | Aneb el Cadi |
| | H | | F | I | G | 56.017 | Ahmar de Mechtras II |
| | H | | | I | G | 55.129 | Farana Noire |
| | H | | | I | | 54.232 | Adadi des Bibans |
| | | | | I | | 53.117 | Ahchichene |
| | | | | I | | 52.915 | Ain el Couma |
| | | | J | | | 42.062 | Muscat Adda |

1.2.2. Etude des longueurs des nervures de la feuille

Cette étude concerne la longueur de la nervure principale et les longueurs des nervures secondaires des deux cotés de la feuille adulte.

1.2.2.1. La longueur de la nervure principale (L)

L'analyse pour la longueur de la nervure principale a rassemblé les variétés en 4 groupes (Tableau 11) : au niveau du premier, apparait les cultivars à limbe allongé tel que Farana et Bouaber des Aures; le deuxième regroupe les cultivars à limbe moins allongé par rapport au premier tel que Aneb el Cadi; le troisième renferme les cultivars ayant des limbes à longueurs L moyennes tel que Ahmar de Mascara et enfin le quatrième regroupe les cultivars à petit limbe tel que Torki.

Tableau 11: Analyse de l'ANOVA suivant la longueur L

PPDS/LDS 5% = 1.14

| Groupement | | | | | | Moyenne | Variétés | |
|------------|---|---|---|---|---|---------|-------------------|--------------------------|
| | | | A | | | 12.8190 | Farana | |
| | B | | A | | | 12.0690 | Bouaber des Aures | |
| | B | | A | | | 11.9430 | Ain el Kelb | |
| | B | | A | | C | 11.8050 | El Wali | |
| | B | | D | | C | 11.6810 | Bouni | |
| | B | | D | | C | 11.5818 | Aneb el Cadi | |
| | B | E | D | | C | 11.4040 | Ghanez | |
| F | B | E | D | | C | 11.3650 | Tiziounine | |
| F | B | E | D | | C | G | 11.0890 | Sbaa el Tolba |
| F | B | E | D | | C | G | 10.9620 | Tadelith |
| F | H | E | D | | C | G | 10.7142 | Sidi Ahmed Draa el Mizen |
| F | H | E | D | | I | G | 10.6540 | Muscat Adda |
| F | H | E | D | J | I | G | 10.5790 | Muscat Noire |
| F | H | E | K | J | I | G | 10.3170 | Farana Noire |
| F | H | E | K | J | I | G | 10.3055 | Aberkane |
| F | H | L | K | J | I | G | 10.2367 | Ahmar de Mascara |
| | H | L | K | J | I | G | 10.1682 | Ain el Couma |
| | H | L | K | J | I | G | 10.0036 | Ahmar de Mechtras III |
| | H | L | K | J | I | | 9.8008 | Ahchichene |
| | H | L | K | J | I | | 9.6310 | Toutrissine |
| | | L | K | J | I | | 9.5322 | Ahmar de Mechtras II |
| | | L | K | J | | | 9.4730 | Bezoul el Khadem |
| | | L | K | | | | 9.2790 | Valenci |
| | | L | K | | | | 9.1990 | Adadi des Bibans |
| | | L | K | | | | 9.1918 | Amellal |
| | | L | | | | | 9.1260 | Torki |

1.2.2.2. Les longueurs des nervures secondaires du coté gauche de la feuille

Pour réaliser l'analyse selon les longueurs des nervures secondaires du coté gauche de la feuille, L2g a été choisie, étant la longueur la plus discriminante au niveau du deuxième axe selon le tableau (04) des vecteurs propres. Cependant, suivant cette variable, on a pu distinguer 4 groupes variétaux où Bouaber des Aures se distingue par la plus longue nervure présentant le premier niveau et Torki par la plus courte présentant le dernier. Les deux niveaux restants représentent les cultivars à limbe de taille moyenne tel qu' Aneb el Cadi.

Tableau 12: Analyse de l'ANOVA suivant la longueur L2g

PPDS/LDS 5% = 0.75

| Groupement | | | | Myenne | Variétés |
|------------|---|---|---|--------|--------------------------|
| | | | A | 8.4980 | Bouaber des Aures |
| | B | | A | 8.2020 | Tiziounine |
| | B | | A | 8.1300 | Bouni |
| | B | | A | C | Ain el Kelb |
| | B | | A | C | Farana |
| | B | | D | C | El Wali |
| | B | E | D | C | Ghanez |
| | F | E | D | C | Sidi Ahmed Draa el Mizen |
| | F | E | D | G | Ain el Couma |
| | F | E | D | G | Tadelith |
| H | F | E | D | G | Akneb el Cadi |
| H | F | E | D | G | Aberkane |
| H | F | E | I | G | Farana Noir |
| H | F | | I | G | Muscat Noir |
| H | F | | I | G | Ahchichene |
| H | F | | I | G | Ahmar de Mascara |
| H | F | | I | G | Ahmar de Mechtras III |
| H | F | | I | G | Muscat Adda |
| H | F | J | I | G | Bezoul el Khadem |
| H | K | J | I | G | Toutrissine |
| H | K | J | I | G | Adadi des Bibans |
| H | K | J | I | G | Sbaa el Tolba |
| H | K | J | I | | Valenci |
| | K | J | I | | Ahmar de Mechtras II |
| | K | J | | | Amellal |
| | K | | | | Torki |

1.2.2.3. Les longueurs des nervures secondaires du coté droit de la feuille

Pour les longueurs des nervures secondaires du coté droit de la feuille, c'est ainsi L2d qui a apparue comme la longueur la plus discriminante au niveau du deuxième axe selon le tableau (04) des vecteurs propres. Selon cette variable, on a pu distinguer 4 groupes variétaux où Bouaber des Aures se distingue par la plus longue nervure représentant seule le premier niveau, par contre, Torki et Amellal se distinguent par la plus courte nervure représentant le dernier niveau.

Tableau 12: Analyse de l'ANOVA suivant la longueur L2d

PPDS/LDS 5% = 0.82

| Groupement | | | | Moyenne | Variétés |
|------------|---|---|---|---------|--------------------------|
| | | A | | 8.8410 | Bouaber des Aures |
| B | | A | | 8.1120 | Farana |
| B | | | | 7.9740 | Tiziounine |
| B | | | | 7.9640 | Bouni |
| B | | | | 7.8480 | Ain el Kelb |
| B | | C | | 7.5230 | Ghanez |
| B | | C | D | 7.3870 | El Wali |
| B | E | C | D | 7.3300 | Sidi Ahmed Draa el Mizen |
| F | E | C | D | 6.9240 | Tadelith |
| F | E | C | D | 6.8709 | Ain el Couma |
| F | E | C | D | 6.8450 | Muscat Noir |
| F | E | C | D | 6.8310 | Musscat Noir |
| F | E | C | D | 6.8210 | Farana Noire |
| F | E | C | D | 6.7273 | Aneb el Cadi |
| F | E | | D | 6.7018 | Aberkane |
| F | E | | D | 6.6925 | Ahchichene |
| F | E | | D | 6.6350 | Toutrissine |
| F | E | G | | 6.5620 | Adadi des Bibans |
| F | E | G | | 6.5425 | Ahmar de Mascara |
| F | E | G | | 6.5420 | Bezoul el Khadem |
| F | E | G | H | 6.5400 | Sbaa el Tolba |
| F | | G | H | 6.4000 | Ahmar de Mechtras III |
| F | | G | H | 6.3411 | Ahmar de Mechtras II |
| F | | G | H | 6.1910 | Valenci |
| | | G | H | 5.7680 | Torki |
| | | | H | 5.7227 | Amellal |

1.2.3. Etude des profondeurs des sinus latéraux supérieurs et inférieurs

Puisque les profondeurs des sinus latéraux sont en relation directe avec la taille du limbe, donc l'analyse va concerner la relation 7 ($Rel.7 = (S1d+S2d) / (L1d+L2d)$) qui est le caractère le plus discriminant pour le côté droit de la feuille et la relation 8 ($Rel.8 = (S1g+S2g) / (L1g+L2g)$) pour son côté gauche.

Comme c'est indiqué sur le tableau 13, l'analyse de la Rel.7 a différencié les cultivars en 4 groupes ; allant de celui qui présente les cultivars à limbes très découpé tel qu'Aneb el Cadi ; moyennement découpé tel que Muscat Noire et peu découpé tel que Muscat Adda.

Tableau 13: Analyse de l'ANOVA suivant Rel.7

PPDS/LDS 5% = 0.12

| Groupement | | | | | Moyenne | Variétés |
|------------|---|---|---|---|---------|--------------------------|
| | | | A | | 0.70636 | Aneb el Cadi |
| | B | | A | | 0.67545 | Ahmar de Mechtras III |
| | B | | A | C | 0.60800 | Sbaa el Tlba |
| | B | D | A | C | 0.59500 | Bouni |
| | B | D | A | C | 0.59400 | El Wali |
| | B | D | E | C | 0.58000 | Valenci |
| | B | D | E | C | 0.57833 | Ahchichene |
| | B | D | E | C | 0.57545 | Amellal |
| | B | D | E | C | 0.57100 | Torki |
| | B | D | E | C | 0.56700 | Bezoul el Khadem |
| F | B | D | E | C | 0.55900 | Tadelith |
| F | | D | E | C | 0.55417 | Ahmar de Mascara |
| F | | D | E | C | 0.55333 | Ahmar de Mechtras II |
| F | G | D | E | C | 0.54700 | Muscat Noir |
| F | G | D | E | C | 0.54200 | Farana Noir |
| F | G | D | E | C | 0.53500 | Adadi des Bibans |
| F | G | D | E | C | 0.53500 | Bouaber des Aures |
| F | G | D | E | C | 0.52600 | Toutrissine |
| F | G | D | E | C | 0.52500 | Ghanez |
| F | G | D | E | C | 0.51364 | Ain el Couma |
| F | G | D | E | C | 0.50167 | Sidi Ahmed Draa el Mizen |
| F | G | D | E | C | 0.48900 | Ain el Kelb |
| F | G | D | E | | 0.47455 | Aberkane |
| F | G | | E | | 0.46000 | Farana |
| F | G | | | | 0.44400 | Tiziounine |
| F | G | | | | 0.42700 | Muscat Adda |

On pu distinguer 5 groupes suivant l'analyse de la relation (Rel.8) : le premier présente les deux variétés qui possèdent les sinus latéraux les plus profonds (Sbaa el Tolba et Ahmar de Mechtras III) ; le deuxième et le troisième regroupe les variétés ayant des feuilles moyennement découpées tel que Bezoul el Khadem ; le quatrième regroupe les variétés ayant des feuilles encore plus découpées tel que Adadi des Biban et au niveau du dernier se regroupent les cultivars ayant les limbes les plus découpés tel que Muscat Adda (Tableau 14).

Signalons que pour le coté gauche de la feuille, Aneb el Cadi presente des limbes plus découpés.

Tableau 14: Analyse de l'ANOVA suivant Rel.8

PPDS/LDS 5% = 0.06

| Groupement | | | | | | | Moyenne | Variétés |
|------------|---|---|---|---|---|---|---------|--------------------------|
| | | | A | | | | 0.64182 | Ahmar de Mechtras III |
| | B | | A | | | | 0.63300 | Sbaa el Tolba |
| | B | | A | | C | | 0.60400 | Bouni |
| | B | D | A | | C | | 0.59000 | Amellal |
| E | B | D | A | | C | | 0.58900 | Muscat Noir |
| E | B | D | F | | C | | 0.57700 | Bouaber des Aures |
| E | B | D | F | | C | | 0.57700 | El Wali |
| E | | D | F | | C | | 0.57500 | Torki |
| E | G | D | F | | C | | 0.57000 | Valenci |
| E | G | D | F | | C | H | 0.55800 | Bezoul el Khadem |
| E | G | D | F | I | C | H | 0.55000 | Tadelith |
| E | G | D | F | I | C | H | 0.54889 | Ahmar de Mechtras II |
| E | G | D | F | I | C | H | 0.54727 | Aneb el Cadi |
| E | G | D | F | I | C | H | 0.54667 | Ahmar de Mascara |
| E | G | D | F | I | J | H | 0.53900 | Ttoutrissine |
| E | G | | F | I | J | H | 0.53200 | Farana Noir |
| | G | | F | I | J | H | 0.52700 | Ghanez |
| | G | | | I | J | H | 0.51667 | Ahchichene |
| | G | | | I | J | H | 0.51600 | Adadi des Bibans |
| | | | | I | J | H | 0.51100 | Ain el Kelb |
| | | | | I | J | H | 0.50818 | Ain el Couma |
| | | | K | I | J | | 0.49833 | Sidi Ahmed Draa el Mizen |
| | | | K | | J | | 0.48455 | Aberkene |
| | L | | K | | | | 0.44600 | Farana |
| | L | | K | | | | 0.44100 | Tiziounine |
| | L | | | | | | 0.41400 | Muscat Adda |

1.3.Corrélations entre les variables

Concerne l'étude de l'intensité de la liaison qui peut exister entre les paramètres mesurés (longueur, angles des nervures et les profondeurs des sinus latéraux) de la feuille exprimée par le coefficient de corrélation (r) qui est obtenu par l'analyse de la composante principale. Suivant la matrice de corrélation (Annexe, Figure 01) :

> De fortes corrélations apparaissent entre les longueurs des nervures :

-La nervure principale L est fortement corrélée avec les longueurs des nervures secondaires $L1g$ ($r = 0.91$) ; $L1d$ ($r = 0.88$) et $L2g$ ($r = 0.86$) et corrélée avec $L2d$ ($r = 0.85$) et $L3d$ ($r = 0.83$).

-La longueur $L1g$ est fortement corrélée avec les longueurs $L1d$; $L2g$; $L3d$ et $L2d$ par des valeurs de $r = 0.94$; 0.93 ; 0.91 et 0.90 successivement. Aussi, cette variable présente une forte corrélation ($r=0.9$) avec la profondeur du sinus $S2g$.

-La longueur $L2g$ est très fortement corrélée avec $L2d$ ($r=0.97$), fortement corrélée avec $L3d$ ($r= 0.91$) ; $L3g$ ($r=0.9$) et $L1d$ ($r=0.89$). Par contre, la longueur $L2d$ est fortement corrélée qu'avec $L1d$ ($r=0.92$).

-La longueur $L3g$ est fortement corrélée avec $L3d$ ($r=0.94$) ; $L2d$ ($r=0.86$) et corrélée avec $L1d$ ($r=0.82$). Pour la longueur $L3d$, elle est fortement corrélée avec $L2d$ et $L1d$ par des coefficients de corrélation de 0.9 et 0.86 successivement.

-Et enfin $L5g$ est fortement corrélée qu'avec $L5d$ ($r=0.86$).

> La profondeur des sinus latéraux présentent des corrélations positives et négatives avec les angles formés par les nervures : $S1g$ est fortement corrélée avec $S1d$ ($r=0.93$) ; corrélée avec $S2g$ ($r= 0.81$) et corrélée négativement avec l'angle A' ; a' et B' dont les valeurs de r sont successivement -0.43 ; -0.41 et 0.4 . Par contre la profondeur $S1d$ est corrélée négativement avec les angles A' ($r= -0.57$) ; a' ($r= -0.54$) ; B' ($r= -0.48$) ; A ($r= -0.47$) et B ($r= -0.42$).

-L'angle A' est corrélé avec les angles a ; B ; b ; b' et A dont les coefficients de corrélation sont successivement de 0.84 ; 0.83 ; 0.82 ; 0.81 et 0.81 .

-L'angle B' est fortement corrélé avec les angles B ($r=0.87$) et corrélé avec l'angle b' ($r=0.81$) et G ($r=0.80$). Pour l'angle b', on a observé qu'une corrélation positive avec l'angle b où $r=0.83$. L'angle B est corrélé avec b ($r=0.83$) et avec G ($r=0.81$).

-L'angle G' a apparu fortement corrélé avec l'angle G par un $r=0.89$ et corrélé avec g' et B par un $r=0.84$ et 0.82 successivement. Pour l'angle g', aussi apparait trois corrélation dont la plus forte est avec l'angle g ($r=0.86$) et l'autre moins forte avec l'angle G et B où la valeur de $r=0.82$ et 0.81 successivement. Par contre l'angle g est corrélé seulement avec l'angle G ($r=0.85$).

1.4. Classification hiérarchique

Afin de clôturer notre étude ampélogométrique et d'obtenir un classement plus homogène, nous avons procédé à la classification hiérarchique en cluster. Les mesures phyllométriques des feuilles adultes nous ont fourni trois clusters principaux présentés sur la Figure 14 où apparaissent de fortes similarités entre les cultivars étudiés.

> Le premier cluster regroupe sept cultivars, où on observe une forte similarité (0.9) entre Bouni et Bouaber des Aures qui sont proches par rapport à la forme, la dimension et la découpeure de leurs feuilles. Aussi, Ahmar de Mechtras III et Bezoul el Khadem semblent assez proches, mais avec un degré de similarité plus faible (0.7), car d'un point de vue ampélogométrique, ils se caractérisent par des feuilles de taille moyenne avec des angles aigus. Selon l'étude de LAIADI et *al.* (2009) ces deux dernières variétés se ressemblent par rapport au chlorotype c, ainsi, la variété de Bezoul el Kadem cultivée au niveau de la station de Skikda présente un lien de parenté avec Kabyl Aldebert (synonyme de Bouaber des Aures) par NJ méthode. El Wali et Aneb el Cadi présentent un degré de similitude encore plus faible (environ 0.5). Signalons qu'il est possible qu'el Wali est Louali. Signalons que d'après LAIADI et *al.* (2009), Amokrane (synonyme d'el Ouali) a apparu proche d'Aneb el Cadi.

