



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Agronomiques et des Sciences Biologiques



Département d'Agronomie

Mémoire de fin d'étude



En vue de l'obtention du diplôme
De Master en sciences Agronomique
Spécialité : Sciences de la vigne



Sujet



**Contribution à la caractérisation morphométrique des
pépins de quelques cépages de *Vitis vinifera* ssp.
vinifera autochtones d'Algérie.**

Réalisé par :

M^r FODIL PACHA Hocine
M^r SAIKI Hamid

Devant le jury:

Président: M^r CHERFAOUI M.S. Maitre-assistant classe A, U.M.M.T.O

Promoteur: M^r El HEIT K. Professeur, U.M.M.T.O.

Examineur : M^r ALILI N. Maitre-assistant classe A, U.M.M.T.O.

Examinatrice : M^{elle} BOUDI M. Maitre-assistant classe A, UMMTO.

Invité : M^r HAMAMA A. Doctorant, UMMTO.

Année Universitaire 2014-2015

Rien ne dure jamais éternellement.....

Si l'éternité pouvait être achetée, je n'hésiterai guère à l'avoir, rien que pour eux, car quoi que je puisse dire, écrire ou faire, je ne pourrai leurs rendre le dixième de ce qu'ils m'ont offert. Je ne sais quoi dire à mes parents à part que je les adore.

A mes frères en particulier Boualeum, ainsi qu'à mes sœurs et en particulier Hamida, son marie Meziane et au beau Afrayime.

A toute la famille FODIL-PACHA, khouya Hacene et Omar .

A mes amis Mouh Bms, Omar Benyoucef, Fateh Alim, Abdel Razak Mazidi,, Samir Ait Iken, Nordine Haouacine, Azzedine Tigrine, Hocine Hadjoudj et pardon pour ceux que je n'ai pas cités.

*A la famille Saiki et mon binôme *IZEM* Hamid à qui je souhaite que du bonheur incha allah.*

A toutes les promos des Sciences De La Vigne surtout Saleh Ghoul (le criminel) et Lounes Cherchare.

HOC FP

Remerciements

Nous tenons à exprimer toute notre reconnaissance à M^f El HEITK. Professeur à la faculté des Sciences Agronomique et Biologique de l'U.M.M.T.O pour avoir accepté de nous encadrer, de nous avoir orientés, aidés et conseillés. Qu'il trouve ici le témoignage de notre grand respect et de notre estime.

Nous tenons à remercier également :

- M^f CHERFAOUI M.S. Maitre-assistant classe A pour avoir accepté de présider le jury.
- M^f ALILI N. Maitre-assistant classe A et M^{elle} BOUDI M. Maitre-assistant classe A pour avoir accepté de faire partie du jury.
- M^f HAMAMA Doctorant, pour avoir accepté notre invitation.

Nous tenons à exprimer notre gratitude à l'ensemble des enseignants du département d'agronomie en général et en particulier ceux de la spécialité « Sciences de la vigne », en particulier M^f HAMAMA, M^f MOUHOUS, M^f ALILI et M^f AITSIDHOUM pour leur aide précieuse dans l'analyse statistique de nos résultats.

Nous terminons, par remercier tous ceux et celles qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Sommaire

Introduction générale

Première partie : partie bibliographique

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LA VIGNE

I. Historique.....	1
II. Taxonomie.....	3
III. Morphologie de la vigne.....	6
III.1. Eléments de morphologie de la vigne.....	6
III.1.1. Les racines.....	6
III.1.2. Le tronc.....	7
III.1.3. Les rameaux.....	8
III.1.4. Les Feuilles.....	9
III.1.5. Les bourgeons.....	10
III.1.6. L'inflorescence et la fleur.....	13
III.1.7. Les grappes et les baies.....	13
III.1.8. La vrille.....	14
III.1.9. La graine.....	14
III.2. Différences morphologiques entre la vigne sauvage et la vigne cultivée.....	15
IV. Origine et domestication des lambrusques.....	18
IV.1. Origine des Lambrusques.....	18
IV.1.1. Les lambrusques spontanées autochtones.....	18
IV.1.2. Les lambrusques spontanées métisses.....	18
IV.1.3. Les lambrusques post-culturelles, les lambrusques subspontanées et les lambrusques spontanées coloniales.....	18
IV.2. Domestication.....	19

IV.2.1. Critères de sélection et d'amélioration.....	20
IV.2.2. Modalités de domestication et d'amélioration.....	22
V. Notion de variétés, cépages, clones, cultivars.....	23
V.1 Origine des cépages.....	23
V.1. Diversité des cépages.....	24
V.2. Les cépages de cuve.....	25
V.3. Les cépages de table.....	25
V.4. Régression de la diversité des cépages.....	27
V.5. Diversité des clones.....	27

Chapitre II : Méthodes de caractérisation

I.1. Méthodes d'ampélographie pratique.....	31
I.2. Méthodes scientifique.....	31
I.2.1 Méthodes descriptives utilisant des marqueurs phénotypiques.....	31
I.2.2 Méthodes analytiques utilisant des marqueurs biologiques.....	33
I.3. Caractérisation morphométrique des pépins.....	34
I.3.1. Généralités sur la morphométrie.....	34
I.3.2. Application de la morphométrie en science de la vigne.....	36

Deuxième partie : Partie expérimentale

CHAPITRE III : ZONE DE PROSPECTION

I. Situation géographique.....	38
I.2. Présentation de la ferme:	39
I.2. Activités Principales:	39
I.2.1. Expérimentation.....	39
I.2.2. Production.....	40
I.2.3. Appui Technique.....	40
II. Sol de la région d'étude :	41
III. Climat de la région d'étude :	41

CHAPITRE IV : MATERIEL ET METHODES

I. Matériel végétal.....	41
II. Méthodes.....	42

II.1. Echantillonnage.....	42
II.2. Paramètres mesurés.....	42
II.3. Analyses statistiques.....	44

Troisième partie : Résultats et discussion

I. Récapitulatif des moyennes des paramètres mesurés.....	45
II. Résultats de l'analyse de la variance.....	45
II.1. Résultats du test de NEWMAN et KEULS.....	46
II.2. Analyse des variables mesurés.....	48
II.2.1. Coefficient de variation Cv (%)......	48
II.2.2. Intervalle de confiance à 95% (d) et l'erreur relative dr (%)......	49
III. Analyse en composantes principales A.C.P.....	51
III.1. Valeurs propres.....	51
III.2. Les variables.....	52
III.3. Les cépages.....	54
IV. Classifications Ascendante Hiérarchique (CAH).....	55
V. Application des indices utilisés en archéobotanique.....	58
V.1. Indice de Stummer(1911).....	58
V.2. Formules de Mangafa et Kotsakis.....	60
V.3. Largeur du Bec / longueur du Bec (face dorsal).....	63
VI. Conclusion.....	64
Conclusion générale	67

Introduction

La vigne (*Vitis vinifera L.*) est une espèce pérenne ligneuse, originaire de la région caspienne, où elle a été domestiquée il y a environ 6000 ans av. J.C. (This et al. 2006). Elle a, depuis, colonisé l'ensemble de la planète et elle est présente aujourd'hui dans les 5 continents. Elle est considérée comme étant l'une des plus importantes espèces fruitières cultivées dans le monde avec une superficie viticole mondiale totale estimée à 7,436 millions d'ha en 2013 (O.I.V, 2014).

La vigne est la 14^{ème} culture d'importance économique au niveau mondial alors qu'elle ne représente seulement que 0.5% des terres cultivées (Carrier, 2011). Son importance économique considérable réside dans la production du fruit, le raisin, commercialisé comme raisin de table, raisin sec ou transformé en jus de fruit, mais surtout utilisé pour la production du vin. La production mondiale du raisin de table avait atteint 249 millions de quintaux en 2014, la production du vin était 271 millions d'hl, pour la même année (O.I.V, 2014).

La vigne est l'une des premières espèces fruitières à avoir été domestiquée. La domestication est un processus évolutif complexe au sein duquel les pressions de sélection exercées par l'homme conduisent à des changements morphologiques et physiologiques importants qui permettent de différencier sans ambiguïté les espèces domestiquées de leurs ancêtres sauvages (Picq, 2012). Sous l'effet de la sélection humaine, cette espèce a suivi une évolution agro-morphologique conduisant à une importante diversité répartie en deux morphotypes majeurs : Raisin de cuve et raisin de table (Lacombe, 2012).

La variabilité entre les cépages peut être très importante du fait de la multiplication végétative sur de longues périodes, durant lesquelles des mutations somatiques peuvent s'accumuler (Pelsy 2010). Celles-ci sont relativement fréquentes chez la vigne (Levadoux 1951). Les plus répandues sont celles qui affectent la coloration de la pellicule des baies, leur profil aromatique ou l'absence de pépins, avec un rôle non négligeable dans la diversification variétale (Bouquet 2008).