> Le deuxième cluster est constitué de deux groupes. Le premier regroupe Torki et Valenci, qui d'après les données, sont des variétés non autochtones, présentant ici la similarité la plus élevée (0.75). Par contre, Ahmar de Mechtras II et Amellal apparaissent avec un degré de similarité moindre (0.6) caractérisés par une taille infime de limbe avec des angles moyennement ouverts et des profondeurs moyennes de sinus latéraux. Le deuxième groupe assimile les cultivars qui sont similaires par rapport à la forme et à la taille des limbes où Aberkane et Toutrissine montrent un degré de similarité de 0.65 et Muscat Noire et

Sbaa el Tolba de 0.55. Cette dernière présente les limbes les moins découpés.

Ahmar de Mascara apparaît assez loin et se distingue des autres cultivars, ce qui confirme les résultats obtenus par LAIADI (2009).

> Le troisième cluster assimile les cultivars en 3 groupes : Le premier regroupe Aïn el Kelb, Farana et Muscat Adda avec un coefficient de similarité de 0.65, en plus, Ghanez qui semble plus loin des trois autres. Signalons que la paire Aïn el Kelb et Farana présente un degré de similitude assez élevé (0.85); Le deuxième regroupe Sidi Ahmed Draa el Mizen et Tiziounine avec un coefficient de similarité de 0.69 et le troisième regroupe Aïn el Couma, Adadi des Bibans et Ahchichene avec un coefficient de similarité de 0.52. Pour ces deux derniers cultivars, le coefficient de similarité augmente à 0.68.

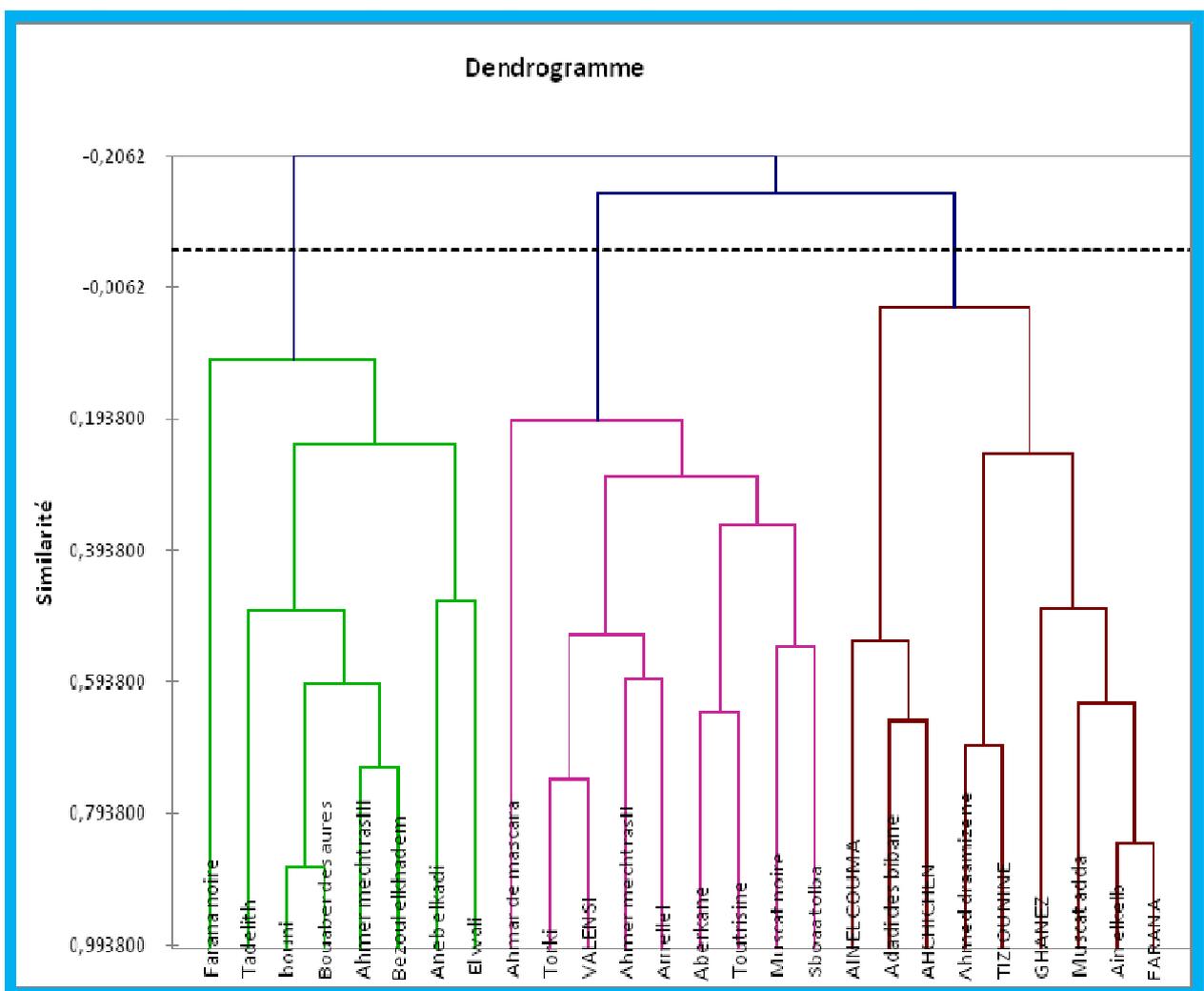


Figure 14 : Classification hiérarchique des 26 cultivars suivant les paramètres phyllométriques de la feuille adulte.

2. Etude des paramètres qualitatifs

2.1. Caractéristiques qualitatives de la feuille adulte

Les paramètres qualitatifs étudiés n'ont concerné que ceux pris par MARTINEZ et GRENNAN (1999) pour la reconstruction de la feuille moyenne et par SANTIAGO *et al.*, (2005 b) pour l'étude de la comparaison ampélographique des cépages cultivés au Nord-Ouest de l'Espagne et du Nord du Portugal. Les caractères qualitatifs obtenus sont présentés sur le Tableau 15.

Tableau 15 : Les paramètres qualitatifs étudiés de la feuille adulte chez les 26 cultivars de la station expérimentale de Tighennif. 076 : Forme des dents, 077 : Taille des dents par rapport à leur limbe, 078 : Longueur des dents par rapport à leur largeur, 079 : Chevauchement du sinus pétiolaire, 080 : Base du sinus pétiolaire, 082* : Chevauchement des sinus latéraux supérieurs, 083-1 : Forme de la base des sinus latéraux supérieurs, CSLI : Chevauchement des sinus latéraux inférieurs, FBSLI : Forme de la base des sinus latéraux inférieurs

| N° code –OIV– | 076 | 077 | 078 | 079 | 080 | 082* | 083-1 | CSLI | FBSLI |
|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------|------|-------|
| Aberkane | 2 | 5 | 5 | 7 | 3 | 4 | 2 | 1 | 1 |
| Adadi des Bibans | 3 | 5 | 5 | 3 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 |
| Ahchichene | 5 | 5 | 9 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Ahmar de Mascara | 5 | 7 | 7 | 3 | 1 | 4 | 2 | 1 | 3 |
| Ahmar de Mechtras II | 2 | 3 | 9 | 3 | 2 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Ahmar de Mechtras III | 4 | 3 | 7 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 |
| Aïn el Couma | 3 | 3 | 7 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| Aïn el kelb | 2 | 5 | 3 | 5 | 3 | 4 | 1 | 1 | 1 |
| Amellal | 3 | 3 | 5 | 3 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Aneb el Cadi | 5 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| Bouaber des Aures | 4 | 7 | 7 | 3 | 3 | 4 | 1 | 3 | 2 |
| Bezoul el khadem | 3 | 1 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| Bouni | 4 | 5 | 5 | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| El Wali | 3 | 5 | 5 | 3 | 1 | 4 | 2 | 4 | 1 |
| Farana | 3 | 5 | 7 | 5 | 3 | 4 | 2 | 1 | 2 |
| Farana Noir | 3 | 5 | 7 | 3 | 2 | 4 | 1 | 3 | 1 |
| Ghanez | 2 | 3 | 7 | 5 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 |
| Muscat Adda | 5 | 3 | 5 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| Muscat Noir | 5 | 3 | 5 | 5 | 3 | 4 | 2 | 3 | 1 |
| Sbaael Tolba | 3 | 1 | 5 | 7 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 |
| Sidi Ahmed Draa el Mizen | 3 | 5 | 1 | 3 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 |
| Tadelith | 3 | 3 | 7 | 3 | 2 | 4 | 2 | 3 | 2 |
| Tiziounine | 3 | 9 | 5 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 2 |
| Torki | 3 | 3 | 5 | 3 | 3 | 4 | 1 | 1 | 3 |
| Toutrissine | 3 | 1 | 3 | 7 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 |
| Valenci | 3 | 5 | 7 | 5 | 3 | 4 | 2 | 3 | 1 |

2.1.1. Forme des dents (076)

4 cultivars prennent le niveau 2 qui expriment des dents de forme rectilignes sur les deux cotés tel que Aberkane, Ahmar de Mechtras II, Aïn el Kelb et Ghanez, par contre Ahmar de Mechtras III et Bouaber des Aures présentent des dents à un coté concave et un coté convexe en exprimant le niveau 4. Plus que la moitié des cultivars (14 variétés) apparaissent au troisième niveau, qui présentent des dents à deux cotés convexes : Adadi des Bibans, Aïn el Couma, Amellal, Bezoul el Khadem, el Wali, Farana, Farana Noir, Sbaa el Tolba, Sidi Ahmed Draa el Mizene, Tadelith, Tiziounine, Torki, Toutrissine et Valenci, par contre les variétés : Ahchichene, Ahmar de Mascara ; Aneb el Cadi, Muscat Adda et Muscat Noir, apparaissent au cinquième niveau avec des dents à deux côtés rectilignes et deux côtés convexes.

2.1.2. Taille des dents par rapport à leur limbe (077)

Toutrissine, Sbaa el Tolba et Bezoul el Khadem apparaissent au premier niveau ayant des très petites dents par rapport à leur limbe, puis au deuxième niveau apparaissent 10 cultivars présentant des feuilles avec des dents de petites tailles : Ahmar de MechtrasII, Ahmar de MechtrasIII, Aïn el Couma, Amellal, Aneb el Cadi, Ghanez, Muscat Adda, Muscat Noire, Tadelith et Torki. Aberkane, Adadi des Bibene, Ahchichene, Aïn el Kelb, Bouni el Wali, Farana, Farana Noire, Sidi Ahmed Draa el Mizen et Valenci apparaissent au troisième niveau en présentant des dents de tailles moyennes. Le quatrième niveau représenté Ahmar de Mascara et Bouaber des Aures possèdent des feuilles avec des dents de grande taille, et le cinquième niveau appartient à Tiziounine qui a des feuilles avec de très grandes dents.

2.1.3. Taille des dents par rapport à leur largeur (078)

Les plus courtes dents sont observées chez les feuilles de Sidi Ahmed Draa el Mizen représentant le premier niveau, ensuite elles s'allongent légèrement pour former le deuxième groupe, où apparait Aïn el Kelb, Aneb el Cadi, Bezoul el Khadem et Toutrissine. Elle sont de taille moyenne chez Abekane, Adadi des Bibans, Amellal, Bouni, el Wali, Muscat Adda, Muscat Noire, Sbaa el Tolba, Tiziounine et Torki. Les dents de grandes taille (quatrième niveau) se rencontrent chez Ahmar de Mascara, Ahmar de Mechtras III, Aïn el Couma, Bouaber des Aures, Farana, Farana Noir, Ghanez, Tadelith et Valenci. Les dents les plus grandes sont enregistrées chez Ahchichene et Ahmar de Mechtras représentant le cinquième niveau.

2.1.4. Chevauchement du sinus pétiolaire (079)

Le sinus pétiolaire apparaît chevauchant que chez Aberkane ,Sbaa el Tolba et Toutrissine en présentant le quatrième niveau puis se ferme chez Aïn el Kelb, Farana, Ghanez, Muscat Noir et Valenci en présentant le troisième, en revanche le sinus pétiolaire apparaît très ouvert chez Ahmar de Mechtras III et Bouni qui appartiennent au premier niveau . Les 16 cultivars restants prennent des sinus pétiolaires ouverts en présentant le deuxième niveau tel qu'Ahchichene et Ahmar de Mechtras II.

2.1.5. Chevauchement des sinus latéraux supérieurs et inférieurs

2.1.5.1. Chevauchement des sinus latéraux supérieurs (082*)

Les sinus latéraux supérieurs apparaissent ouverts que chez Ahchichene et Ahmar de Mechtras III représentant le premier niveau, fermés chez Toutrissine exprimant le deuxième, se chevauchent légèrement en troisième chez Aneb el Cadi, Bezoul el Khadem, Bouni, Ghanez, Muscat Adda, Sbaa el Tolba et Tiziounine. En revanche, la moitié des cultivars sont représentés le quatrième niveau exprimant des sinus latéraux supérieurs très chevauchants tel que Bouaber des Aures.

2.1.5.2. Chevauchement des sinus latéraux inférieurs (CSLI)

Les sinus latéraux inférieurs apparaissent très chevauchants que chez el Wali et Sidi Ahmed Draa el Mizen qui expriment le quatrième niveau; légèrement chevauchants chez Bouaber des Aures, Bezoul el Khadem, Farana Noir, Muscat Noir, Tadelith, Tiziounine et Valenci et se ferme chez Ahmar de Mechtras II et Ghanez. Par contre la plus part des cultivars (15 cultivars) présentent des sinus latéraux inférieurs ouverts représentant le premier niveau.

2.1.6. Forme de la base des sinus

Selon l'échelle de l'OIV, la forme de la base des sinus prend 3 niveaux, où la base en U présente le premier niveau, la base en accolade présente le deuxième et la base en V présente la troisième.

2.1.6.1. Forme de la base du sinus pétiolaire (080)

Les 4 cultivars suivants : Ahmar de Mascara, Amellal, el Wali et Sidi Ahmed Draa el Mizen présentent une base en U, par contre les 12 cultivars : Adadi des Bibans, Ahchichene, Ahmar de Mascara II, Aïn el Couma, Aneb el Cadi, Bezoul el Khadem, Bouni, Farana

Noir, Ghanez, Muscat Adda, Tadelith et Tiziounine prennent une forme en accolade et les 10 variétés restantes tel que Torki et Toutrissine une forme en V.

2.1.6.2. Forme de la base des sinus latéraux supérieurs (083-1)

Aïn el Kelb, Aneb el Cadi, Bouaber des Aures, Farana Noir, Sbaa el Tolba, Sidi Ahmed Draa el Mizen et Torki prennent une base en forme de U en présentant le premier niveau, Ahmar de Mechtras II et Ahmar de Mechtras III présentent le troisième avec des sinus en V, en revanche, le deuxième qui présente les variétés restantes tel que Adadi des Bibans et Ahmar de Mascara expriment des bases de sinus en accolade.

2.1.6.3. Forme de la base des sinus latéraux inférieurs (FBSLI)

Les sinus latéraux inférieurs apparaissent avec une base en V chez Ahmar de Mascara, Ahmar de Mechtras III, Sbaa el Tolba et Torki; avec une base en accolade chez Ahchichene, Amellal, Bouaber des Aures, Bezoul el Khadem, Farana, Ghanez, Tadelith et Tiziounine. Par contre la plus part des cultivars présentent des formes de bases en U.

On a distingué des cultivars avec des formes de bases différentes : en lyre ou en lyre puis s'ouvre en U. Ces exceptions ont été prises en considération pour la reconstruction de la feuille moyenne.

2.2. Analyse par regroupement hiérarchique

Les caractéristiques qualitatives étudiées ont établi une analyse discriminante et un regroupement hiérarchique en cluster. Ce regroupement a été assez loin de celui présenté par l'étude ampélographique. Néanmoins, malgré les différences entre les diverses variétés étudiées, il existe aussi des similitudes qui ont à leur tour été corroborées par nos résultats. Le dendrogramme montre des différences importantes. Quatre clusters principaux (A, B, C et D) sont imagés dans la Figure 15 :

- Le cluster (A) rassemble : Aberkane, Aneb el Cadi qui sont similaires par le chevauchement et la forme de la base des sinus latéraux inférieurs en présentant un coefficient de similarité modéré, puis, la similarité diminue entre Muscat Noir, Toutrissine, Farana et Valenci, par contre ces deux derniers cultivars présentent un maximum de similitude entre eux car ils sont différents que par le chevauchement et la forme de la base des sinus latéraux inférieurs.
- le cluster (B) (le plus large), rassemble la plupart des cultivars : Adadi des Bibans, Aïn el Couma, Tiziounine, Aneb el Cadi et Muscat Adda qui se regroupent avec un

coefficient de Jaccard =0.5, car on constate des similarités qu'au niveau du chevauchement et la forme de la base des sinus pétiolaires et le chevauchement des sinus latéraux inférieurs. A l'intérieur de ce groupe apparaît 2 paires de variétés assez proches avec un coefficient de similitude =0.64 : (Aneb el Cadi et Muscat Adda) et (Adadi des Bibans et Aïn el Couma). Tiziounine est plus proche de cette paire car elle forme un sous groupe avec ces deux dernières avec un coefficient de Jaccard = 0.56, de plus elle fait l'exception en présentant de très grandes dents. Un autre sous groupe apparaît avec un degré infime de similitude comprenant : Bezoul el Khadem , Tadelith et Farana Noire où les deux premiers apparaissent très proches avec un coefficient de similitude= 0.64, en présentant des dents à deux cotés convexes et un sinus pétiolaire ouvert en accolade et des sinus latéraux inférieurs légèrement chevauchant en accolade.

- Le cluster (C), renferme Ahmar de MechtrasII et Ghanez, sont similaires par rapport à la forme des dents et leurs tailles par rapport à leur limbe, la forme de la base des sinus latéraux supérieurs et le chevauchement des sinus latéraux inférieurs.
- Le cluster (D), comprend: Ahmar de Mascara et Bouaber des Aures présente une très faible similitude entre eux. Aussi, Ahmar de Mechtras III, Amellal, Sbaa el Tolba et Turki présentent entre eux le plus faible degré de similarité. La paire Sbaa el Tolba et Turki apparaît avec un degré de similarité assez élevé cependant ces deux derniers se distinguent entre eux que par la taille des dents par rapport à leur limbe, la forme de la base du sinus pétiolaire et le chevauchement des sinus latéraux supérieurs. Amellal s'avère plus proche de Sbaa el Tolba et Turki que des trois autres cultivars.

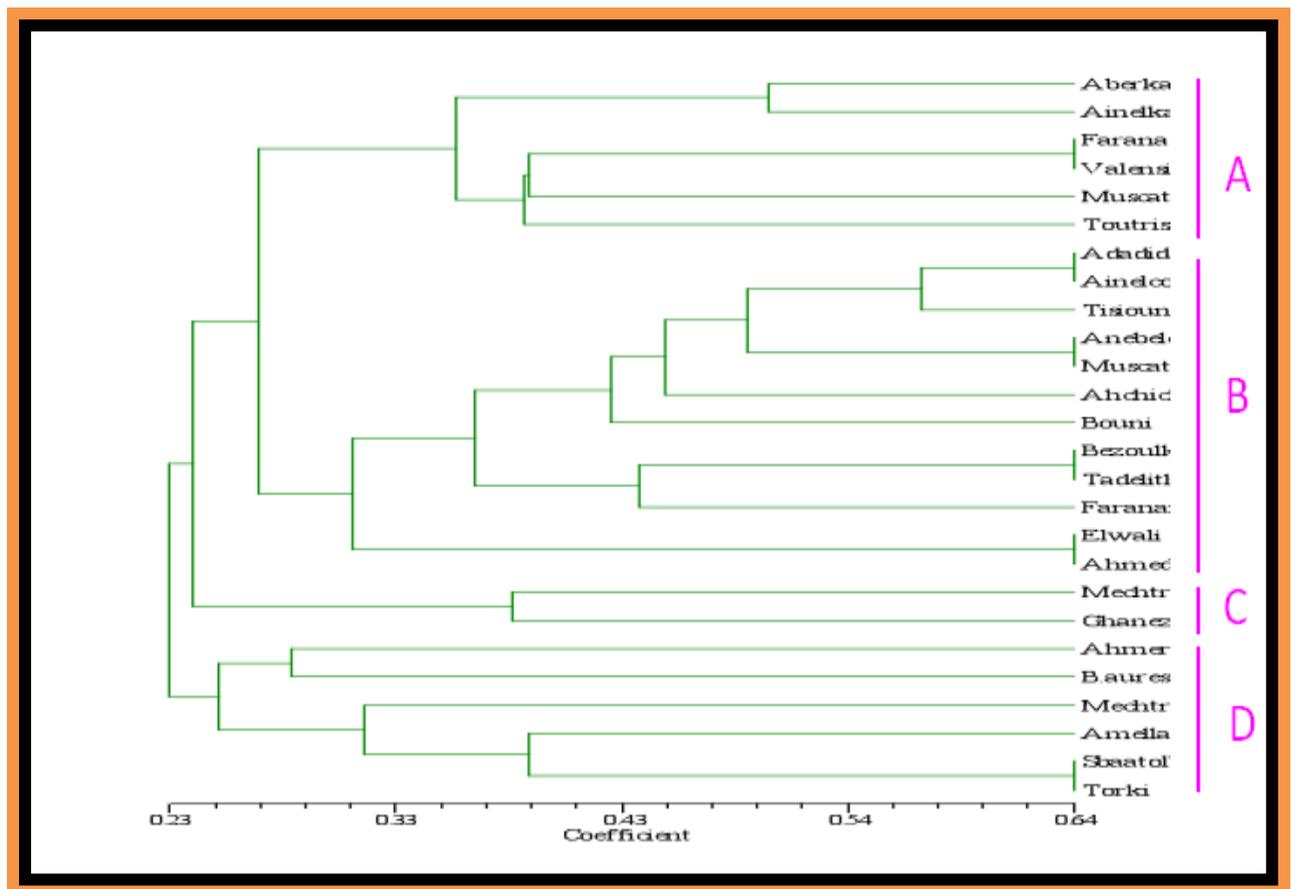


Figure 15 : Classification hiérarchique des 26 cultivars suivant les caractéristiques qualitatives observées chez les feuilles adultes

3. Reconstruction de la feuille moyenne

Toutes les informations qualitatives et quantitatives recueillies des feuilles de chaque génotype rapportées en Annexe (Tableau 01, Tableau 03 et Tableau 04), vont faire l'objet d'une reconstruction afin d'avoir une représentation synthétique la plus fidèle possible de chaque cultivar.

Il convient de mentionner que deux notations sur les différentes caractéristiques sont nécessaires à la reconstruction des feuilles, ainsi, le traçage du limbe est effectué par secteur, où chacun est indépendant et définit une portion du limbe délimité par deux nervures principales. Par conséquent, une feuille peut être divisée en huit secteurs: L-L1d, L1d- L2d, L2d-L3d, L3d-O, O-L3g, L3g-L2g, L2g-L1g, L1g-L.

Toutes les étapes du processus de la reconstruction sont présentées en annexe (figure 2a (étapes 1-6) et la figure 2b (étapes 7-12)).

3.1. Application de la reconstruction graphique

Afin d'avoir une représentation synthétique la plus fidèle possible, il faudra à priori, éloigner les cultivars mal représentés, puis procéder à la reconstruction de la feuille moyenne, en tenant compte des valeurs moyennes de chaque paramètre, le nombre de dents et des autres caractères qualitatifs liés à la morphologie des feuilles.

Les variétés qui contribuent le plus aux variances et à la formation des axes sont ceux dont les coordonnées sont les plus éloignées de leurs moyennes, c'est-à-dire, celles qui ont les plus fortes coordonnées, en valeur absolue. .

Par conséquent, il faudra examiner la valeur des cosinus carrés de l'angle formé par un point et sa projection sur le plan qui est présenté sur le Tableau 16.

D'après l'analyse de la composante principale, on constate que, pour 53.84% des cultivars, la somme des cosinus carrés sur les trois premiers axes est supérieure à 0.45. En revanche, quelques uns ont pour sommes des valeurs inférieures à 0.1.

Aberkane, Ahmar Mechtras III, Aïn el Kelb, Bezoul el Khadem, Torki et Toutrissine apparaissent bien représentés au niveau du premier axe qui exprime les angles et leurs sommes; au niveau du deuxième axe exprimant la taille des limbes apparaît Adadi des Bibans, Ahmar Mechtras II, Amellal, Bouni, Bouaber des Aures, et enfin pour le troisième qui définit majoritairement la profondeur des sinus et surtout par rapport à la taille du limbe, apparaît Aïn el Couma, Sbaa el Tolba et Tiziounine.

Tableau 16 : La qualité de la représentation des individus sur le plan engendré par les trois axes

| | PCA_1_COS ² _1 | PCA_1_COS ² _2 | PCA_1_COS ² _3 |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Aberkane | 0,69 | 0,00 | 0,00 |
| Adadi des Bibans | 0,11 | 0,47 | 0,32 |
| Ahchichene | 0,06 | 0,05 | 0,18 |
| Sidi Ahmed Draa el Mizen | 0,01 | 0,14 | 0,18 |
| Ahmar de Mascara | 0,03 | 0,04 | 0,06 |
| Ahmar Mechtras II | 0,10 | 0,58 | 0,00 |
| Ahmar Mechtras III | 0,86 | 0,01 | 0,05 |
| Aïn el Couma | 0,00 | 0,06 | 0,55 |
| Aïn el Kelb | 0,58 | 0,30 | 0,00 |
| Amellal | 0,14 | 0,62 | 0,03 |
| Aneb el Cadi | 0,06 | 0,11 | 0,17 |
| Bezoul el Khadem | 0,67 | 0,07 | 0,03 |
| Bouni | 0,51 | 0,42 | 0,00 |
| Bouaber des Aures | 0,29 | 0,54 | 0,00 |
| El Wali | 0,02 | 0,34 | 0,06 |
| Farana | 0,38 | 0,24 | 0,16 |
| Farana Noir | 0,19 | 0,18 | 0,04 |
| Ghanez | 0,15 | 0,40 | 0,00 |
| Muscat Adda | 0,33 | 0,09 | 0,34 |
| Muscat Noir | 0,38 | 0,00 | 0,15 |
| Sbaa el Tolba | 0,24 | 0,00 | 0,64 |
| Tadelith | 0,37 | 0,00 | 0,00 |
| Tiziounine | 0,10 | 0,21 | 0,45 |
| Torki | 0,04 | 0,69 | 0,10 |
| Toutrissine | 0,61 | 0,06 | 0,13 |
| Valenci | 0,07 | 0,38 | 0,25 |

3.2. Reconstruction manuelle de la feuille moyenne

La feuille est dessinée avec un crayon pour être en mesure d'apporter des corrections au cours du processus de la reconstruction, mais le dessin définitif est se fait à l'encre de Chine.

La reconstruction graphique de la feuille passe par plusieurs étapes

Première étape : tout d'abord on fixe le point pétiolaire (O) d'où nous commençons par tracer une ligne vers le bas afin de représenter l'axe de symétrie de la feuille désigné par la nervure principale (L).

Deuxième étape : en prenant le point O comme centre, les angles a et a' sont représentés graphiquement par les lignes 1,1 et 1',1 (= L1d et L1g) et les angles A et A' par les lignes 1 et 1' (tangentes des nervures).

Troisième étape : de la même façon, les angles b et b' sont représentés graphiquement par les lignes 2,2 et 2',2' (= L2d et L2g) et les angles B et B' par les lignes 2 et 2' (tangentes des nervures).

Quatrième étape : sur les lignes (2 et 2') et à partir du point pétiolaire (O), on délimite la longueur de L5d et de L5g à partir desquelles, les angles g, g', G, G' sont déterminés respectivement par les lignes 3,3, 3',3', 3 et 3'.

Cinquième étape : de même, à partir du point O et des lignes 2 et 2', les angles D et D' sont représentés respectivement par les lignes 4,4 et 4',4'.

Sixième étape : une fois que les angles sont ajustés, on passe à la délimitation des longueurs de nervures principales correspondantes aux lignes préalablement établies.

Septième étape : pour faire apparaître la position des sinus latéraux, les angles a et a' doivent être préalablement divisés en environ quatre angles égaux.

La base des sinus latéraux supérieurs (S1d et S1g) est généralement située au quart proche de la ligne de L1d et L1g. De la même manière, la base des sinus latérale inférieurs S2d et S2g est située au quart proche de la ligne L2d et L2g.

Huitième étape : afin de reprendre la morphologie des sinus et la taille et la forme de la dentelure, on doit se conformer aux tableaux des caractéristiques qualitatives de la feuille moyenne indiqués en annexe (Tableau 04).

Neuvième étape : pour tracer le périmètre de la feuille, on doit suivre les indications du tableau 03 en annexe où le nombre de dents par secteur est mentionné et le tableau 04 en annexe, qui nous fournit également des informations concernant le chevauchement des sinus, la morphologie des dents, etc....

De cette façon, le pourtour de la feuille est reconstitué secteur par secteur et on doit commencer par la dent 1, 2, puis la dent sous-jacente 2a, jusqu'à I, II, etc....

Dixième étape : afin d'améliorer le dessin, on efface les lignes intermédiaires qui ont été utilisées pour l'emplacement des différents points, ensuite, le périmètre peut être repris à nouveau à l'aide de l'encre de chine.

Onzième étape : la vérification de la conformité des détails (nervures, angles, longueurs...) est obligatoire avec les informations recueillies. Cette étape doit être lancée à partir de la nervure principale, secondaires, tertiaires et d'une des dents de la nervure principale.

Douzième étape : pour la touche finale, les nervures peuvent être mis en évidence en utilisant des stylos d'encre de chine de diamètres différents (0,2, 0,4, 0,6), en tenant compte du fait que les nervures principales sont plus remarquables qu'aux secondaires et à leurs tour, ces dernières le sont plus que les tertiaires.

Une fois que nous avons le dessin sur un papier propre, on le scanne, pour le stocker dans une base de données afin de le comparer avec d'autres cultivars.

3.3. Différenciation des feuilles reconstruites

Les feuilles des variétés se distinguent par des paramètres bien précis. Ces caractères doivent être discriminants afin d'avoir des groupes variétaux homogènes. Cependant, pour les angles des nervures, c'est la Rel4 ($Rel4 = A' + B' + G'$), qui a été prise en considération étant un caractère non influençable par le milieu et l'année (MARTINEZ *et al.*, 1997); pour les longueurs des nervures, c'est le L2g et le L1g et pour la découpe de la feuille, c'est la Rel 8 ($Rel.8 = (S1g + S2g) / (L1g + L2g)$) étant le caractère qui présente la plus forte discrimination.

La Figure 16a présente les cultivars ayant des limbes avec des angles ouverts et par conséquent un sinus pétiolaire étroit, car la forme de ce dernier est liée à la somme des angles et plus cette somme est élevée, plus le sinus se chevauche. Selon GALET (1998), quand cette somme est supérieure à 180° , les bords des sinus pétiolaire tendent à se superposer et ce recouvrement peut être fortement accusé comme c'est le cas chez Aberkane.

Contrairement au premier groupe, Ahmar de Mechtras III, Bezoul el Khadem, Bouni et Bouaber des Aures présentent des angles de nervure très aigus et donc des sinus pétiolaires ouverts, voire très ouverts tel que chez Ahmar de Mechtras III. Les deux premiers cultivars ont montré une forte similarité par rapport aux caractéristiques phyllométriques étant des

cultivars ayant un limbe de très grande taille avec des angles très aigus (Figure 16 b).

Aussi, Ahmar de Mechtras III et Bezoul el khadem présentent une forte similarité par rapport aux caractéristiques phyllométriques ayant un limbe de petite taille, avec des angles très aigus (Figure 16 c).

La figure 16 d montre des cultivars ayant une morphologie foliaire proche (Amellal, Torki, Ahmar de Mechtras II et Adadi des Bibans). Les feuilles sont trop petites et les angles sont moyennement fermés.

En prenant en considération les conditions environnementales, le cinquième groupe présent les cultivars ayant des feuilles avec des sinus latéraux profonds (Figure 16e), contrairement à la variété Sbaa el Tolba qui fait partie du premier groupe et Ahmar de Mechtras III qui fait partie du deuxième, présente des sinus latéraux très peu profonds.