La vigne comprend plus de 10 000 variétés (Galet, 2000), dont les plus anciennes seraient âgées de centaines, voire de milliers d'années. La multiplication végétative, qui fait partie du processus de domestication de nombreuses espèces, a permis très tôt de multiplier des cépages sélectionnés pour leurs caractères d'intérêts agronomiques. Tout en conservant la typicité et l'identité du cépage, les individus multipliés ont acquis au fil du temps une certaine originalité phénotypique donnant naissance à une diversité clonale remarquable (Carrier, 2011).

La reconnaissance et la description des vignes étaient l'objet d'intérêt des scientifiques et des viticulteurs depuis longtemps vue la richesse de l'espèce par son nombre de cépages et des clones qui se dérivent de ces derniers. Comme première approche de description, l'ampélographie qui est basée sur les caractères morphologiques et qualitatifs (la forme et la couleur des différents organes de la vigne), puis quantitatifs (Galet, 1998), les mesures ampélographiques appuyées par les analyses statistiques par la voie de l'informatique qui était d'un apport considérable dans le domaine de la reconnaissance des cépages. Des méthodes nouvelles plus performantes, plus fiables et beaucoup plus généralisables reposent sur l'analyse isoenzymatique et récemment sur les techniques d'analyse de l'ADN commencent à apporter de l'aide à l'ampélographie, tant au niveau de la caractérisation qu'au niveau des relations entre génotype (This et al 2006, Lacombe, 2012; Boursiquot et This, 1996; Di Vecchi-Staraz et al 2009).

La distinction entre les vignes sauvages et cultivée, souvent difficile sur le vivant, n'est possible en archéobotanique qu'à partir de la morphologie des pépins. L'identification des pépins de vigne cultivée, sans être suffisante, constitue un élément précieux afin de mettre en évidence la viticulture dans une région donnée (Bouby et Marinval, 2001).

L'Algérie est très riche en biodiversité de la vigne, sa culture existait depuis l'antiquité bien avant la colonisation. Cependant au cours du dernier siècle plusieurs facteurs, à la suite de la diffusion du phylloxera et de l'introduction dans la viticulture traditionnelle des variétés du continent européen, variétés allochtones plus productives et bien adaptées aux nouvelles techniques viticoles, ont conduit à une extinction progressive pour de nombreux cultivars locaux. Ce phénomène avait pour résultat une érosion génétique des *Vitis vinifera sativa* autochtones et probablement des *Vitis vinifera ssp. Silvestris*. Ces variétés locales sont une ressource non négligeable de gènes pour la culture de la vigne. Leurs génotypes peuvent présenter un intérêt œnologique et agronomique approprié aux conditions climatiques. La plupart de ces gènes et génotypes n'ont fait l'objet d'aucune étude pour évaluer leur importance agroclimatique, technologique et organoleptique (El Heit et al., 2012).

La situation préoccupante dans laquelle se trouve la diversité des vignes autochtones au Maghreb en générale et en Algérie en particulier fait suite à la méconnaissance et à la négligence de l'importance de ce patrimoine phytogénétique (Hamama, 2012). Des travaux ont été entrepris, en Algérie : El Heit et al.a, 2013 ; El Heit et al.b, 2013 ; Sebki et al., 2013 ; Meghezzi et al., 2013 ; Laiadi et al., 2013, en Tunisie : Harbi Ben-Sliman, 2003 ; Snoussi et

al., 2004 et au Maroc : El Oualkadi et al., 2007, 2008, 2011 ; Haddioui et al., 2008 ; Zinelabidine et al.,2010 dans le but de l'identification et de la caractérisation des cépages autochtones de différentes régions du Maghreb , presque éclipsés par les cépages allochtones qui ne cessent de prendre de l'espace dans le paysage viticole depuis quelques années.

Notre travail de caractérisation morphométrique des pépins de 18 cultivars de vigne, appartenant à la collection de la station régionale (I.T.A.F.V) de Benchicao (Médéa) à pour objectif l'étude des relations entre ces cépages ainsi que leurs degrés d'évolution. Nous avons essayé dans un premier temps de regrouper les différents cépages selon leurs similarités en groupes distincts en fonction des caractères morphométriques discriminants. Ensuite, nous avons essayé de classer les différents groupes selon leur degré d'évolution (domestication). Cette caractérisation concerne le taxon cultivé.

Cette étude est complémentaire aux travaux de caractérisation agronomique et technologique réalisé par Hamama (2013), Agouazi (2013) et Sebki (2013) et pourrait être une étape de mise en valeur de notre patrimoine viticole au détriment des cépages allochtones, comme elle peut contribuer dans d'éventuels travaux de sélection et d'amélioration de nos cépages autochtones.

Historique

I. Historique

Selon les auteurs, *V. Vinifera* aurait été domestiquée entre 9000 et 4000 ans av. J.-C. (Levadoux, 1956; Marival, 1997). Les premières traces de ceps de vigne, découvertes dans l'actuelle Géorgie, datent de plus de 7000 ans (Rowley et Ribaut, 2003).

A partir de la Géorgie, la culture de la Vigne se serait répandue dans tous les pays tempérés depuis l'Inde jusqu'à l'Occident Européen (Enjalbert, 1975). Les premières fresques représentant des procédés de vinification ont été retrouvées en Egypte dans des lieux de sépulture datant de 3000 ans av. J.-C. La Grèce, en partie grâce à ses contacts avec l'Egypte, adopta la culture de la Vigne, la vinification et le commerce du vin vers 2000 av. J.-C. (Johnson, 1990). Dès l'expansion maritime grecque, les témoignages historiques révèlent des pratiques viticoles et vinicoles proches des nôtres, qui se répandirent par la suite dans les pays où elles devaient connaître leur apogée notamment l'Italie et la France où les Grecs appelaient l'Italie Terre des Vignes. En Afrique du Nord, Andalousie, Provence, Sicile et Italie continentale, les premiers vignobles datent de l'arrivée des grecques (Johnson, 1971).

Quelques siècles plus tard, les Romains poursuivirent le développement de la viticulture, Sous l'influence de l'Empire romain, la vigne s'est étendue plus largement à travers l'Europe vers la Hongrie et la Franconie (Fregoni, 1991). Les Romains la diffusèrent à l'ensemble de la Méditerranée (Meheut et Griffe, 1997) (fig. 1, 2).

Les vignobles du Nouveau Monde (Amérique, Australie, Afrique du Sud, Nouvelle Zélande) ont été établis dans un premier temps par les missionnaires qui ont apporté des pépins issus de croisements (Boursiquot et This, 2000 ; This et al., 2006) puis par les colons chrétiens durant les XVII et XVIIIème siècles avec des boutures (Royer, 1988).

A la fin du XIXème siècle, la Vigne disparaît presque totalement des vignobles français et européens. Ce désastre fut causé par l'importation accidentelle, en provenance d'Amérique du Nord, d'un minuscule puceron, *Phylloxera vastatrix*, qui se nourrit des racines de la Vigne. Finalement, la réimplantation de ces vignobles fut possible grâce au greffage de l'espèce *Vitis vinifera* sur des porte-greffes américains de l'espèce *Vitis labrusca* naturellement résistants à l'insecte.

De nos jours, la vigne est la deuxième espèce fruitière la plus cultivée au monde, sa culture est présente sur tous les continents hormis l'Antarctique et s'étend sur environ 8 millions d'hectares à travers le monde d'après l'Organisation Internationale de la Vigne et du Vin (OIV 2008)

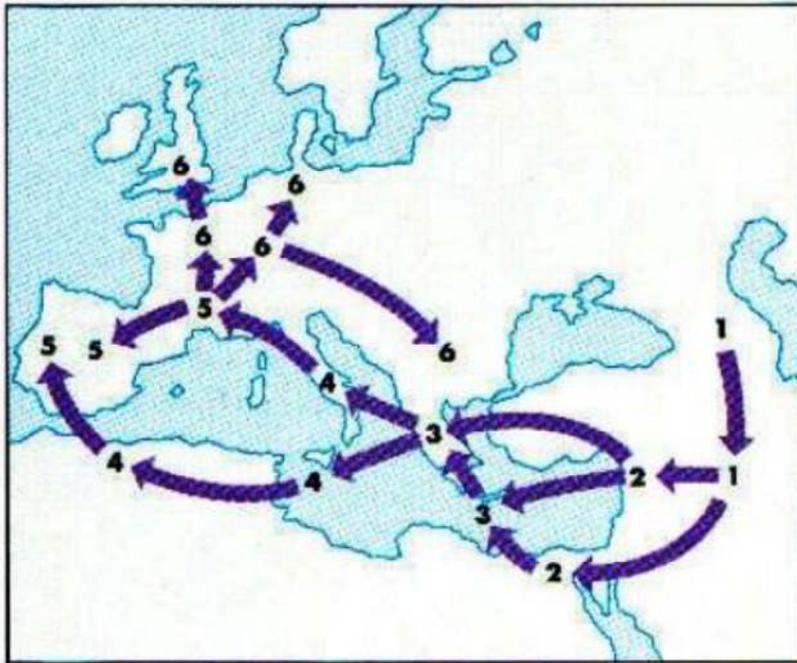


Figure 1: Propagation de la vigne depuis 8000 ans (Johnson et Robinson, 2001).

Démarrant dans le Caucase ou la Mésopotamie (1), sans doute en 6000 av.J.-C., la viticulture se développe en Egypte et en Phénicie (2) vers 3000 av.J.-C. En 2000 av.J.-C., elle s'implante en Grèce (3), et en 1000 an av.J.-C. en Sicile, en Italie et en Afrique du Nord (4). Au cours des 500 années suivante, elle se déploie en Espagne, au Portugal et dans le sud de la France (5), ainsi que dans le sud de la Russie probablement. Enfin, grâce aux romains, elle s'introduit en Europe du nord, pour atteindre la Grande-Bretagne (6).



Figure 2 : Diffusion de la vigne cultivée depuis la domestication jusqu'à la fin de l'Antiquité ; le centre primaire de domestication est indiqué dans le Sud Caucase (d'après Negrul 1946, Levadoux 1946, Fregoni 1991, Labra 2002 et Forni 2004) (Lacombe, 2012).

Taxonomie

II. Taxonomie

La Vigne est une liane ligneuse pérenne et rustique appartenant à la famille des Vitacées ou Ampélidacées (ordre des Rhamnales). Cette famille comprend 19 genres dont le genre *Vitis*, originaire des zones chaudes ou tempérées de l'hémisphère Nord (Amérique, Europe, Afrique du nord et Asie).

Le genre *Vitis* comprend deux sous-genres ou sections, le sous-genre *Muscadinia* ($2n = 40$ chromosomes) et le sous-genre *Euvitis* ou Vraies Vignes ($2n = 38$ chromosomes) qui comprend la quasi-totalité des vignes cultivées.

Dans le sous-genre *Muscadinia*, l'espèce *Vitis rotundifolia* cultivée dans le Sud-est des Etats-Unis et le Mexique est utilisée pour la consommation directe, la transformation agro-alimentaire ou la production de vin au goût particulier (goût foxé). Cette espèce présente un certain intérêt pour l'amélioration variétale en raison de sa résistance à la plupart des maladies cryptogamiques. En France, les premiers croisements ont été réalisés par Alain Bouquet chercheur à l'INRA. Une variété de porte-greffe « le Nemadex » (*Muscadinia rotundifolia* × 140 *Ruggeri*), est une des premières créations, elle a montré sa capacité à retarder la réinfection des vignes par les nématodes vecteurs de maladies à virus de court noué (Reynier, 2007).

Le sous-genre *Euvitis* auquel appartient l'espèce *Vitis vinifera* L. comprend une soixantaine d'espèces inter-fertiles réparties selon leur origine géographique :

-Les espèces d'origine américaine dont certaines sont utilisées directement comme Porte-greffe ou dans la constitution d'hybrides résistants au phylloxéra ou bien au mildiou ou à l'oïdium (sources de résistances pour des hybrides producteurs directs ou des variétés améliorées pour la résistance aux maladies (Levadoux, 1956; Pouget, 1990; This et al, 2006).

-Les espèces d'origine asiatique dont seul *Vitis amurensis* a été utilisé jusqu'à présent dans des programmes de sélection pour sa résistance au froid ou aux maladies (Olmo, 1976; This et al, 2006)

-La seule espèce d'origine européenne *V. vinifera* regroupant l'ensemble des cépages cultivés (*V. vinifera* ssp. *sativa*) et des vignes sauvages aussi appelées lambrusques (*V. vinifera* ssp. *silvestris*) (fig. 3).

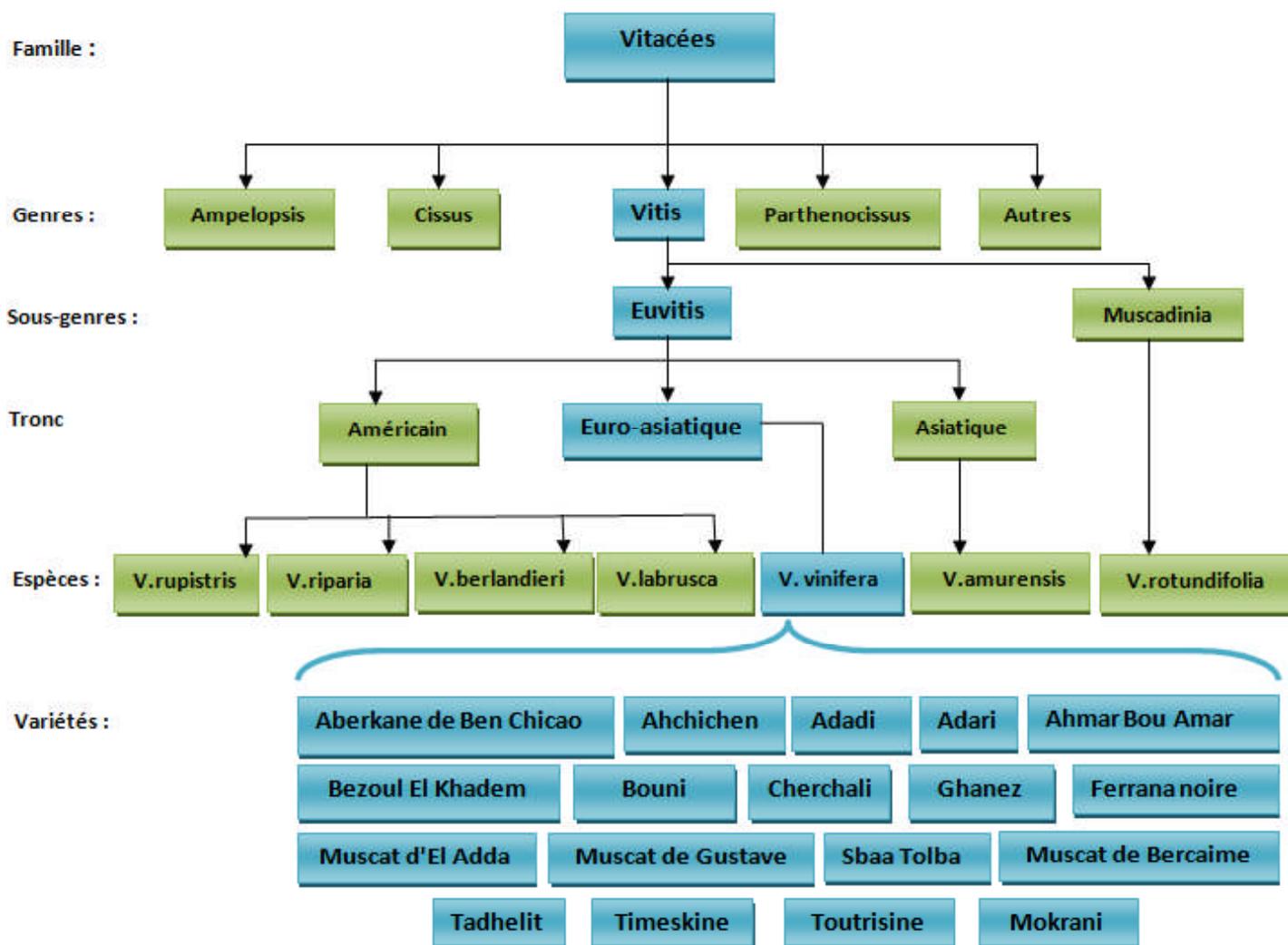


Figure 3 : Classification des vitacées d’après Reynier (2007) (modifier).

Morphologie de la vigne

III. Morphologie de la vigne

La vigne est une plante ligneuse grimpante, à souche pérenne. Elle est constituée d'un système racinaire en pivot et d'un système aérien avec un tronc et ramifications sarmenteuses. Par conséquent, il est très important de décrire la morphologie de la vigne, les différents organes de cette plante ainsi que leurs fonctions (Reynier, 2007).