Suivant la morphologie foliaire, on a pu facilement regrouper les cultivars ayant des caractères en commun mais avec des fluctuations plus au moins marquées en fonction du milieu cultural et des conditions climatiques comme fut le cas des études de MARTINEZ *et al.* (1997), SANTIAGO *et al.*(2005a) et SANTIAGO *et al.* (2005b),

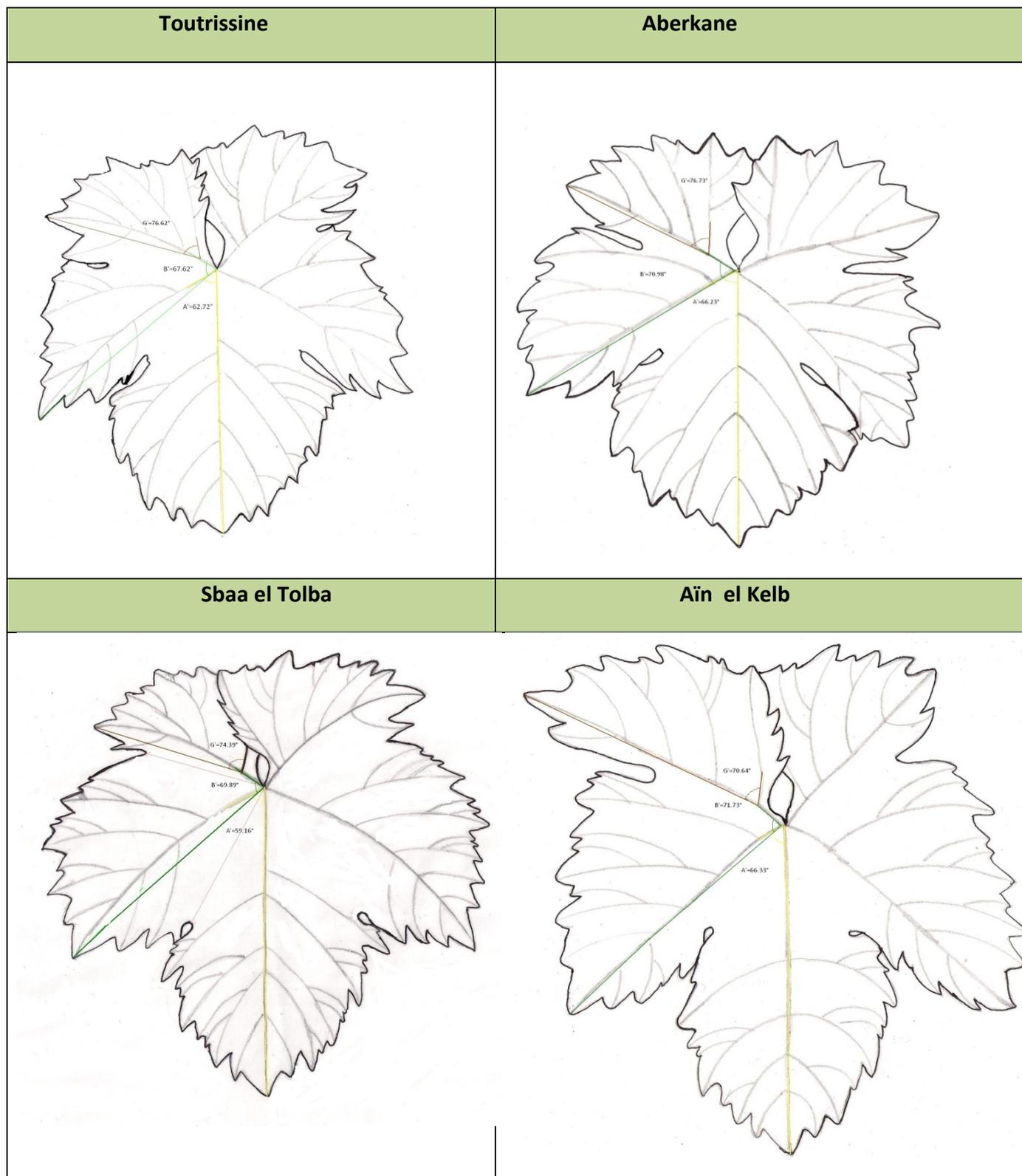
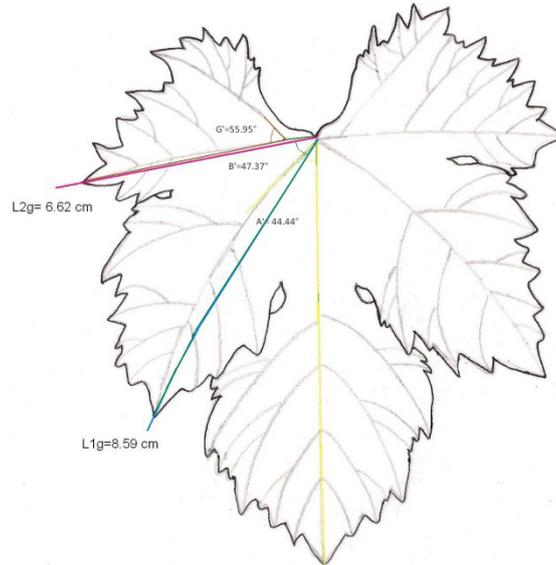


Figure 16 a : Schémas de la reconstruction de la feuille moyenne de quelques cultivars avec une réduction approximative de 50%

Bezoul el Khadem



Ahmar de MechtrasIII

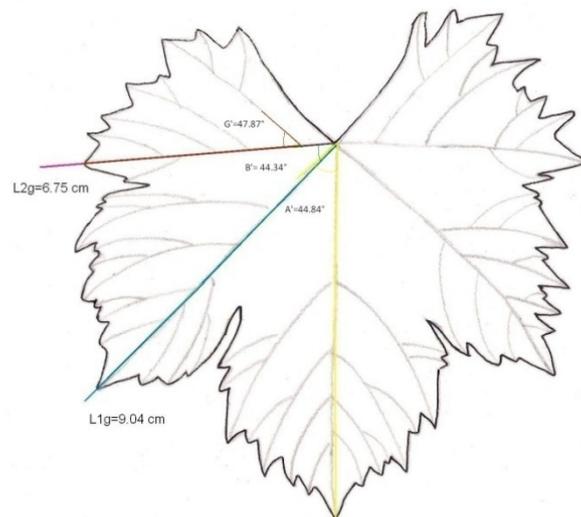
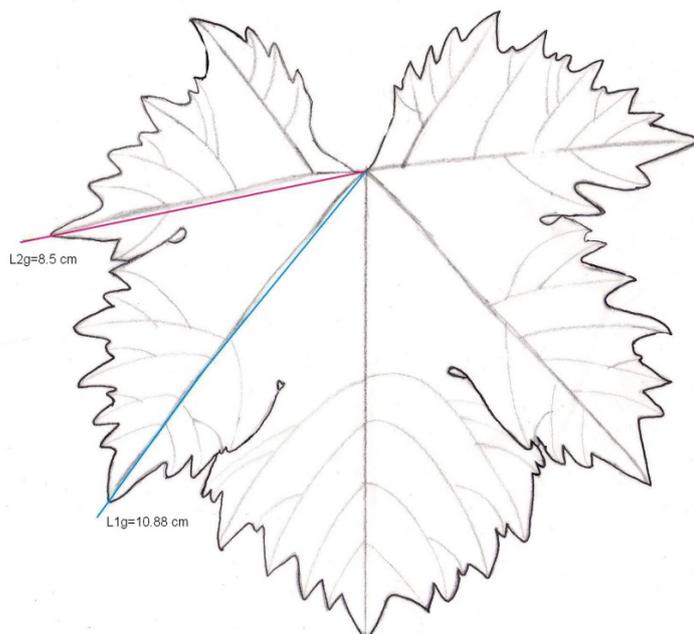


Figure 16 b : Schémas de la reconstruction de la feuille moyenne de quelques cultivars avec une réduction approximative de 50%

Bouaber des Aures



Bouni

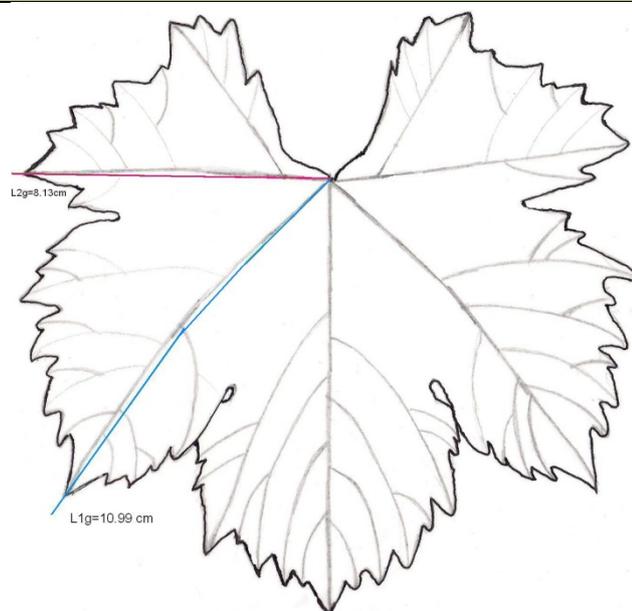


Figure 16 c : Schémas de la reconstruction de la feuille moyenne de quelques cultivars avec une réduction approximative de 50%

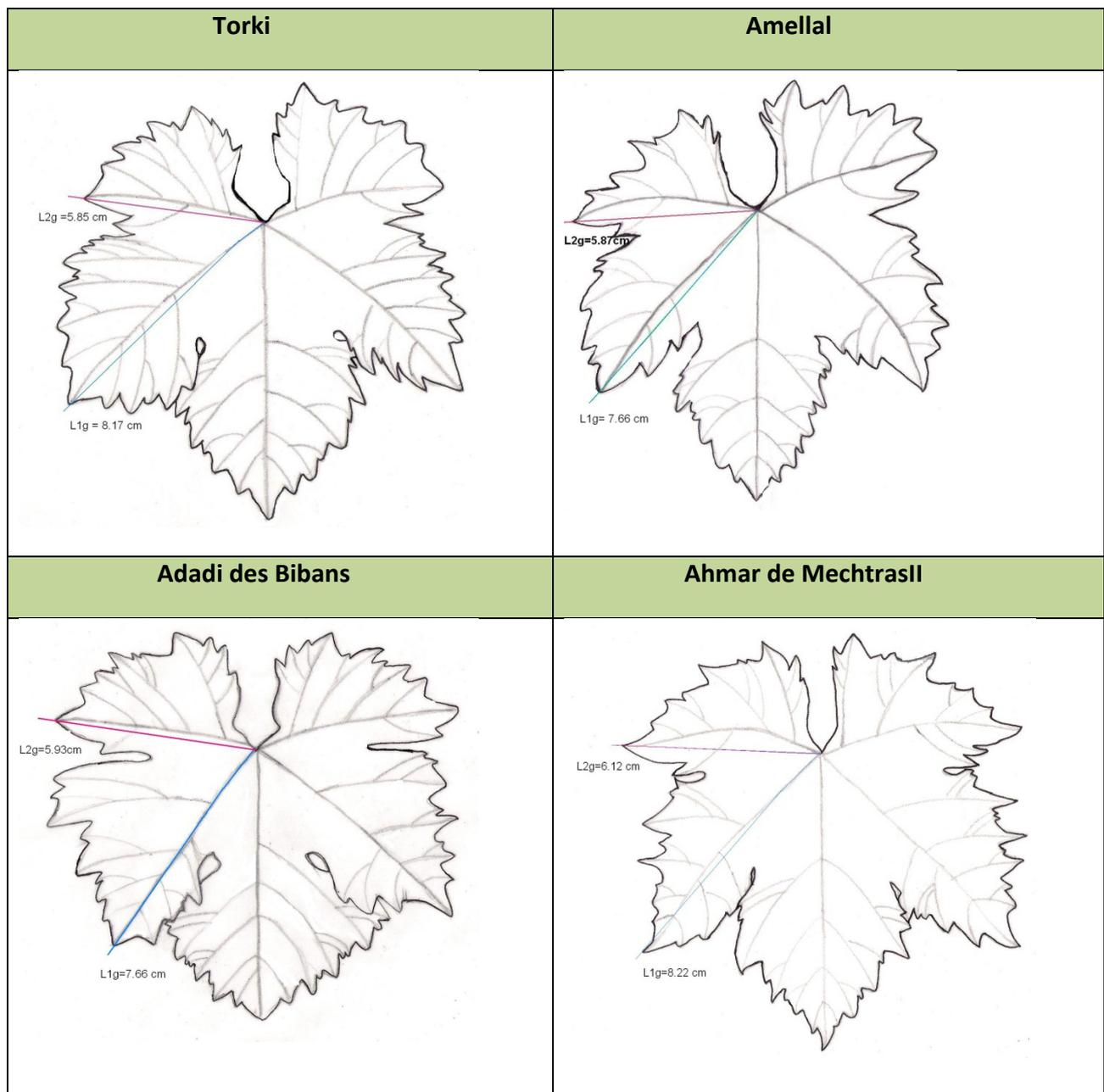
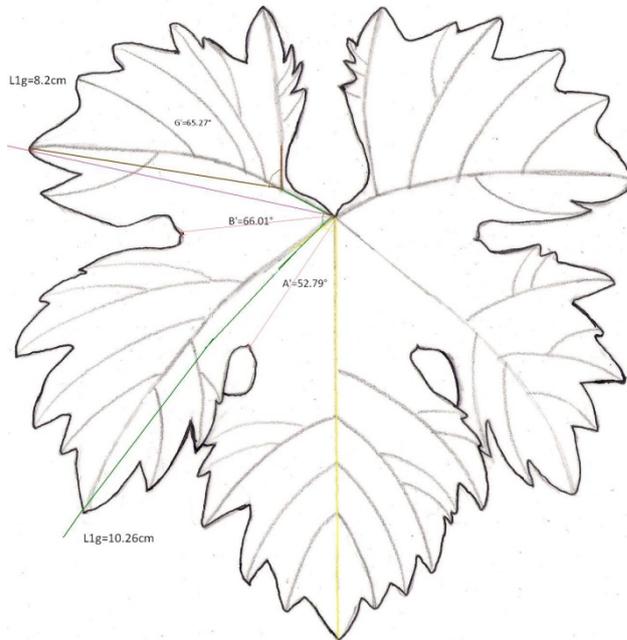


Figure 16 d : Schémas de la reconstruction de la feuille moyenne de quelques cultivars avec une réduction approximative de 50%

Tiziounine



Aïn el Couma

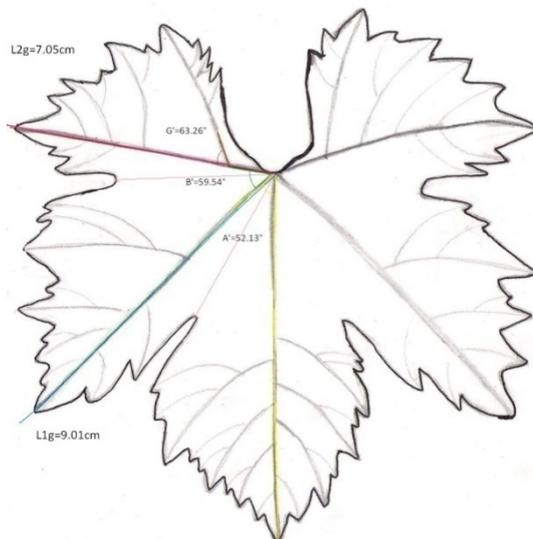


Figure 16 e : Schémas de la reconstruction de la feuille moyenne de quelques cultivars avec une réduction approximative de 50%

3.4. Reconstruction automatique de la feuille moyenne

Dans un but d'efficacité, de facilité et de précision, en collaboration avec des programmeurs en informatique, nous avons mis au point une application qui permet de reconstruire et modéliser la feuille de vigne avec des mesures initialisées en paramètres d'entrée. Ce programme informatique permet l'identification et la modélisation des feuilles des cépages autochtones par l'imagerie automatique basée sur les données acquises par MARTINEZ et GRENNAN (1999).

3.4.1. Description de l'application

Pour la partie modélisation des images nous avons utilisé l'API (application program interface) multiplate-forme OpenGL. L'interface utilisateur permet de sélectionner un modèle à partir de la bibliothèque en utilisant le nom du modèle. Après avoir choisi le modèle, les mesures sont initialisées et l'utilisateur saisie les données. Une fois la feuille mesurée affichée sur l'écran, l'utilisateur sera en mesure s'il le souhaite, de sélectionner une source lumineuse pour l'éclairage de la scène. Une manipulation géométrique de la feuille en modifiant les paramètres saisis est possible, ainsi que la mise en échelle (Figure 17). La modélisation de la feuille passe par plusieurs étapes dans le système (traçage puis affichage de la nervure principale; des nervures secondaires; des sinus et en fin des dents).

3.4.2. Conception du système

L'approche suivie est une approche descendante. Pour modéliser une feuille avec l'application, nous passons par plusieurs phases :

- Choix du modèle.
- Initialisation des mesures.
- Modélisation de la feuille.
- Eclairage de la scène.
- Manipulation de la feuille.

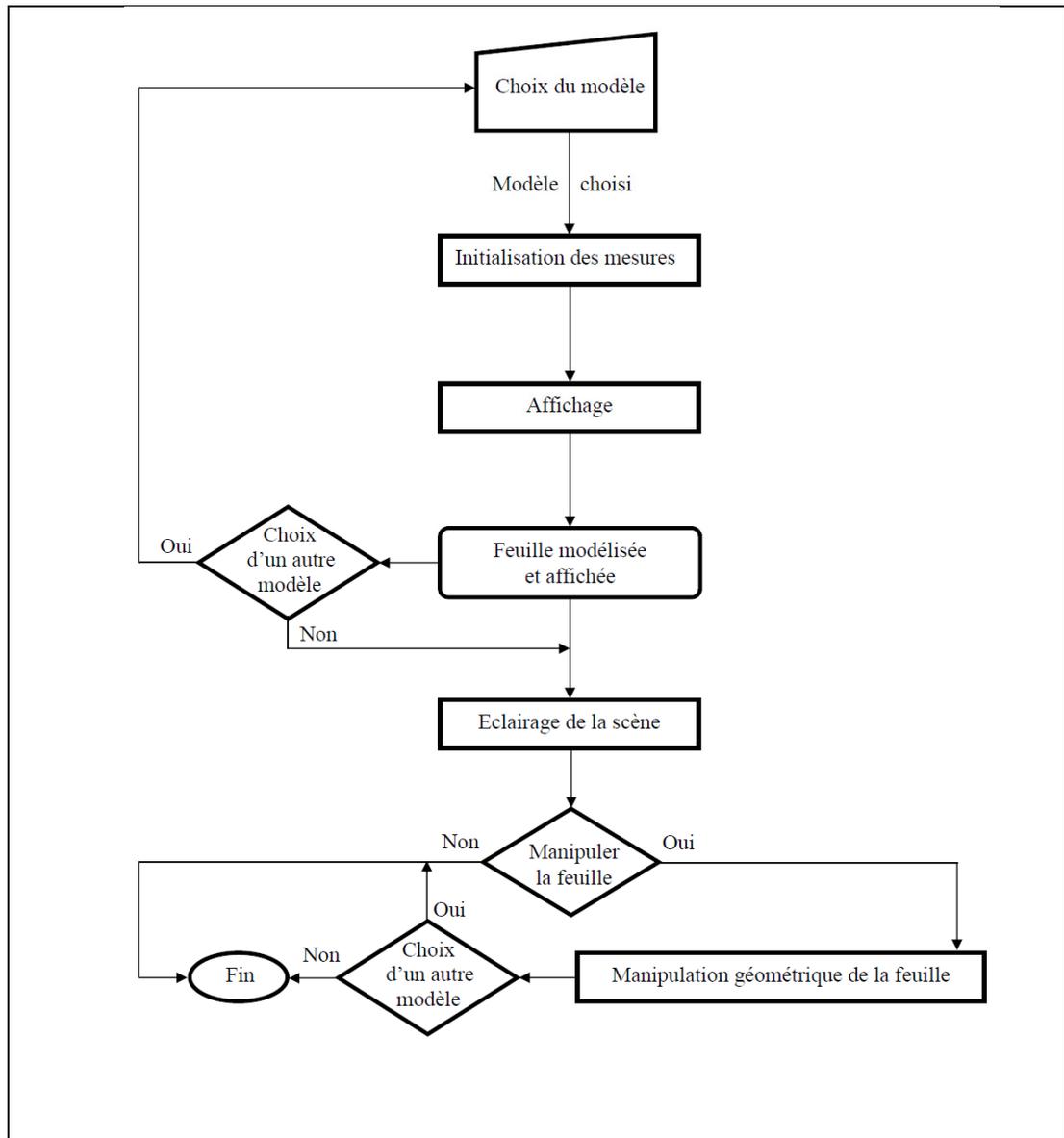


Figure 17: Schéma général de la conception du système

3.4.2.1. Le choix du modèle

Le système offre la possibilité de choisir un modèle. Chaque modèle est défini par ses paramètres situés dans la bibliothèque offerte par le système, ainsi que sa grammaire (ensemble des règles qui régissent le fonctionnement du système) (Figure 18).