III.1 Eléments de morphologie de la vigne

III.1.1 Les racines

La morphologie des racines d'un plant de vigne développé de façon naturelle est de type pivotant. Constitué d'une seule racine principale appelée pivot qui plonge verticalement dans le sol et de racines latérales secondaires insérées obliquement sur la racine principale. Ceci dit, un plant cultivé n'est jamais produit par semis mais par bouturage. Le jeune plant constitué de l'assemblage d'un greffon et de porte-greffe est mis en pépinière pour que le porte-greffe émette des racines adventives, racines latérales développées sur la portion porte-greffe mise en terre (Fournioux et Adrian, 2011). Dans l'ensemble du système racinaire, on peut distinguer deux grandes catégories de racines :

- Les plus jeunes, encore appelées radicelles, qui se renouvellent chaque année, au début du cycle végétatif, et qui jouent un rôle fondamental d'absorption de l'eau et des éléments minéraux du sol qui constituent la sève brute. Elles ont donc une fonction nutritionnelle pour le cep.
- Les racines plus âgées lignifiées et aoutées assurent d'une part, l'ancrage du pied de vigne dans le sol et, d'autre part, l'acheminement de la sève brute depuis les radicelles jusque dans la partie aérienne du plant (Fournioux et Adrian, 2011).

Ces racines produisent également des hormones de croissance telle que les gibbérellines et les cytokinines et constituent également un organe de réserve en accumulant les grains d'amidon synthétisés au niveau des feuilles (Huglin et Schneider, 1998; Galet, 2000).

III.1.2 Le tronc

La vigne est une liane développant des tiges sarmenteuses qui s'accrochent à des supports très divers, grâce à ses vrilles, pour étaler son feuillage à la lumière. Les troncs que l'on peut observer dans les vignobles sont le résultat, d'une taille annuelle associée à un palissage variant du plus simple au plus complexe. Ainsi, le tronc des vignes n'est pas un fût droit, comme celui des arbres fruitiers ou forestiers, mais il est toujours flexueux, tordu autour des supports sur lesquels il grimpe. Le tronc se ramifie en plusieurs branches ou bras qui portent les tiges de l'année, appelées rameaux tant qu'elles demeurent herbacées et sarments après l'aoûtement (Fig. 4). Le tronc sert également au transport de la sève brute et de la sève élaborée par l'intermédiaire des vaisseaux du bois et du liber. Il joue également un rôle de réservoir pour les substances de réserve qui s'accumulent dans les cellules du bois (Huglin et Schneider, 1998; Galet, 2000).

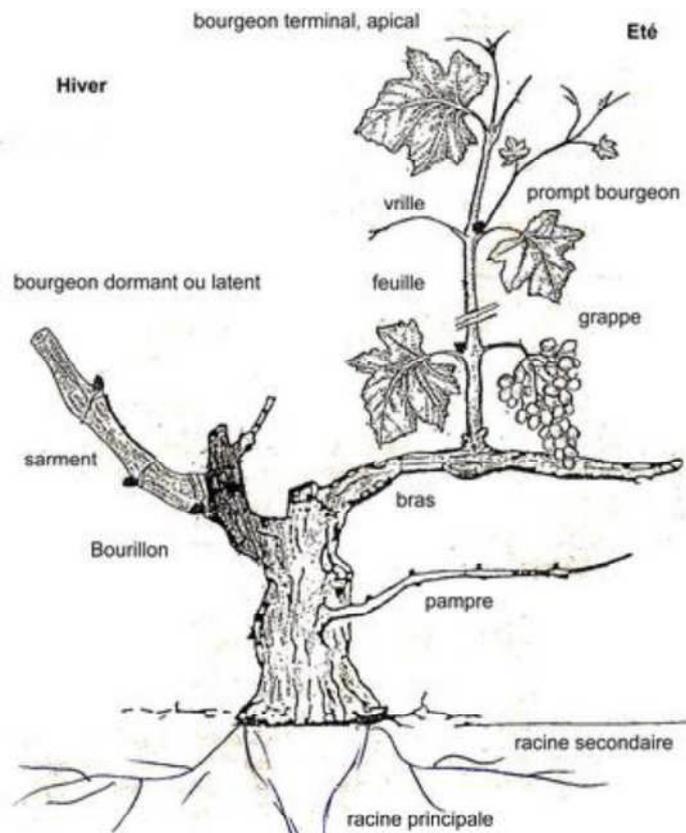


Figure 4: Architecture d'un pied de vigne cultivé (l'organisation d'un pied de vigne Cultivé au cours de la période de croissance.).

III.1.3 Les rameaux

Chaque année, au printemps, des pousses herbacées se développent à partir des différents bourgeons, ce sont les rameaux. Chaque rameau est composé d'une succession de nœuds (parties renflées) et de mérithalles (ou entre-nœuds). La longueur des mérithalles, varie en fonction des espèces, et pour une espèce donnée, elle varie de la base au sommet (très courte près du point d'attache, puis de plus en plus longue). Les nœuds portent les différents organes : feuilles, bourgeons et inflorescences ou vrilles. Les vrilles et inflorescences sont oppositifoliées et disposées de manière rythmique et discontinue sur le rameau : les premiers nœuds ne portent aucun de ces organes, les nœuds suivants portent les inflorescences, puis les vrilles. On trouve deux nœuds successifs (N1 et N2) qui portent ces organes, un nœud qui ne porte rien (N0) et ainsi de suite (Fig. 5). Le rameau resté herbacé devient ligneux eu mois d'août puis s'aoûte (Fig. 6). Le nombre de nœuds portant des inflorescences est variable en fonction des cépages (Huglin et Schneider, 1998; Mullins, et al., 1992; Galet, 2000).

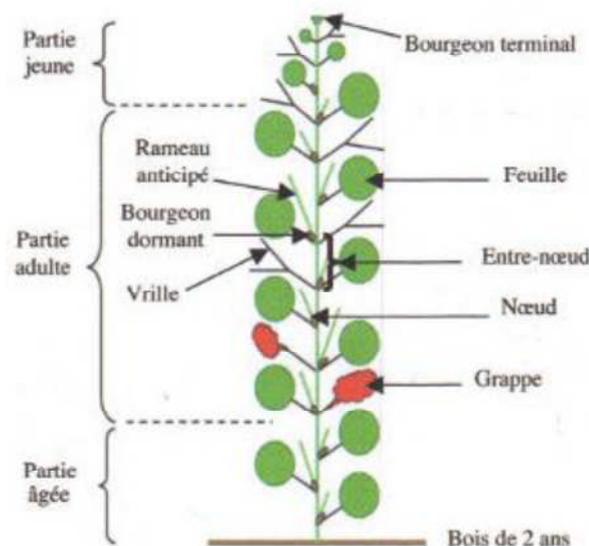


Figure 5: Organisation d'un rameau (l'organisation d'un rameau au cours de la période de floraison. On peut observer la rythmicité des inflorescences et vrilles, organisées en triplet: un nœud sans organes, suivi de deux nœuds portant soit des inflorescences soit des vrilles.) (Galet, 2000).

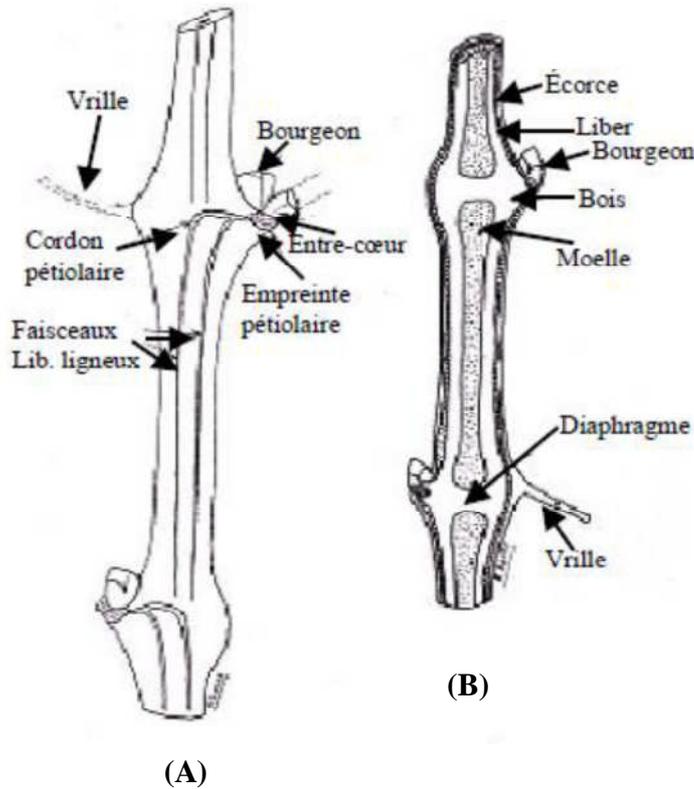


Figure 6: Organisation interne d'un rameau :

- A: avant l'aoûtement
- B: Après l'aoûtement (Galet, 2000)

III.1.4 La feuille

III.1.4 Les Feuilles

Sur les plantes adultes, les feuilles sont en position alterne et opposée alors que chez les jeunes plantes, issues de semis, les feuilles sont disposées en spire phyllotaxique de 2/5 (Fig. 7). Au niveau morphologique, la feuille adulte possède d'excellents critères pour la détermination et la classification des espèces et des cépages (ampélographie). La taille des feuilles peut varier de 50 à 500 cm², suivant les espèces et les cépages. Le limbe comprend 5 nervures principales qui partent du point pétiolaire ; elles se ramifient en nervures secondaires. Le plus souvent, les feuilles sont entières mais présentent des sinus plus ou moins profonds. La villosité du limbe, la forme et la profondeur des dents, ainsi que la couleur interviennent également dans

la description qui permet de classer les cépages (Fig. 6) (Huglin et Schneider, 1998; Mullins, et al., 1992; Galet, 2000).