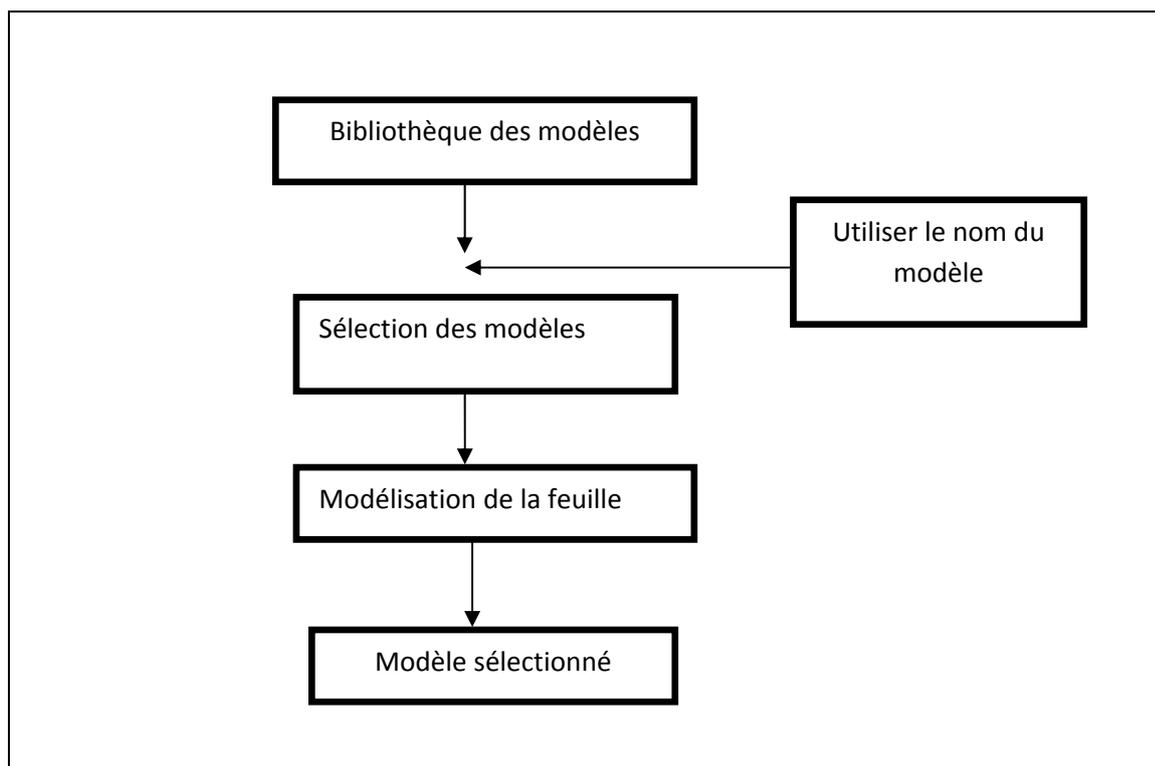


Figure 18: Le choix d'un modèle

3.4. 2.2. Initialisation des mesures

Cette phase permet de charger les mesures (paramètres) de chaque modèle à partir du fichier des mesures (Figure 19).

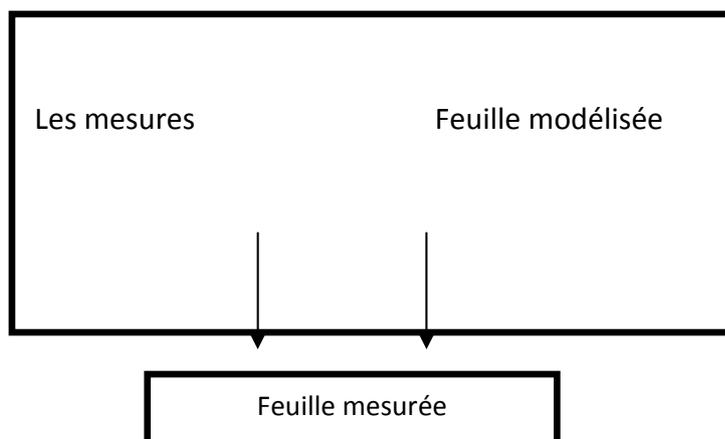


Figure 19 : Initialisation des mesures.

3.4.2.3. Modélisation de la feuille

Une fois que les paramètres d'un modèle sont chargés, le système fait une interprétation graphique de ces paramètres en appliquant les différentes procédures de modélisation, où chaque procédure présente une primitive de dessin (ligne, cylindre, ...etc.) ou de gestion des paramètres (position, angle, couleur... etc.) (Figure 20).

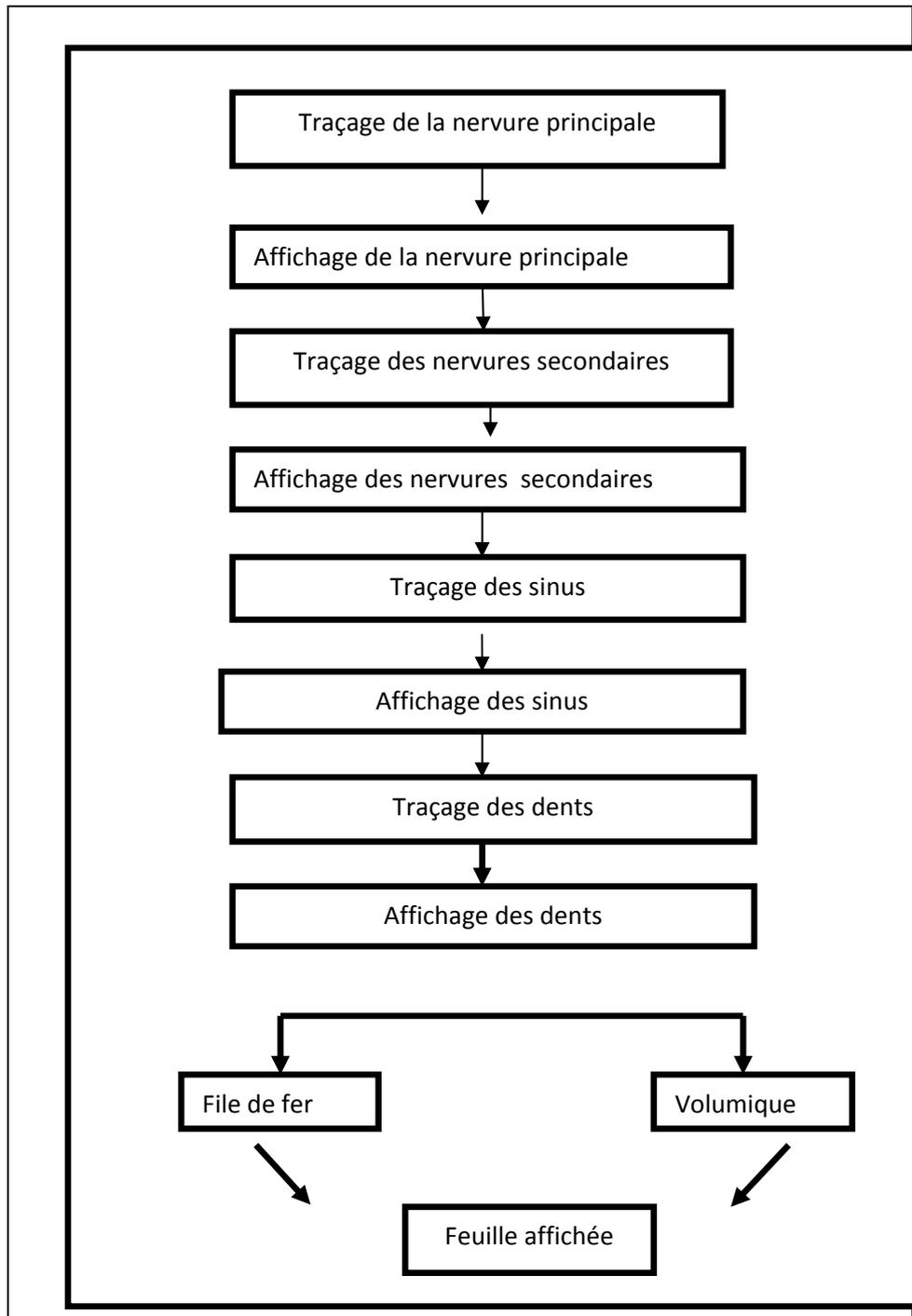


Figure 20 : la modélisation de la feuille

3.4.2.4. Eclairage de la scène

Jusqu'ici la feuille est placée sur l'écran non éclairée (Figure 21). Au niveau de cette phase le système offre à l'utilisateur la possibilité:

- D'insérer des sources lumineuses qui permettent d'éclairer la scène.
- De modifier les paramètres de ces sources.
- D'activer ou désactiver les sources.

La correction consiste à effectuer des changements au niveau des paramètres de sources lumineuses, par contre, la modification consiste à changer la source lumineuse (Figure 21).

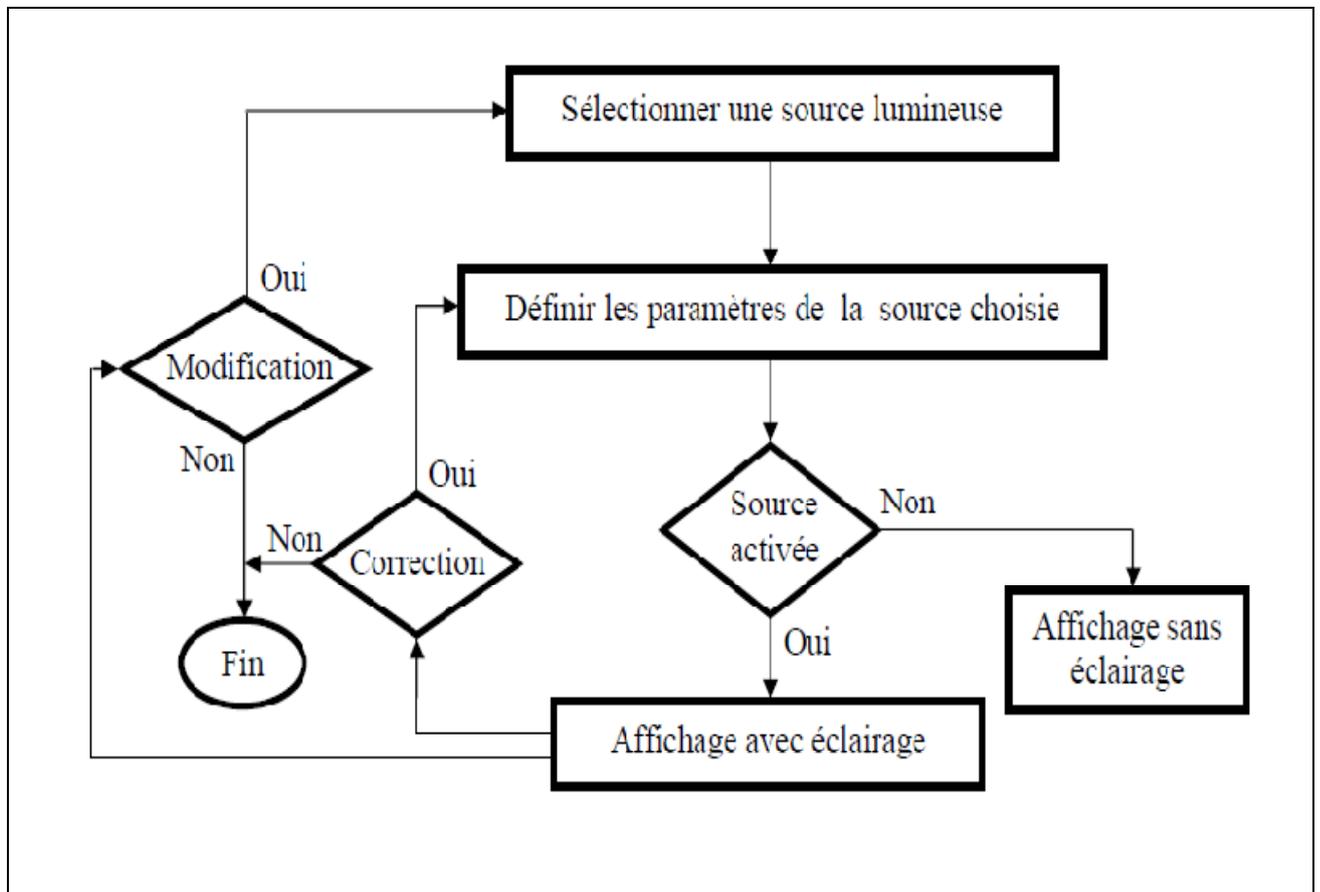


Figure 21 : Eclairage de la scène.

3.4.2.5. Manipulation de la feuille

Cette phase permet à l'utilisateur de voir la feuille depuis différentes vues; la manipulation peut être faite en trois opérations qui sont :

- La translation de la feuille.
- La rotation de la feuille.
- Le changement d'échelle de la feuille.

Le processus de cette opération est décrit sur les Figures : **22 a, b, c.**

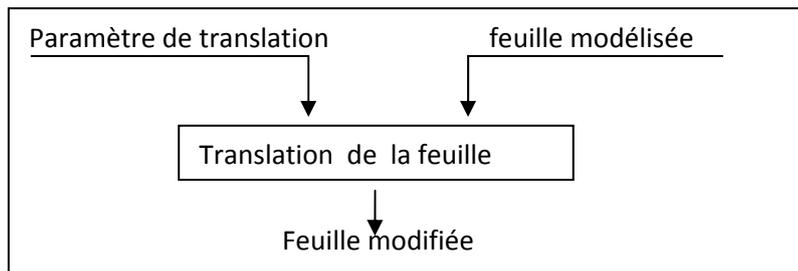


Figure 22a : manipulation de feuille de la vigne avec translation

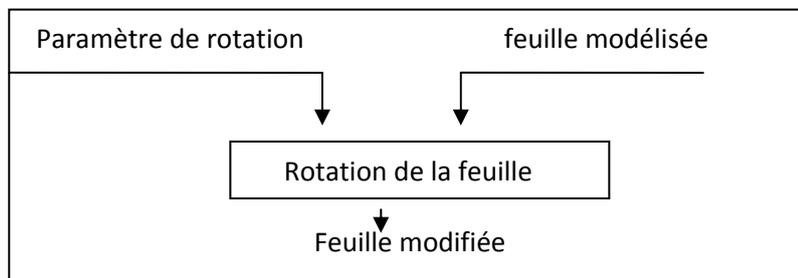


Figure 22 b: manipulation feuille de la vigne avec rotation

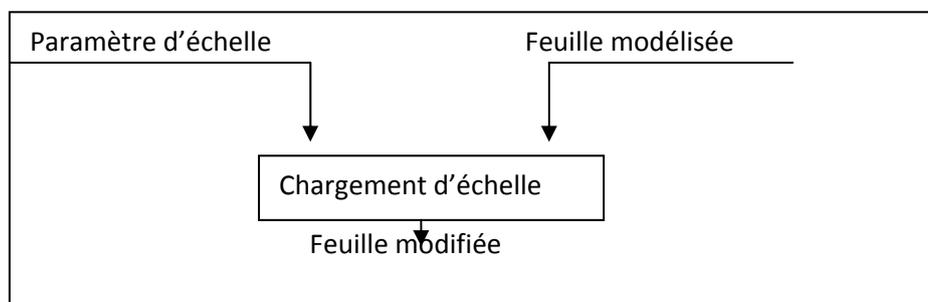


Figure 22c : manipulation de la feuille avec Le changement d'échelle

3.4.3. Présentation du système

Notre système est décomposé en plusieurs fenêtres (Figure 23).

- Un menu principal;
- Une fenêtre d'affichage;
- Une fenêtre de manipulation ;
- Une fenêtre de base contenant deux zones:
 - La zone de la liste des modèles;
 - La zone de mode d'affichage.

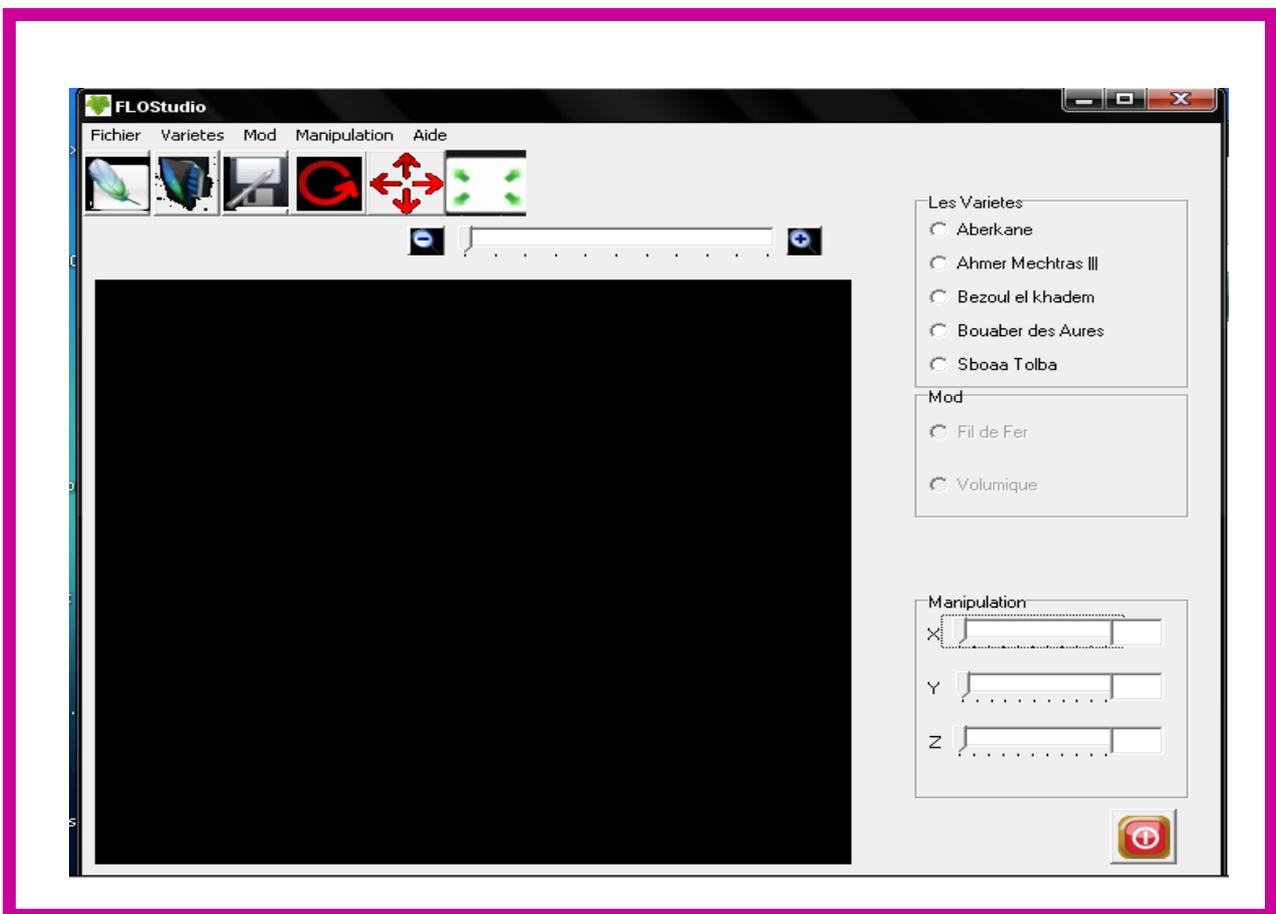


Figure 23 :l'interface du système

3.4.4. Résultats obtenus

Afin d'avoir un résultat plus représentatif pour la reconstruction automatique, on s'est intéressés à 5 cultivars autochtones (Ahmar de Mechtras III, Aberkane, Bezoul el Khadem, Bouaber des Aures et Sbaa el Tolba) qui sont les mieux représentés sur le plan engendré par les trois premiers axes.

On a commencé par Ahmar de Mechtras III étant la variété qui présente la plus forte valeur des cosinus carrés (Tableau 16). Après avoir choisi le modèle et le mode d'affichage, la feuille sera affichée immédiatement (Figure 24).

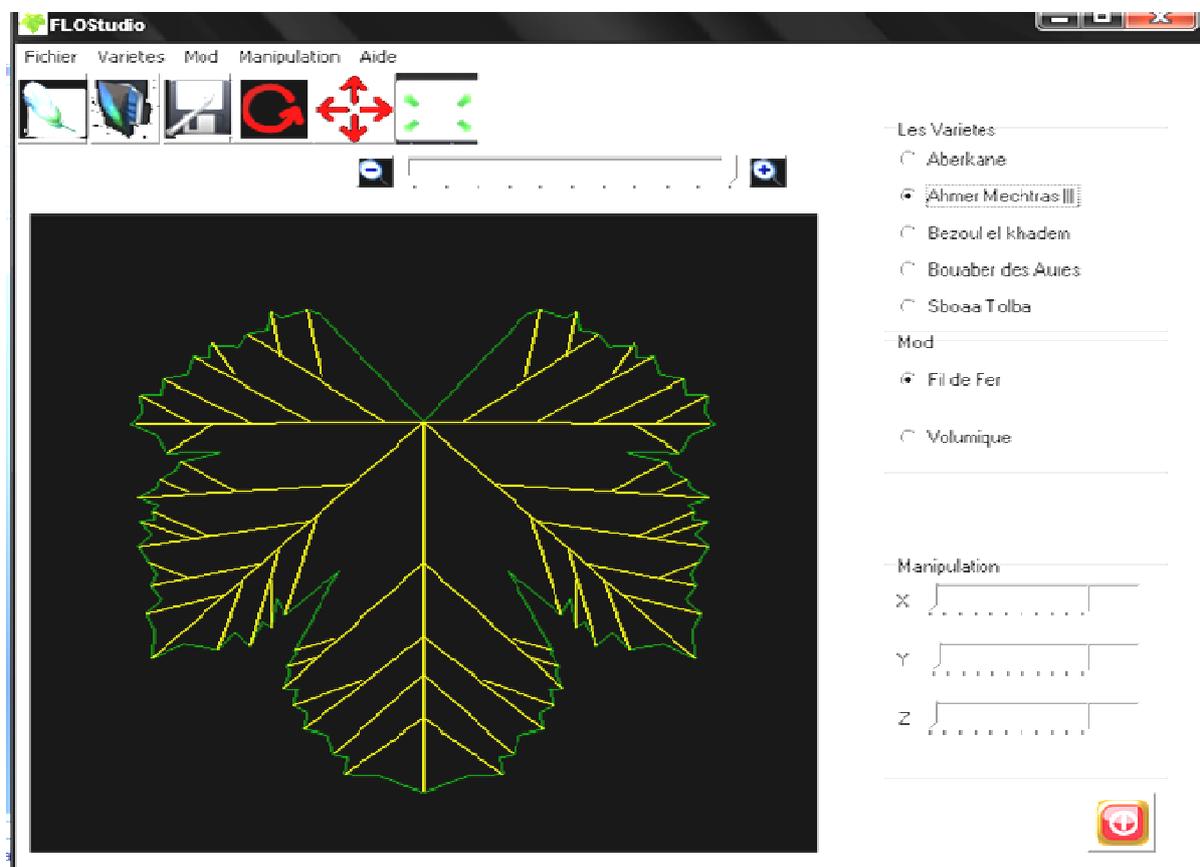


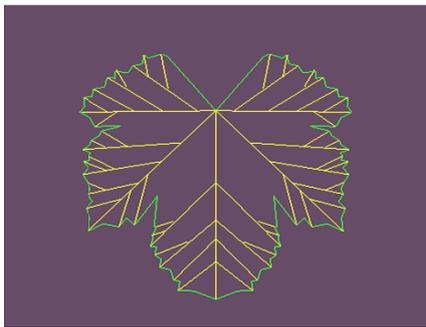
Figure 24 : Affichage d'Ahmar de Mechtras III en mode fil de fer

Comme c'est indiqué sur la Figure 24, la feuille modélisée est assez proche de celle reconstruite manuellement, par conséquent, c'est une image réaliste qui représente le cultivar en question.

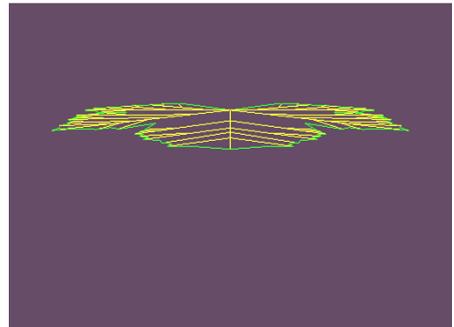
Cette application nous a permis d'avoir des images représentant des feuilles précises de vigne en un temps infime.

Manipulations

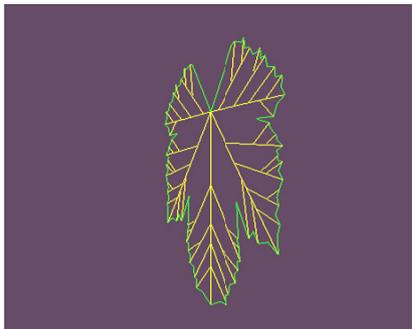
La feuille peut subir plusieurs manipulations comme le changement d'échelle et la rotation sur le plan x, y ou z (Figure 25).



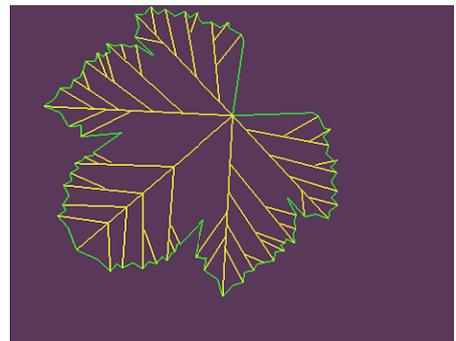
Feuille affichée



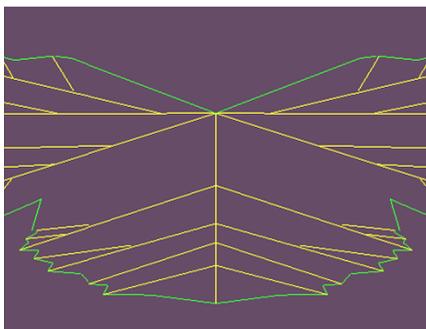
Rotation sur x



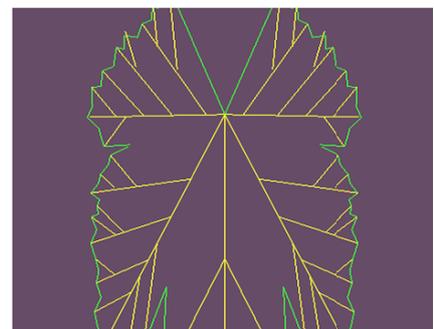
Rotation sur y



Rotation sur z



Changement des échelles (x)



Changement des échelles (y)

Figure 25 : Les manipulations de la feuille

4. Synthèse et comparaison des résultats

L'ampélographie est la première étape pour l'établissement des relations entre les cultivars afin de résoudre les problèmes de classification (MARTINEZ DE TODA et SANCHA, 1997). Cette étude ampélogométrique réalisée dans le cadre de la caractérisation primaire de nos cultivars nous a fourni des informations concernant la similarité entre ces cultivars ainsi que leur morphologie foliaire.

On a exploité quelques caractéristiques telles que l'époque de la maturité qui semble très importante pour la classification ainsi que la couleur des baies (RUSJAN et KOROŠEC-KORUZA, 2006), quoique cette dernière peut être modifiée par des mutations surtout chez les raisins de table (LIJAVETZKY *et al.*, 2006). Il est à signaler que pour une caractérisation plus fiable, il faut s'assurer de l'état sanitaire de la plante et plus particulièrement des feuilles en effectuant des tests pour la sélection des feuilles à analyser tel que le test d'ELISA (TOMAZIC et KOROS EC-KORUZA, 2003).

Pour détecter d'éventuelles identités entre les cultivars étudiés et d'autres cépages d'origines méditerranéens ou autres, nos résultats ont été comparés à plusieurs bases de données construites sur des informations génotypiques, mais suite au nombre très infime des études de caractérisation des cépages algériens, notre comparaison va reposer surtout sur l'étude de l'identification moléculaire et les relations génétiques des cultivars sélectionnés au niveau de la station expérimentale de Skikda réalisée par LAIADI *et al.* en 2009, en plus de l'étude d'AKKAK *et al.* en 2007, sur la comparaison des cultivars collectés au niveau de la station de Médéa et de Mascara avec des variétés méditerranéennes non autochtones de la collection de Montpellier (INRA), l'étude de SNOUSSI *et al.* en 2004 sur la relation génétique entre les vignes cultivées et sauvages de Tunisie et l'étude de ZINELABIDINE *et al.* en 2010, sur l'origine génétique des vignes sauvages et cultivées du Maroc. Il a été fait recours aux travaux d'art les plus représentatifs tel que ceux de LEVADOUX *et al.* (1971) et GALET (2000).

Les variétés cultivées dans la région méditerranéenne ont été rassemblées en un seul groupe selon les mesures phyllométriques tel que Bezoul el Khadem et Ahmar de Mechtras III, Bouni et Bouaber des Aures .

D'après LAIADI *et al.* (2009), Bouaber des Aures est un synonyme de Kabyle Aldebert (d'origine Kabyle) et Bouni de Dominga (d'origine espagnole « Murcia »), ainsi l'étude moléculaire a montré un lien assez fort entre Kabyle Aldebert et Bouni ce qui confirme la

forte similarité entre Bouaber des Aures et Bouni par rapport aux mesures phyllométriques réalisées. Donc, on peut suggérer que ces deux cultivars d'origines inconnues sont peut être des espèces indigènes et ont été expédié de l'Algérie par les colonisateurs au fil des temps.

Farana Noir, Tadelith, Aneb el Cadi et el Wali sont proches génétiquement ce qui confirme en quelque sorte nos résultats ampélogométriques ; de plus, ces cultivars semblent proches par rapport aux paramètres qualitatifs étudiés. Aneb el Cadi et el Wali présentent une similarité encore plus forte (GALET ,2000).

Valenci et Torki (cépages non autochtones) présentent une similarité assez élevée par rapport aux caractéristiques quantitatives sachant quelles ne sont pas indigènes. Valenci et Farana (cépages de table et de cuve) semblent être très proches par rapport aux caractéristiques qualitatives ainsi qu'aux angles des nervures et à leurs sommes qui expriment la forme de la feuille, cependant, les feuilles de Farana sont de plus grandes tailles et cela peut s'expliquer par l'influence du milieu sur ce caractère. Le Farana est apparenté à Panse et à Pedro Ximénès et c'est un synonyme de Blanci , et à son tour ce dernier est synonyme de Valenci, donc, on pense qu' Il y'a de fortes probabilités que Farana est d'origine espagnole (GALET ,1956 et 1964) puisque aussi le Mayorquin (d'origine espagnole) du midi de France est identique à Farana. Ce qui suggère en quelque sorte que Farana a été introduite en Algérie mais cela reste à prouver, car, LEROUX a signalé son existence en Kabylie depuis les temps les plus reculés.

Selon les mesures phyllométriques et surtout la caractérisation qualitative, Torki est apparenté à Sbaa el Tolba dont la caractérisation moléculaire (LAIADI *et al.*,2009), a montré une parenté avec Baladi et Sultanine de Fandouk qui sont des cultivars non autochtones , car la première semble être originaire de l'Espagne et la deuxième de l'Afghanistan (<http://www.vivc.bafz.de>), ce qui nous laisse penser que Sbaa el Tolba est une variété introduite, quoiqu'elle a été signalé au Maroc par GALET (2000).

D'après nos résultats, Amellal et Sidi Ahmed Draa el Mizen ne présentent aucune parenté entre eux, malgré que l'étude moléculaire de LAIADI *et al.*(2009), a dévoilé que ces deux cultivars sont des synonymes, de plus Amellal des collections ampélographiques de l'INA in LEVADOUX et al. (1971), ne se distingue pas d'Amokrane qui est un synonyme d' el Wali mais du point de vue ampélogométrique, Amellal et el Wali n'apparaissent pas assez proches ce qui nous laisse penser que ce dernier cultivar peut être el Wali et non pas Louali qui a été cité par LEVADOUX *et al.* (1971) ; GALET (2000) et LAIADI *et al.* (2009).

Aïn el Couma, Adadi des Bibene et Ahchichene sont assez proche par rapport à la forme et la taille de leurs feuilles et même par rapport aux caractéristiques qualitatives étudiées, surtout les deux premières qui présentent une couleur de baies identique (blanches) et la même époque de maturité (troisième décennie de septembre). Aïn el Couma a été signalé en Tunisie par Galet (2000).