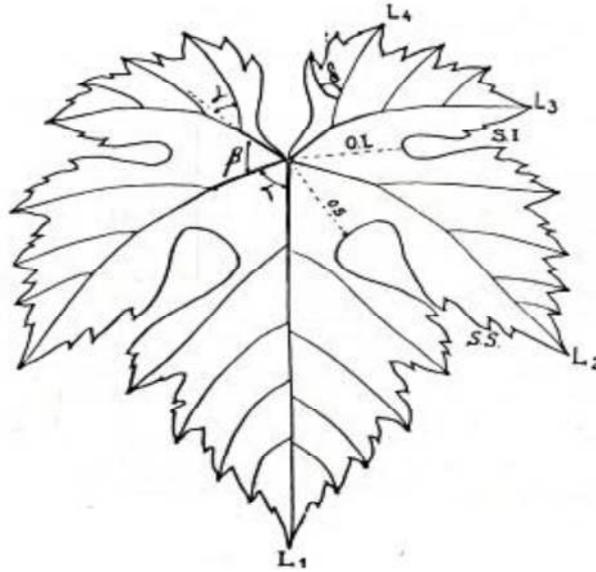


Figure7: Organisation d'une feuille de vigne

- L1, L2, L3 et L4 représentent les distances pétiolaire.
- α , β , γ représentent les angles : OS OL. (Galet, 1998)

III.1.5 Les bourgeons

III.1.5.1 Types de bourgeons

On distingue plusieurs types de bourgeons en fonction de leur possibilité de développement :

- Le prompt-bourgeon : comme son nom l'indique, ce bourgeon a la propriété de pouvoir se développer l'année de sa formation. Il donne une petite pousse appelée « entre-cœur ».
- Le bourgeon latent : l'année de sa formation, ce bourgeon va changer uniquement de volume. Il se développera l'année suivante.
- Les bourgeons du vieux bois : les bourgeons latents qui ne se seront pas développés l'année suivant leur formation, surtout ceux de la couronne (Fig.8), donneront les bourgeons du vieux bois. Ils peuvent rester à l'état latent pendant plusieurs années. Certains seront recouverts par les couches successives de bois et ne se développeront

plus. Après une taille très sévère, ou après l'élimination des bourgeons latents, les bourgeons du vieux bois peuvent se développer et donner une pousse appelée « gourmand ».

- Le bourgeon terminal : pendant la croissance du rameau, il existe un bourgeon terminal dont le méristème assure la formation et la croissance des différents organes du rameau (Carolus, 1970; Huglin et Schneider, 1998; Morrison, 1991; Galet, 2000).

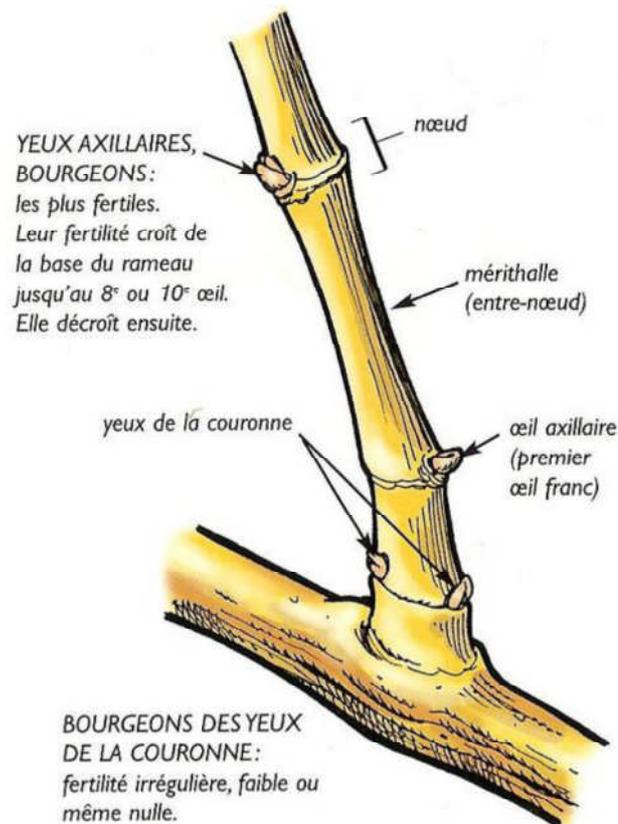


Figure 8: Bourgeon de la couronne (Galet, 2000)

III.1.5.2 Morphologie des bourgeons axillaires

A l'aisselle des feuilles, on trouve le bourgeon latent et le prompt-bourgeon. Ces bourgeons, ne sont pas identiques, le prompt-bourgeon ne porte qu'une écaille alors que le bourgeon latent en porte deux (Galet, 2000).

Alors que le prompt-bourgeon n'est formé que d'un seul bourgeon, le bourgeon latent comprend un bourgeon principal (ou primaire) et un ou deux bourgeons secondaires appelés également bourgeons de remplacement.

La coupe longitudinale d'un œil latent juste avant le débourrement montre que le bourgeon principal comprend déjà l'organisation du futur rameau (feuilles, inflorescences, vrilles) (Carolus, 1970; Huglin et Schneider, 1998).

III.1.5.3 Fertilité des bourgeons

La fertilité, chez la vigne, correspond au nombre moyen d'inflorescences des rameaux issus des bourgeons laissés à la taille (Huglin et Schneider, 1998). Les rameaux fertiles portent en moyenne 2 inflorescences, disposées à partir du troisième nœud, mais chez certains hybrides de *V. riparia*, on compte jusqu'à 6 inflorescences (Huglin et Schneider, 1998; Galet, 2000).

Ce caractère peut varier selon plusieurs facteurs :

1-Pour un cépage donné, la fertilité varie avec l'emplacement du bourgeon sur le sarment. Certains cépages comme l'Aramon dont les bourgeons de la base sont fertiles, permettent une taille courte. D'autres cépages comme le Poulsard, la sultanine ont des bourgeons qui sont infertiles à la base du sarment, ce qui nécessite une taille longue pour avoir une récolte suffisante. La Sultanine ne possède qu'un ou deux bourgeons fertiles, il faut parfois attendre le débourrement de ces bourgeons avant de tailler.

2-Sur une même souche, la fertilité des bourgeons est intimement liée à la vigueur individuelle des sarments (Huglin et Schneider, 1998; Galet, 2000).

-Les bourgeons latents (bourgeons principaux) ont une fertilité qui croît de la base vers le milieu du sarment, puis qui diminue. Or, la fertilité des bourgeons secondaires est très variable en fonction des cépages ; elle peut varier de 0 à 0,5 inflorescence par rameau.

-Les prompt-bourgeons peuvent être fertiles et donner des grappillons mais cette fertilité est assez variable en fonction de la position du bourgeon sur le sarment.

-Les bourgeons de la couronne et les bourgeons du vieux bois sont en général stérile mais peuvent parfois contenir une inflorescence, particularité qui sera utilisée lors de la retaille des vignes gelées ou grêlées.

3-La fertilité varie avec les cépages et constitue donc un caractère ampélographique. Le Riesling et le Pinot, par exemple, sont des cépages fertiles qui

ont en moyenne deux inflorescences par rameau (Carolus, 1970; Huglin et Schneider, 1998; Galet, 1998 ; 2000; 2001).

III.1.6 L'inflorescence et la fleur

III.1.6.1 L'inflorescence

L'inflorescence de la vigne est une inflorescence à deux bras. C'est une « grappe composée » qui porte des ramifications plus ou moins nombreuses et plus ou moins longues. La forme générale de l'inflorescence varie avec l'espèce et le cépage. Le nombre d'inflorescences portées par un rameau est très variable (Huglin et Schneider, 1998; Galet, 2000).

III.1.6.2 Les fleurs

La majorité des espèces cultivées, possèdent des fleurs hermaphrodites ; les espèces américaines et certaines espèces asiatiques sont dioïques. Les fleurs sont très petites variant de 2 à 7 mm.

Le nombre de fleurs par inflorescence varie de 100 à 1000 et constitue une caractéristique variétale. Il varie également en fonction de la position de l'inflorescence sur le rameau. Le Pinot blanc possède en moyenne 200 fleurs par inflorescence mais une étude réalisée en 1960 à l'INRA de Colmar montre que certaines inflorescences peuvent compter jusqu'à 750 fleurs. (Huglin et Schneider, 1998; Galet, 2000).

III.1.7 Les grappes et les baies

III.1.7.1 Les grappes

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. Les grappes peuvent varier de 6 à 24 cm de longueur, et de 100 g à 500 g pour la plupart des cépages. Chez certains cépages (Muscat d'Alexandrie, Aramon, Carignan), les grappes peuvent peser jusqu'à 1 kg (Huglin et Schneider, 1998; Galet, 2000).

III.1.7.2 Les baies

Les baies résultent du développement des tissus de l'ovaire, après la fécondation. La forme et les dimensions de la baie sont assez variables. Les baies sont

constituées d'une pellicule entourant la pulpe, de faisceaux vasculaires et de pépins. La couleur de la pellicule varie du vert au noir en passant par le jaune, le rose, le rouge, le bleu et le violet. C'est dans cette pellicule que sont localisées les substances aromatiques. La pulpe est colorée, uniquement chez les cépages dits « teinturiers » (Huglin et Schneider, 1998; Galet, 2000).

III.1.8 La vrille

Les vrilles permettent au rameau de s'agripper à différents supports (arbre, fil...). Elles sont disposées du côté opposé au point d'insertion des feuilles sur le rameau. Une vrille se compose de trois parties : le pédoncule basilaire, la branche majeure et la branche mineure. Les vrilles, d'abord herbacées, deviennent ligneuses à l'automne (Galet, 2000) (fig.9).

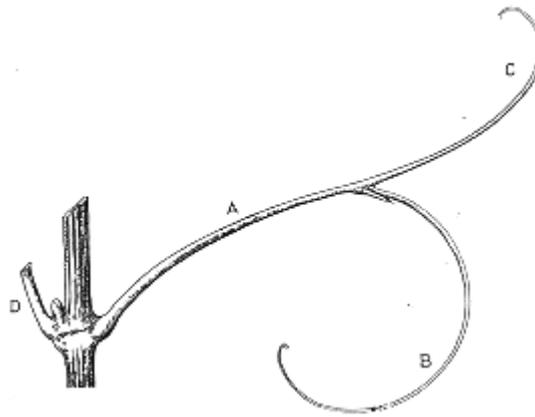


Figure 9: Schéma d'une vrille

- A: pédoncule de la vrille
- B: branche majeure avec bractée à sa base
- C: Branche mineure
- D: pétiole de la feuille (Galet, 2000).

III.1.9 La graine

La graine ou pépin résulte du développement de l'ovule fécondé. Le pépin comprend trois parties : l'embryon qui se développera en plantule, l'albumen qui contient des réserves pour la survie de l'embryon et son développement, et le tégument qui protège l'embryon et son albumen (Huglin et Schneider, 1998; Galet, 2000) (Fig. 10). L'embryon dans une graine mûre (pépin), contient déjà l'amorce d'une première racine, et deux feuilles embryonnaires, les cotylédons (Bugnon et Bessis, 1968). Le nombre de pépins est en général de 4 par baie, il peut y en avoir moins si tous les ovules ne sont pas fécondés. Dans certains cas les raisins n'ont pas du tout de pépins et sont dits apyrènes (apyrènie sultanienne et apyrènie corinthienne) (Huglin et Schneider, 1998; Galet, 2000).

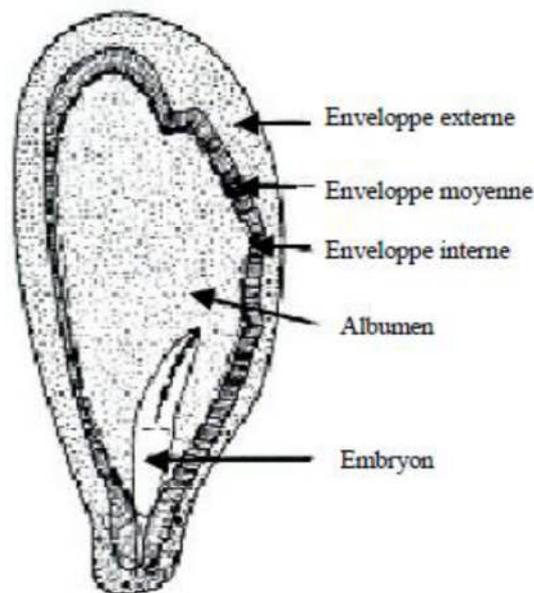


Figure 10: Organisation d'un pépin de raisin (Huglin, 1998).

III.2 Différences morphologiques entre la vigne sauvage et la vigne cultivée

Les vignes cultivées se démarquent des populations sauvages par un ensemble de caractères morphologiques. Les grappes et les baies sont généralement plus grosses. Les feuilles possèdent un sinus petiolaire fermé (Bouby et Marinval, 2001) (tab.1).

La forme et la taille des pépins seraient parmi les meilleurs critères distinctifs entre *V. silvestris* et *V. vinifera*. On peut globalement considérer que les pépins de vigne sauvage sont de petite taille, de forme globulaire à cordiforme, et, caractère important, dotés d'un bec court. Par opposition, les pépins de cépages, plus spécifiquement pour les variétés les plus évoluées, sont grands, ovoïdes à piriformes, et disposent d'un bec long (Levadoux, 1956).

Selon Levadoux (1956), on peut observer, au travers de ces critères morphologiques, différents degrés d'évolution à l'intérieur du corpus cultivé. Les cépages dits archaïques montrent des traits proches de la vigne sauvage. Ils se distinguent notamment par des pépins dont la taille et la forme s'approchent des pépins typiques de *V. silvestris*, par la production de petites grappes, de petites baies sphériques, ainsi que par une faculté germinative des pépins élevée. Les cultivars très évolués, au contraire, présentent souvent de gros pépins, une moindre robustesse, une production plus importante de grappes volumineuses, dont les baies sont plus grosses et de formes variables.

Les populations de *V. silvestris* sont constituées d'individus fonctionnellement mâles et d'individus fonctionnellement femelles. Chez les pieds femelles, les étamines ne sont pas correctement développées et le pollen est stérile. En revanche, chez les pieds mâles, c'est l'ovaire qui peut connaître différents stades d'atrophie, perdant ainsi sa fonctionnalité. La reproduction sexuée, qui joue un rôle de premier plan, dépend donc de la fécondation croisée par interpollinisation. Il faut noter que selon plusieurs auteurs il existe, à l'état naturel parmi les populations de vignes sauvages, une faible proportion d'individus hermaphrodites qui, par exemple en Italie, représenterait approximativement 3 % (Anzani et al, 1990).

Tableau 1 : Différences morphologiques entre la vigne sauvage (lambrusque) et la vigne cultivée.

Organes et Caractères	Lambrusques	Variétés cultivées
Sexe		
Fleurs - Sexe	Plantes dioïques (sexes séparés)	Plantes hermaphrodites, rarement femelles
Phénologie		
Période de végétation	Plus brève	Longue
Photopériodisme	à jour long	à jour moyen ou bref
Grappe et baie		
Grappe	Petites, lâches	Moyenne à très grande
Coulure	Importante	généralement réduite
Couleur de la baie	Noire (rarement blanche)	Noire, rosée, grise, rouge, blanche
Dimension et forme de la baie	Baie petite, arrondie	Grande, très variable
Saveur de la baie	Simple, acide	Simple ou parfois muscatée, sucrée
Forme du pépin	Allongée	Arrondie
Dimension et forme du pépin	Petite, arrondie	Grande, allongée (pyriforme)
Rameau et feuille		
Rameau	Fin avec long entre-nœuds, importante ramification secondaire et gourmands	Epais, variable, ramification secondaire réduite
Comportement du rameau	Grimpant (liane)	Plus érigé, variable
Feuille adulte	1 ou 3 lobes	de 1 à 9 lobes, très variable
Sinus pétiolaire	Ouvert	Peu ouvert à chevauchant
Nombre de dents de la feuille	Limité	Variable, souvent grand
Adaptation au milieu		
Tolérance au stress hydrique	Inférieure	Variable
Résistance au froid	Elevée	Variable
Tolérance aux maladies	Plus élevée	Faible

(D'après Levadoux 1956, Fregoni 1989, Olmo 1996 et This 2006, modifié).