Ghanez et Aïn el kelb présentent aussi un lien de parenté d'après nos mesures phyllométriques (disposant de larges limbes) et confirmé par l'étude moléculaire réalisée par LAIADI *et al.* en 2009. De plus, ils produisent des raisins blancs. Selon SNOUSSI *et al.*, (2004), Aïn el Kelb est redondant avec Tebourbi d'origine Tunisienne et d'après ZINLABIDINE *et al.* (2010) avec Muscat de Sefrou d'origine Marocaine ; de plus ce cultivar est très répandu en Espagne sous plusieurs dénominations tel que Beba, Calop Blanco et le mutant Calop Rojo (MARTIN *et al.*, 2003). Selon ZINLABIDINE *et al.* (2010), cette variété est d'origine Algérienne ou Magrébine et a été introduite en Espagne, cependant GALET (2000) l'a signalé comme cultivar tunisien.

Aberkene et Toutrissine semblent assez proches par rapport aux caractéristiques ampélographiques car elles présentent pratiquement la même forme du limbe et la même époque de maturité (première décennie de septembre).

Les cépages blancs de table: Muscat Noir et Muscat Adda qui est connue en Italie par Moscato dell'Adda (BRANAS et TRUEL, 1965 ; GALET, 2000) ne montrent pas une forte similarité mais présentent une légère différence au niveau de la taille et de la forme du limbe, cependant les études moléculaires ont regroupé tous les Muscats Algériens (Muscat de Fandouk 1, Muscat de Berkain et Muscat Adda) en un seul groupe, signalons que Muscat Adda était redondant avec Moscato Nero 116. Ces cultivars méditerranéens ont été évoqués par : LOPES *et al.* (1999); CRESPIAN et MILANI (2001) ; CUSTACURTA *et al.* (2001) ; ARADHYA *et al.* (2003) ; AGÜERO *et al.* (2003) ; IBÁÑEZ *et al.* (2003) ; MARTIN *et al.* (2003) ; THIS *et al.* (2004) ; HVARLEVA *et al.* (2005) ; GOTO-YAMAMOTO *et al.* (2006) et TAPIA *et al.* (2007).

Selon les caractères qualitatifs et quantitatifs étudiés, Ahmar de Mascara ne présente pas une similarité avec les autres cultivars, il est le synonyme du fameux Ahmar Bou Ahmar (AKKAK *et al.*, 2007) signalons qu'il est cultivé en Espagne sous différentes dénominations «Royal Gordo» (BOREGO *et al.*, 2002 et IBÁÑEZ *et al.*, 2003) et Teta de Vaca avec quelques mutations de couleurs vers le blanc et le rouge (MARTIN *et al.*, 2003).

Conclusion générale

Notre étude a porté sur la caractérisation variétale de 26 cépages autochtones cultivés au niveau de la station expérimentale I.T.A.F.V. de Tighennif à partir de renseignements d'ordre phénologiques et ampélographiques. Nous nous sommes basé sur les travaux de MARTINEZ et GRENNAN (1999) dans le but de caractériser et de reconstruire la feuille moyenne de chaque cultivar afin de pouvoir les distinguer. Cette forme reconstruite peut bien évidemment présenter des inexactitudes d'où la nécessité de prendre en compte la notion de terroir.

Dans un but d'efficacité et de précision, nous avons essayé de mettre au point un programme informatique qui permet de reconstruire et modéliser la feuille de vigne avec des mesures initialisées en paramètres d'entrée. Ce programme permet l'identification et la modélisation des feuilles des cépages autochtones par l'imagerie automatique basée sur les données recueillies.

L'analyse statistique nous a fourni des informations sur l'intérêt des différents caractères ampélographiques étudiées. Une orientation dans leur choix a été rendue possible ainsi que la mise en évidence d'association entre les caractères différents, ce qui a permis également de proposer des regroupements de cépages possédant en commun certaines particularités. Citons le groupe Amellal, Torki, Ahmar de MechtrasII et Valenci qui présentent de très petits limbes, en opposition à Bouaber des Aures et Bouni, qui au contraire ont de très larges limbes. Il y'a aussi Toutrissine et Aberkane qui montrent des angles très ouverts et donc une forme de feuille assez proche avec un sinus pétiolaire très chevauchant. Les variétés exprimant des angles très aigus avec un sinus pétiolaire très ouvert sont : Ahmar de Mechtras III et Bezoul el Khadem. Muscat Adda et Tiziounine présentent des sinus latéraux peu profonds, donc des limbes plus découpées. Par contre, c'est Sbaa el Tolba qui présentent les sinus latéraux les plus profonds, donc des limbes légèrement découpées.

Sur cette base, nous avons pu suggérer que les dimensions des angles sont plus stables et ne sont pas influencées par la taille du limbe mais plutôt par leurs formes. Aussi, nous avons déduit que la feuille de vigne ne peut pas être considérée comme symétrique. Surtout par rapport aux angles dont les mesures ampélographiques ont montré parfois de vastes dissemblances entre ceux du côté droit et ceux du côté gauche de la feuille. L'analyse statistique a montré que les mesures du côté gauche de la feuille sont plus discriminantes.

Aussi, on a pu distinguer que les résultats obtenus par l'étude ampélographique de la feuille sont plus proches des études moléculaires réalisées auparavant. Les caractéristiques

qualitatives étant moins significatives, peuvent présenter des fluctuations en raison de l'inexactitude des résultats obtenues qui reposent seulement sur l'observation.

Donc, nous dirons que les analyses ampélographiques soutiennent en quelque sorte les études moléculaires réalisées antérieurement, même s'il s'agit de caractères à variabilité continue, qui n'offrent pas toujours de points de distinction clairement individualisables. Aussi, ces études, nous ont fournies quelques informations concernant les synonymes et les origines des cultivars étudiés et qui ont conforté les similarités obtenues :

- ✓ Les variétés cultivées dans la région méditerranéenne ont été rassemblées en un seul groupe tel que Bezoul el Khadem, Ahmar de Mechtras III, Bouaber des Aures et Bouni.
- ✓ Valenci et Farana semblent être très proches par rapport aux caractéristiques qualitatives ainsi qu'à la forme de leurs feuilles, cependant, Farana est apparenté avec plusieurs variétés espagnoles, cela nous a suggéré qu'il s'agit d'un cultivar non indigène.
- ✓ Sbaa el Tolba a montré un lien de parenté avec des cultivars non autochtones ce qui nous laisse penser que c'est une variété introduite.
- ✓ Le cultivar d'el Wali semble être différent de Louali évoqué par plusieurs auteurs auparavant.

En définitive, l'ampélographie ne peut donc pas à elle seule suffire pour résoudre le problème de caractérisation, mais peut être utilisée pour établir et concevoir de nouvelles méthodes de reconnaissance. Enfin il faut être conscient que pour être fiable, l'ampélographie doit développer des systèmes qui peuvent être très complexes et ne conduisent pas toujours à l'établissement de critères de distinction d'utilisation simple et facile. Aussi, il est à signaler qu'il est préférable de différencier les cultivars avec un nombre limité de paramètres qui sont les plus représentatifs et les plus stables afin d'économiser le temps et avoir un résultat plus fiable; de plus les résultats obtenus dépendent de l'état sanitaire du cultivar qu'il faut prendre en considération.

Le recours aux nouvelles techniques qui relèvent du domaine de la biotechnologie tel que l'usage des marqueurs moléculaires servira sans aucun doute à mieux connaître ces écotypes et aidera d'avantage à prendre des décisions pour les exploiter dans les programmes d'hybridation.

RÉFÉRENCES

BIBLIOGRAPHIQUES

Références bibliographiques

AGÜERO C. B. , RODRIGUEZ J. G. , MARTINEZ L. E. , DANGL G. S. and MEREDITH C. P. , 2003 . Identity and parentage of Torrontés cultivars in Argentina . *Am. J. Enol. Vitic.*, **54** (4) , 318-321.

AKKAK A., BOCCACCI P. et BOTTA R., 2007. 'Cardinal' grape parentage: a case of a breeding mistake. *Genome* , **50**, 325-328.

ANONYME, 1963. Registre ampélographique international, volume IV. Paris : *Office internationale de la vigne et du vin*.

ANONYME, 1988. Cépages en région méridionale .*ENTAV : Le Grau du Roi* ,101 p.

ANONYME, 1997. Descripteur de la vigne (Vitis ssp) .*IPGRI*, 62p.

ANONYME, 2003. La liste des descripteurs OIV pour les variétés et les espèces de Vitis. (éd.2ème).*Organisation internationale de la vigne et du vin*,Dedon,Paris.

AOUF M.B, 1972.La conversion-reconstitution du vignoble algérien .In. La vigne et le vin ,65p : *CIHEAM (Options Méditerranéennes)* ,65 -67.

ARADHYA M. K., DANGL G. S., PRINS B. H., BOURSIQUOT J. M., WALKER M. A., MEREDITH C. P. and SIMON C. J., 2003. Genetic structure et differentiation in cultivated grape, *Vitis vinifera* L. *Genetic Research*, **81**, 179–192.

ARNOLD C., 2002. Écologie de la vigne sauvage, *Vitis vinifera* L. ssp. *sylvestris* (Gmelin) Hegi, dans les forêts alluviales et colluviales d'Europe. vdf hochschulverlag AG, 255p

BAGGIOLINI M., 1952. Les stades repères dans le développement annuel de la vigne et leurs utilisations pratiques .*Rom. Agric. Vitic. Arboric.*, **8**,4-6.

BLOTTIERE J., 1930 .Les Productions Algériennes .Alger : Cahiers du Centenaire de l'Algérie n°IX.

BOCK B.,2009. *Vitis vinifera* L.,Base de Données Nomenclaturale de la Flore de France.

BOUBALS D ,1972. La viticulture méditerranéenne face aux conditions techniques, économiques et sociale de l'avenir .In. La vigne et le vin : *CIHEAM (Options Méditerranéennes)*, **12**,13-17pp.

BORREGO J. , DE ANDRES M. T. , GOMEZJ. L. et IBANEZ J. , 2002 . Genetic study of Malvasia and Torrontes groups through molecular markers. *Am. J. Enol. Vitic.*, **53**, 125-130.

BOURSIQUOT J.M., FABER M.P., BLACHIER O. et TRUEL P., 1987. Utilisation par l'informatique et traitement statistique d'un fichier ampélographique. *Agronomie*, **7**, 13-20.

BOURSIQUOT J.M, VIGNAU L. et BOULET J.C., 1989. Ricerche sull'utilizzazione dell'ampelometria.. *Am. J. Enol. Vitic.*, 37-52.

BOURSIQUOT J.M ., 2006. Authentification et connaissance des cépages : apport des marqueurs moléculaires, ENTAV ,5p.

BRANAS J.et TRUEL P. 1965. Variétés de raisins de table. Nomenclature, description, sélection, amélioration. In: Le Progrès Agricole et Viticole (eds), Montpellier, France.

BRANAS J., 1974. Viticulture, *Déhan*, Montpellier.

CAMPOSTRINI F. , ANZANI R. , FAILLA O. ,IACONO F. , SCIENZA A. et DE MICHELI L. ,1993. Application de l'analyse phyllométrique a la classification géographique de la population italienne de la vigne sauvage (*Vitis vinifera* L. ssp .*Silvestris gmel*). *Sci Vigne Vin* ,**27** ,255-262.

CARBONNEAU A., DELOIRE A., JAILLARD B ,2007. La vigne, physiologie, terroir, culture. *Edit ., DUNOD*, Paris,441p.

CERVERA M. T., CABEZAS J. A., SÁNCHEZ-ESCRIBANO E. , CENIS J.L. et MARTINEZ-ZAPATER J. M., 2000. Characterization of genetic variation within table grape varieties (*Vitis vinifera* L.) based on AFLP markers. *Vitis*, **39**, 109-114.

CERVERA M. T., RODRIGUEZ I. , CABEZAS J. A. , CHAVEZ J. , MARTINEZ-ZAPATER J. M. et CABELLO F. , 2001. Morphological and molecular characterization of grapevine accessions known as Albillo. *Am. J. Enol. Vitic.*, **52**, 127-135.

CHADEFAUD M. et EMBERGER L., 1960.Traité de botanique : Systématique, Masson, 1539p.

COQUE N., 2009. Initiation au logiciel SAS (9) pour Windows. Département O.M.I.P, Institut National Agronomique Paris – Grignon.

COLLINS G.G. et SYMONS R.H., 1993. Polymorphisms in grapevine DNA detected by the RAPD PCR technique. *Plant Mol. Biol. Rep.*, **11**, 105-112.

CRESPAN M. and MILANI N. , 2001. The Muscats: A molecular analysis of synonyms, homonyms and genetic relationships within a large family of grapevine cultivars. *Vitis*, **40**, 23-30.

CRESPY A., 1992.Viticulture d'aujourd'hui (éd.2^{ème}). *Edit., TEC et DOC*, 175p.

CUSTACURTA A. , CALO A. ,CRESPAN M. ,MILANI M. ,CARRARO R. ,AGIO L. ,FLAMINI R. et AJMONE-MARSAN P.,2001.Caractérisation morphologique ,aromatique et moléculaire des cépages de Moscato et recherche sur leur rapports phylogénétiques .*Bull. O.I.V* ,**841-842**,134-150.

DETTWEILER E., 1991. Preliminary Minimal Descriptor List of Grapevine varieties, Bundesanstalt für Züchtungsforschung um weim-und Gartenbau, Institut für Rebenzüchtung Geilweilerhof, Siebeldingen.

DUTEAU J., GUILLOUX M. et SEGUIN G., 1981. Influence des facteurs naturels sur la maturation du raisin, en 1979, à Pomerol et Saint-Émilion. *Connaissance Vigne Vin*, **3**, 1-27.

- GAGO P. , SANTIAGO J.L. , BOSO S. , ALONSO-VILLAVERDE V. et MARTINEZ M. C. ,2009. Grapevine (*Vitis vinifera* L.): Old Varieties are Reflected in Works of Art. *Economic Botany*, **63**(1) ,67–77.
- GALET P., 1956. Cépages et vignobles de France - tome I. *Edit., Déhan*, Montpellier, 553p.
- GALET P., 1988. Précis de viticulture. *Edit., Déhan*, Montpellier, 612p.
- GALET P., 1990. **L'Ampélographie française**, Cépages et vignobles de France - tome II, Montpellier, 408p.
- GALET P., 1993. Précis de viticulture. *Edit., Déhan*, Montpellier, 582p.
- GALET P., 1998. Précis d'ampélographie pratique, Imprimerie JF impression, Saint Jean de Vedas, 258p.
- GALET P., 2000. Dictionnaire encyclopédique des cépages, *Hachette*, 1024p.
- GIRARD G., 2001. Base scientifique et technologique de la viticulture. *Edit ., TEC et DOC* , Paris, 325p.
- GOETHE M., 1878. Handbuch der Ampelographie, Graz, Commission-Verlag von Leykam-Josefsthal.
- GOGORCENA Y., ARULSEKAR S., DANDEKAR A.M. et PARFITT D.E., 1993. Molecular markers for grape characterization. *Vitis*, **32**, 183-185.
- GOTO-YAMAMOTO N., MOURI H., AZUMI M. et EDWARDS K. J., 2006. Development of grape microsatellite markers and microsatellite analysis including oriental cultivars . *Am. J. Enol. Vitic.*, **57** (1),105-108.
- GUERRA B. et MEREDITH C.P., 1995. Comparison of *Vitis berlandieri* x *Vitis riparia* rootstock cultivars by restriction fragment length polymorphism analysis. *Vitis*, **34** (2), 109-112.
- HUGLIN P., 1986. Biologie et ecologie de la vigne. *Edit ., Payot Lausanne*, Paris, 371p.
- HUGLIN P. et SCHNEIDER C., 1998. Biologie et écologie de la vigne, *Edit ., TEC et DOC*, Paris, 372p.
- HVARLEVA T., HADJINICOLI A., ATANASSOV I., ATANASSOV A. et IOANNOU N. , 2005. Genotyping * *Vitis vinifera* * L. cultivars of Cyprus by microsatellite analysis. *Vitis*, **44**, (2), 93-97.
- IBN-AL- AWAM ,1158. Le livre de l'agriculture, traduit de l'arabe par JJ CLEMENT-MULLET, 3 Vol, Paris ,1864.
- IBANEZ J. , DE ANDRES M. T. , MOLINO A. and BORREGO J. , 2003. Genetic study of key Spanish grapevine varieties using microsatellite analysis. *Am. J. Enol. Vitic.*, **54**, 22-30.
- ISNARD H., 1947. Vigne et colonisation en Algérie (1880-1947). In: *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*. 2^e année, N. 3, 288-300pp.
- ISNARD H., 1951. La vigne en Algérie. Etude géographique. Tome1, *Edit. Ophrys Gap.*, 278p.