Origine et domestication des lambrusques

IV. Origine et domestication des lambrusques

IV.1. Origine des Lambrusques

Les représentants de *Vitis vinifera subsp. Silvestris* ont été soumis à l'altération progressive des milieux naturels résultant de l'activité humaine : déforestation, incendies, aménagement des cours d'eau, urbanisme, etc. De plus, des accidents climatiques (gelées exceptionnelles d'hiver) et les crises parasitaires qui ont touché les vignobles depuis la fin du XIX^{ème} siècle (phylloxéra, oïdium, mildiou, etc.) ont contribué à la très forte érosion génétique du taxon (Lacombe et al 2003).

Aujourd'hui cette sous-espèce ne représente que quelques populations de très faibles effectifs, menacées. La régression constante des effectifs des populations et la fragmentation de son habitat amena l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (U.I.C.N) à inscrire en 1980 la vigne sauvage sur la liste des espèces menacées (Picq, 2012).

Le matériel que l'on retrouve à l'état sauvage actuellement peut avoir plusieurs origines, les hybridations entre les deux sous-espèces sont en effet possibles. Plusieurs types de lambrusques on était définis en fonction de leur origine (Levadoux, 1956) (fig.11).

IV.1.1 Les lambrusques spontanées autochtones

Ce sont des individus génétiquement sauvages, n'ayant jamais connu la culture. Elles représentent la forme ancestrale de la vigne cultivée et correspondent aux *silvestris var. typica* définies par Negrul (1946).

IV.1.2 Les lambrusques spontanées métisses

Elles sont issues de croisements plus ou moins complexes et anciens entre des représentants des compartiments sauvages et cultivés de *V. vinifera*.

IV.1.3 Les lambrusques post-culturelles, les lambrusques subspontanées et les lambrusques spontanées coloniales

Ils Correspondent à des individus échappés de culture (par voie végétative et/ou par semis) et font donc génétiquement partie du compartiment cultivé de *V. vinifera*, voire d'autres espèces américaines rentrant dans la composition de porte-greffes (Arrigo et Arnold 2007).

Si on considère seulement les lambrusques autochtones (les véritables représentants de *silvestris*) qui sont parvenues jusqu'à nous, la diversité phénotypique des populations est faible par rapport aux vignes domestiques (Levadoux 1956).

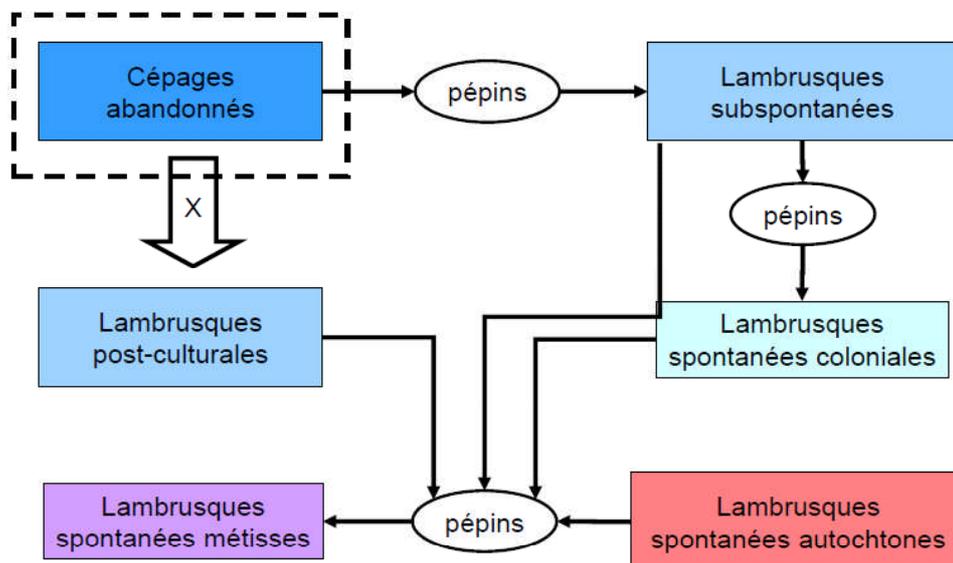


Figure 11 : Classification des différents types de lambrusques (D'après Levadoux 1956)

IV.2 Domestication

Bien avant sa domestication, la vigne sauvage était exploitée par l'homme pour la consommation directe des baies de raisin (Mc Govern, 2003).

Au niveau chronologique, la vigne ferait partie des « quatre premiers fruits » domestiqués, avec le figuier, l'olivier et le palmier dattier (Zohary, 1996). Des données archéologiques attestent de la consommation de raisins sauvages par les hommes du Paléolithique inférieur (Marinval, 2008). L'utilisation des raisins issus de la cueillette pour élaborer du vin pourrait avoir précédé la mise en culture de la vigne (Levadoux, 1956; Marinval, 1997) ; celle-ci aurait vraisemblablement devancé de peu sa domestication proprement dite (Marinval, 2008). Les données archéologiques (pépins) indiqueraient que les premières cultures de vigne ont eu lieu au Néolithique, entre 4000 et 3000 ans av. J.-C. (Bouquet, 1982) voire dès 6000 av. J.-C. si on se réfère aux premières traces de vinification ou à certaines données palynologiques (McGovern et al., 1996).

IV.2.3 Critères de sélection et d'amélioration

La vigne sauvage, comme d'autres végétaux tels le saule ou le peuplier, porte des fleurs mâles ou femelles que l'on trouve très rarement réunies sur la même plante. Pour peu qu'une plante mâle soit assez proche pour fournir le pollen, les plantes femelles donnent des fruits alors que les mâles restent improductifs. Les hermaphrodites, une toute petite minorité donnent deux fois moins de fruits que les plantes femelles (Johnson, 1990). Les premiers hommes à cultiver la vigne ont naturellement choisi les plantes femelles et détruit les plantes mâles bien que sans celles-ci, les femelles seraient, elles aussi, improductives. L'expérience leurs aura donc appris à sélectionner uniquement les hermaphrodites et donc à développer ce caractère génétique qui, en fin de compte, différencie la vigne cultivée (*sativa*) de la vigne sauvage (*silvestris*) (Johnson, 1990)(Fig. 12).

D'autres caractères comme la vigueur, la tolérance, la taille ou la couleur des baies, ont été au fil des générations sélectionnés par l'homme. Les meilleurs cépages sélectionnés ont été par la suite maintenus et conservés par reproduction végétative.

La domestication et l'amélioration de la vigne ont été intimement liées à la production de vin (Bouquet, 1982). L'évolution du taux de sucre entre les deux sous-espèces est ainsi liée à la sélection de bonnes aptitudes à la vinification (Olmo, 1996).

L'augmentation de la taille globale du fruit n'a pas reposé que sur celle des baies unitaires, l'architecture de la rafle et le nombre de fleurs par inflorescence ont aussi été largement modifiés (Fig. 13). La couleur de la pellicule des baies est systématiquement bleu-noir (dite noire) chez les *silvestris* alors qu'elle est diversifiée chez les *sativa* qui présentent une forte proportion de baies jaune-vertes (dites blanches), roses, rouges, rouge-violacées ou grises (Boursiquot et al., 1995).

Peu nombreuses sont les lianes pérennes à avoir été domestiquées et bien que la vigne reste lianescente à l'état cultivé, son appareil végétatif a été modifié par la domestication dans le sens d'une diminution de la ramification secondaire et d'une concentration de la vigueur des rameaux primaires sur un nombre réduit de bourgeons francs (Lacombe, 2012). La position et le nombre d'inflorescences se sont également concentrés sur la partie basale du rameau principal de l'année. Le port des rameaux de tous les *silvestris* est retombant alors que les *sativa* montrent une gamme bien plus étendue allant jusqu'à des ports nettement érigés. Les vrilles de certains cépages ont

perdu en efficacité de préhension des supports. L'immense polymorphisme foliaire existant chez *sativa* par rapport aux *silvestris* semble d'origine neutre puisque aucun avantage sélectif viticole ne peut être dégagé (Hardie et Martin, 2000).

Les *sativa* présentent une capacité d'adaptation à une large gamme de sols, notamment secs et pauvres, alors que les *silvestris* sont généralement inféodés à des sols plus riches en matière organique, frais et humides.