- JAILLARD A. D., 2007. La vigne, physiologie, terroir, culture. *Edit ., DUNOD*, Paris,437p.
- JOLY D.,2005. Génétique moléculaire de la floraison de la vigne.Thèse de doctorat , Univ. *Louis Pasteur de Strasbourg*, 143p.
- LAIADI Z. BENTCHIKOU M. M., BRAVO G., CABELLO F. et MARTÍNEZ-ZAPATER J. M., 2009 . Molecular identification and genetic relationships of Algerian grapevine cultivars maintained at the germplasm collection of Skikda (Algeria). *Vitis*, 48 , 25–32.
- LAIADI Z., 2009. Caractérisation ampélographique et moléculaire (SSR) pour l'identification et la valorisation de quelques variétés de vigne locales (*Vitis vinifera* L.).*Thèse de Doctorat, dpt, SNV*, Univ. Constantine, 198p.
- LAIB M., 2004. Caractérisation de quelques variétés de vigne autochtones (*Vitis vinifera* L.).*Thèse de magister, dpt, SNV*, Univ. Constantine, 77p.
- LEJEUNE F-X., 2008 .Introduction au logiciel SAS, Institut de statistique, Univ. Pierre et Marie Curie.
- LEROUX S., 1894.La sélection d'hybridation chez la vigne .*Ann.Ec.NAT.again*.Montpellier, 28 (3) et (4).
- LEVADOUX L., 1956. Les populations sauvages et cultivés de *Vitis vinifera* L.*Annale de l'Amélioration des Plantes .Gironde : Station de Recherches Viticoles et d'Arboriculture Fruitière*, 59-118pp.
- LEVADOUX L., BENABDERRABOU A. et DOUAOURI B.,1971. Ampélographie Algérienne:cépages de table et de cuve cultivés en Algérie. Alger: *société nationale d'edition et de diffusion*,118p.
- LJAVETZKY D. , RUIZ-GARCIA L. , CABEZAS J. A. , DE ANDRESM. T. , BRAVO G. , IBANEZ A. , CARRENO J. , CABELLO F. , IBANEZ J. et MARTINEZ-ZAPATER J. M. , 2006. Molecular genetics of berry colour variation in table grape. *Mol. Genet. Genomics*, **276**, 427-435.
- LOPES M.S. , SEFC K. M. , EIRAS DIAS E. , STEINKELLNER H. , LAIMER DA CAMARA MACHADO M. and DA CAMARA MACHADO A. , 1999. The use of microsatellites for germplasm management in a Portuguese grapevine collection. *Theor. Appl. Genet.*, **99**, 733–739.
- MARCHIVE C., 2006. Identification et caractérisation fonctionnelle d'un gène codant un facteur de transcription de type WRKY chez la vigne,VvWRKY1 : Implication dans les mécanismes de défense. Thèse doctorat, *Université Bordeaux*, 138 p.
- MARTIN J.P. , BORREGO J., CABELLO F. and ORTIZ J. M. , 2003. Characterization of Spanish grapevine cultivar diversity using sequence-tagged microsatellite site markers. *Genome*, **46**, 10–18.
- MARTÍNEZ M.C., BOURSIQUOT J.M., GREANAN S. et BOIDRON R., 1997. Étude ampélographique de feuilles adultes de somaclones du cv. Grenache N (*Vitis vinifera* L.).*Can. J. Bot.*, **75**, 333-345.
- MARTINEZ de TODA F. et SANCHA J.C., 1997.Caractérisation ampélographique des cultivars rouges de *Vitis vinifera* L. conservés en Rioja. *Bull. O.I.V.*, 221-234.
- MARTÍNEZ M.C. et GREANAN S., 1999. A graphic reconstruction method of an average leaf of vine. *Agronomie*, **19**, 491-507.

MARTÍNEZ M-C. ; SANTIAGO J-L. ; PÉREZ J-E et BOSO S.,2006. Le cépage Mencia (*Vitis vinifera* L). Similitudes et différences avec d'autres cépages internationaux très connus. *Sci. Vigne Vin*, **40**, 3,1-12.

MORENO S., GOGORCENA Y. et ORTIZ J.M. ,1995. The use of RAPD markers for identification of cultivated grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Sci. Hort.*, **62**, 237-243.

MULLINS M.G., 1990. Application of tissue culture to the genetic improvement of grapevine. *Acta Hort.* (ISHS) 280,11-22.

MULLINS M.G, BOUQUET A et WILLIAMS L.E , 1992. Biology of the Grapevine. Cambridge University Press, Cambridge,252 .

OZENDA P., 2004 .Flore et végétation du Sahara (éd.3eme), CNRS, 662 p.

PORTA, 1954 .Trattato dell agricoltura,Villac,libri XII,Neapoli.

RAVAZ L., 1902. Les vignes américaines. Porte-greffe et producteurs directs, *Edit., Coulet et fils*, Montpellier.

REYNIER A ., 2003. Manuel de viticulture (éd. 9^{ème}). *Edit ., TEC et DOC*, Paris,549p.

RIAHY L., ZOGHLAMI N., EL-HEIT K., LAUCOU V., LE CUNFF L., BOURSQUOT J. M., LACOMBE T., MLIKI A., GHORBEL A. et THIS P., 2010. Genetic structure and differentiation among grapevines (*Vitis vinifera* L.) accessions from Maghreb region .*Genet. Resour. Crop Evol .*,**57**,255–272.

RIBEREAU GAYON J. et PEYNAUD E., 1971. Sciences et techniques de la vigne: traite d'ampélogie, *DUNOD*, 762p.

RODRIGUES A., 1939. Sôbre a caracterizaçao das espécies hibridos do género Vitis, *Agron. Lusitana* ,**1**,315-326.

RODRIGUES A., 1941. Acêrca do valor taxonomico do numero de dentes da fôlha na separaçao de dois hibridos do genero Vitis L., *Agron. Lusitana* ,**3**, 325-340.

RODRIGUES A., 1942a. Sôbre o recorte e assimetria da fôlha da videira, *Agron. Lusitana*, **4**, 137-153.

RODRIGUES A., 1942b. Polimorfismo foliar e os estudos de filometria. Aplicaçao prática de um metodo ampelometrico, *Agron. Lusitana*, **4**, 339-359.

ROHLF F.J. 1993. Relative warp analysis and an example of its application to mosquito wings. In Marcus et al. (eds.), Contributions to morphometrics, *Musuo Nazionale de Ciencias Naturales*, 131-159.

RMESBURG H.C., 1984. Cluster Analysis for Researchers. Belmont, Calif.: Lifetime Learning Publications, 334p.

RUSJAN D et KOROŠEC-KORUZA Z,2007. Morphometrical and biochemical characteristics red grape varieties (*Vitis vinifera* L.) from collection vineyard Ampelografskivrt .*aas*, **89-1**, 245 -257.

SANTIAGO J.L. , BOSSO S. , MARTIN J .P , Ortiz J .M. et MARTINEZ M.C.,2005a .Charaterisation and identification of grapevine cultivars(*Vitis vinifera* L.) from northwestern Spain using microsattellites marker and ampelometric methods . *Vitis*, **44**, (2),67-72.

SANTIAGO J.L. , BOSO S. , Martínez, M.C. , PINTO-CARNIDE O. et ORTIZ J.M., 2005b. Ampelographic Comparison of Grape Cultivars (*Vitis vinifera* L.) Grown in Northwestern Spain and Northern Portugal.*Vitic.Enol.*, **56** (3) ,288- 290.

SANTIAGO J-L. , BOSO S. , VILANOVA M. et MARTÍNEZ M-C ., 2005c. Caractérisation du cv.Abarino Blanco (*Vitis vinifera* L.) synonymies, homonymies et erreurs d'identification associées a ce cépage. *Sci. Vigne Vin*, **39** (2), 57-65.

SCHNEIDER A. et ZEPPA G., 1988. Biometria in ampelografia:l'uso di una tavoletta grafica per effettuare rapidamente misure filometriche. *Vignevini*, **9**,37-40.

SEGUIN G, 1975. Alimentation en eau de la vigne et composition chimique des moûts dans les Grands Crus du Médoc. Phénomènes de régulation. *Connaissance Vigne Vin*, **9**, n°1,23-34.

SEGUIN G., 1986. «Terroirs» and pedology of vinegrowing. *Experientia*, **42**, 861-873.

SIDI-OTMANE T., 2009. La vigne de l'Ahaggar . *Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA)* ,16p.

SNEATH P.H.A. et SOKAL R.R., 1973. Numerical Taxonomy. *Freeman. San Francisco* .573p.

SNOUSSI H. , HARBI BEN SLIMANE M., RUIZ-GARCIA L., MARTINEZ-ZAPATER J.M. et ARROYO-GARCIA R., 2004. Genetic relationship among cultivated and wild grapevine accessions from Tunisia. *Genome*, **47**, 1211–1219.

SOTES V. ; GOMEZ DEL CAMPO M. et RUIZ C., 1996. Utilisation de-méthodes ampélographiques pour la différenciation de deux cultivars de *Vitis vinifera* L. *Am. J. Enol. Vitic.*, **1**, 5-10.

STAVRAKAKIS M.N. et BINIARI K., 1998. Genetic study of grape cultivars belonging to the Muscat family by random amplified polymorphic DNA markers. *Vitis*, **37**, 119-122.

STRIEM M.J., SPIEGEL-ROY P., BEN-HAYYIM G., BECKMANN J. et GIDONI D., 1990. Genomic DNA fingerprinting of *Vitis vinifera* by the use of multi-loci probes. *Vitis*, **29**, 223-227.

TAPIA A. M., CABEZAS J. A., CABELLOF., LACOMBE T., MARTINEZ-ZAPATER J. M., HINRICHSEN P. et CERVERA M. T., 2007. Determining the Spanish origin of representative ancient American grapevine varieties Magazine titles. *Am. J. Enol. Vitic.*, **58** (2) ,242-251.

THIS P., CUISSET C. et BOURSICQUOT J.M., 1997. Development of stable RAPD markers for the identification of grapevine rootstocks and the analysis of genetic relationships. *Am. J. Enol. Vitic.*, **48**, 492-501.

THIS P., JUNG A., BOCCACCI P., BORREGO J., BOTTA R., COSTANTINI L., CRESPIAN M., DANGL G.S., EISENHELD C., FERREIRA-MONTEIRO F., GRANDO M.S., IBANEZ J., LACOMBE T., LAUCOU V., MAGALHAES R., MEREDITH C.P., MILANI N., PETERLUNGER E., REGNER F., ZULINI L. et MAUL E., 2004. Development of a standard set of

microsatellite references alleles for identification of grape cultivars. *Theor. Appl. Genet.*, **109**, 1048–1058.

THOMAS M.R., MATSUMOTO S., CAIN P. et SCOTT N.S., 1993. Repetitive DNA of grapevine: classes present and sequences suitable for cultivar identification. *Theor. Appl. Genet.*, **86**, 173-180.

THOMAS M.R. et SCOTT N.S., 1993. Microsatellite repeats in grapevine reveal DNA polymorphisms when analysed as sequencetagged sites (STSs). *Theor. Appl. Genet.*, **86**, 985–990.

TOMAZIC I. et KOROSEC-KORUZA Z. 2003. Validity of phyllometric parameters used to differentiate local *Vitis vinifera* L. cultivars. *Genet. Resour. Crop Evol.*, **50**, 773–778.

VIALA P. et VERMOREL, V., 1901-1910. Ampélographie, tomes 1-7. *Masson et Cie, Paris*.

XU H. et BAKALINSKY A.T., 1996. Identification of grape (*Vitis*) rootstocks using sequence characterized amplified region DNA markers. *Hort. Science*, **32**, 267-268.

YE G.N., SOYLEMEZOGLU G., WEEDEN N.F., LAMBOY W.F., POOL R.M. et REISCH B.I., 1998. Analysis of the relationship between grapevine cultivars, sports and clones via DNA fingerprinting. *Vitis*, **37**, 33-38.

ZINELABIDINE L.H., HADDIOUDI A., BRAVO G, ARROYO-GARCIA R et MARTINEZ ZAPATER J.M., 2010. Genetic Origins of Cultivated and Wild Grapevines from Morocco. *Enol. Vitic.*, **61** : 1,83-90.

ZULINI L., FABRO E. et PETERLUNGER E., 2005. Characterisation of the grapevine cultivar Picolit by means of morphological descriptors and molecular markers. *Vitis*, **44** (1), 35–38.

Les sites web

<http://ddsdx.uthscsa.edu/dig/itdesc.html> /. [Page consultée le 15/03/2010].

<http://www.exetersoftware.com/cat/ntsyspc/ntsyspc.html>. [Page consultée le 20/08/2010].

[http://www.7fr.com/485759/Tanagra_\(logiciel\)](http://www.7fr.com/485759/Tanagra_(logiciel)). [Page consultée le 29/04/2010].

<http://www.itafv.dz/>. [Page consultée le 20/02/2010].

<http://www.onivins.fr/> . [Page consultée le 01/09/2010].

<http://www.xlstat.com/fr/home/>. [Page consultée le 22/04/2010].

<http://www.vivc.bafz.de/>. [Page consultée le 10/05/2010].

Summary

In order to characterize the 26 grapevine cultivars belonging to the patrimony of the experimental station I.T.A.F.V. of Toghennif (Mascara), we were interested to apply Martinez and Grenan's method to visualize quickly and clearly the morphology of a grape leaf for identification.

A statistical study was conducted to have the most discriminant parameters, where appeared the size of angles and depth of the sinuses compared to the lengths of the vein, particularly the left side of leaf. Also we have regrouping varieties with some characteristics in common as Bezoul el Khadem and Ahmar of Mechtras III, Bouabar Aures and Bouni, Toutrissine and Aberkene, Amellal, Torki and Ahmar of MechtrasII. Also in collaboration with computer programmers and for an aims of efficiency, we developed an application for modeling the vine leaves

Keywords : *Vitis vinifera* L, ampelometry, ampelography, graphic reconstruction, average leaf ,Algerian grapevine cultivars, characterization, genetic relationships, synonyms, the Mediterranean basin.

ملخص

لاجل توصيف 26 مدخلا محليا تنتمي الى المخزون الوراثي الموجود على مستوى المحطة التجريبية لزراعة اشجار الفواكه والعنب بتغنيف (معسكر) مستخدمين في ذلك طريقة MARTINEZ et GREAN التي تسمح بالتعرف و بصورة سريعة وواضحة على القياسات البيومترية للورقة البالغة لدى شجرة العنب وذلك من اجل التعرف على هويتها. أجريت دراسة إحصائية لتحديد المعايير الأكثر تمايزا، أين ظهرت قياسات الزوايا وعمق الجيوب بالنسبة إلى أطوال العروق الأساسية وخاصة للجانب الأيسر للورقة، أيضا تمكنا من تجميع الأصناف حسب بعض الخصائص المشتركة منها Bezoul el Khadem and Ahmar of Mechtras III; Bouabar Aures and Bouni, Toutrissine and .Aberkene; Amellal, Torki and Ahmar of MechtrasII

الكلمات المفتاحية:

الامبيولوجرافيا، الامبيلومترية، إعادة التشكيل، الورقة المتوسطة، الأصناف المحلية، التوصيف، القرابة الوراثية، المتطابقات، حوض البحر الأبيض المتوسط. *Vitis vinifera* L.

Nom : BENCHARIF

Prénom : Selma

Thème

CONTRIBUTION A L'AMPELOMETRIE AUTOMATIQUE PAR ANALYSE D'IMAGE POUR LA CARACTERISATION ET L'IDENTIFICATION DES VARIETES DE VIGNES LOCALES

Diplôme : Magistère

Résumé

Dans le but de caractériser 26 cultivars de vigne appartenant au patrimoine existant au niveau de la station expérimentale I.T.A.F.V. de Tighennif (Mascara), nous nous sommes intéressés à l'application de la méthode de MARTINEZ et GRENNAN pour visualiser rapidement et de façon claire la morphologie foliaire d'un cépage dans le but de l'identifier.

Une étude statistique est réalisée afin de disposer des paramètres les plus discriminants, à savoir, la dimension des angles et la profondeur des sinus latéraux par rapport aux longueurs des nervures, particulièrement ceux du côté gauche de la feuille. Ainsi, nous avons pu faire des regroupements de cépages possédant en commun certaines particularités tel que Bezoul el Khadem et Ahmar de Mechtras III; Bouaber des Aures et Bouni; Toutrissine et Aberkane et Amellal, Torki et Ahmar de Mechtras II. Aussi, dans un but d'efficacité, en collaboration avec des programmeurs en informatique, nous avons mis au point une application de modélisation des feuilles de vigne.

Mots clés : *Vitis vinifera* L., ampélographie, ampélographie, reconstruction de la feuille moyenne, cépage, autochtones, caractérisation, synonymies.

Jury :

| | | | |
|--------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------|
| Président : | Mr. TOUMI Mohamed, | Maître de conférences A, | E.N.S. Kouba |
| Promoteur : | Mr. BENTCHIKOU Mohamed El Moncef, | Professeur, | Univ. Constantine |
| Examineurs : | Mr. BELARBI Baroudi, | Maître de conférences A, | I.N.A. El Harrach |
| | Mr. EL HEIT Kaddour, | Maître de conférences A, | Univ. Tizi-Ouzou |
| | Mr. LAIADI Ziane, | Maître de conférences B, | Univ. Biskra. |

Résumé

Dans le but de caractériser 26 cultivars de vigne appartenant au patrimoine existant au niveau de la station expérimentale I.T.A.F.V. de Tighennif (Mascara), nous nous sommes intéressés à l'application de la méthode de MARTINEZ et GRENNAN pour visualiser rapidement et de façon claire la morphologie foliaire d'un cépage dans le but de l'identifier.

Une étude statistique est réalisée afin de disposer des paramètres les plus discriminants, à savoir, la dimension des angles et la profondeur des sinus latéraux par rapport aux longueurs des nervures, particulièrement ceux du côté gauche de la feuille. Ainsi, nous avons pu faire des regroupements de cépages possédant en commun certaines particularités tel que Bezoul el Khadem et Ahmar de Mechtras III; Bouaber des Aures et Bouni; Toutrissine et Aberkane et Amellal, Torki et Ahmar de Mechtras II. Aussi, dans un but d'efficacité, en collaboration avec des programmeurs en informatique, nous avons mis au point une application de modélisation des feuilles de vigne.