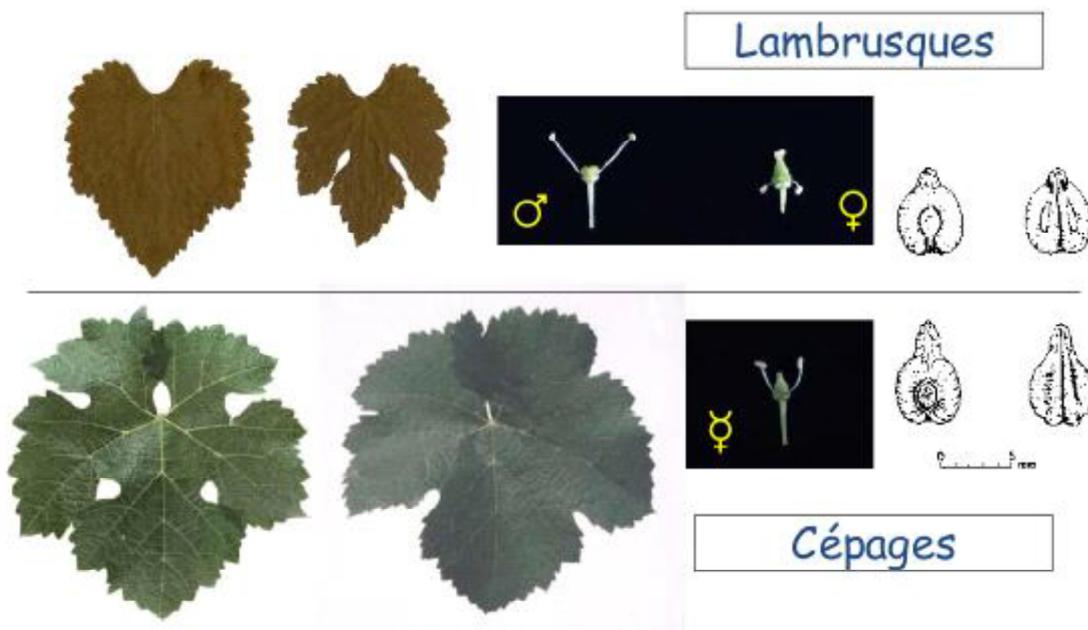


Figure 12: Différences morphologiques de la feuille, de la fleur et du pépin entre la vigne domestiquée, *Vitis vinifera subsp. vinifera* et la vigne sauvage, *Vitis vinifera subsp. Silvestris* (Yobrégat et al, 2013).



Figure 13 : Différence entre une grappe de vigne cultivée et une vigne sauvage (Yobrégat et *al*, 2013).

IV.2.4 Modalités de domestication et d'amélioration

Le processus de domestication et d'amélioration de la vigne a été schématisé en cinq phases (Bouquet 1982), dont la durée et l'intensité ne sont pas connues (fig.14).

Phase 1 : mise en culture de plantes sauvages par prélèvement d'individus en milieu naturel.

Phase 2 : multiplication dans les premières parcelles avec un rôle important des semis.

Phase 3 : sélection d'individus hermaphrodites à partir de mutations de pieds mâles.

Phase 4 : propagation du gène de l'hermaphrodisme selon un processus complexe et vraisemblablement non-linéaire, par semis, avec introgression depuis les pools sauvages locaux au cours de l'avancée géographique de la viticulture.

Phase 5 (toujours actuelle) : amélioration des variétés par croisements et sélection de mutants suivie d'une pérennisation des structures génétiques les plus

performantes et les plus hétérozygotes par un recours accru à la multiplication végétative.

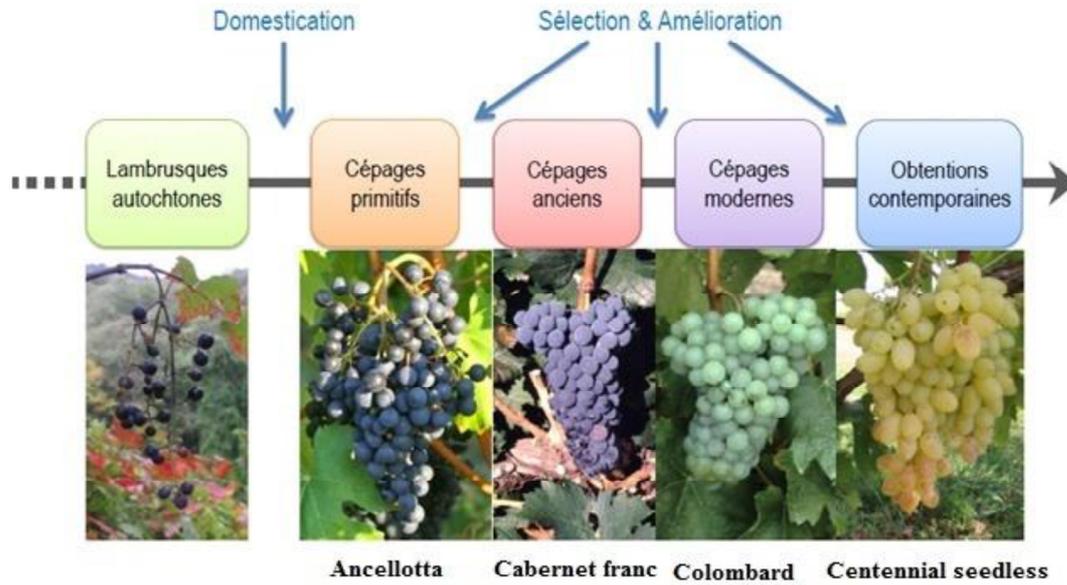


Figure 14 : Cépages actuels : fruits et témoins d’une longue histoire (Yobrégat et *al*, 2013).

Notion de variétés, cépages, clones, cultivars

V. Notion de variétés, cépages, clones, cultivars

Les variétés de Vigne sont désignées par le nom de cépage selon les viticulteurs. Jusqu'à ces dernières années, le cépage était considéré comme un cultivar, autrement dit une variété cultivée constituée d'un ensemble d'individus ayant en commun des caractères morphologiques et technologiques assez proches. Actuellement le terme cultivar désigne l'ensemble des individus issus par voie végétative d'un plant de semis, c'est-à-dire d'un clone provenant d'un pépin. Les variétés provenant de croisements sont aussi considérées comme des cultivars (Reynier, 2007). A l'intérieur de la population de vignes d'un cépage, certains individus peuvent présenter des aptitudes de production plus intéressantes. Ils peuvent alors être multipliés séparément de façon végétative afin de créer une population homogène, les clones (Reynier, 2007).

V.1 Origine des cépages

L'ensemble des cépages traditionnels, constituant la sous-espèce *Vitis vinifera subsp. vinifera*, a été domestiqué à partir de la vigne sauvage (Levadoux 1956 ; Zohary et Hopf, 2000 ; This et al., 2006).

Les premiers cultivars proviennent de la sélection faite dans la population des lambrusques. A partir de ce berceau initial et grâce à la migration des hommes la culture de la vigne s'est étendue sur de nombreux territoires où les colons ont implanté les cépages de leurs pays d'origine. Ces cépages installés dans les nouvelles contrées se sont plus ou moins adaptés, ils ont continués à évoluer au cours des millénaires suivants, ils se sont croisés avec des lambrusques indigènes. Une fois sédentarisés, les hommes ont testé les vignes indigènes et sélectionnés les pieds qui convenaient le mieux à la satisfaction de leurs besoins. C'est ainsi que les milliers de cépages identifiés actuellement résultent de la sélection faite par l'homme dans les populations de vigne rencontrées au cours des siècles (Reynier, 2014).

Selon El-Heitet al.(2012), la variabilité de *Vitis vinifera subsp. vinifera* en Algérie pourrait être d'origine hétérogène. Elle a pu être le résultat d'une domestication directe d'individus hermaphrodites ou femelles dans les lambrusques de la flore spontanée locale et par le produit des différents croisements entre les variétés domestiquées. Cette diversité pourrait provenir aussi des introductions depuis

l'antiquité jusqu'au 19ème siècle à partir des pays du bassin méditerranéen. Ces introductions pourraient également avoir été croisées accidentellement avec les variétés locales.

V.2 Diversité des cépages

La diversité de la vigne cultivée est très importante que ce soit au niveau des cépages ou des clones. Cependant, la variation entre les cépages (inter-variétale) est beaucoup plus importante que la variation entre clones (intra-variétale) tant sur les caractères agromorphiques que sur la diversité moléculaire (Boursiquot et al., 2007). L'Algérie possède une richesse suffisamment importante de variétés de *Vitis vinifera ssp vinifera* non exploitées exclu de toute valorisation. Elle reste tout de même rares représentée par quelques individus et menacée de disparition en Algérie (El-Heit, 2012).

La création de diversité par sélection artificielle au niveau des caractéristiques du fruit est particulièrement manifeste (Negrul 1946). Elle est en rapport avec la diversification de l'utilisation principale des fruits qui est à la base de la classification usuelle des cépages (Branas 1974). On distingue ainsi deux morphotypes majeurs, les cépages de cuve et les cépages de table (tableau 2).

V.2.1 Les cépages de cuve

Les fruits servent principalement à faire du vin mais aussi des jus. Elles présentent généralement des grappes compactes, de taille petite à moyenne, avec des baies petites à moyennes, sphéroïdes, juteuses, avec une pellicule épaisse et un taux de sucre important. La villosité des feuilles est souvent marquée (fig.15).

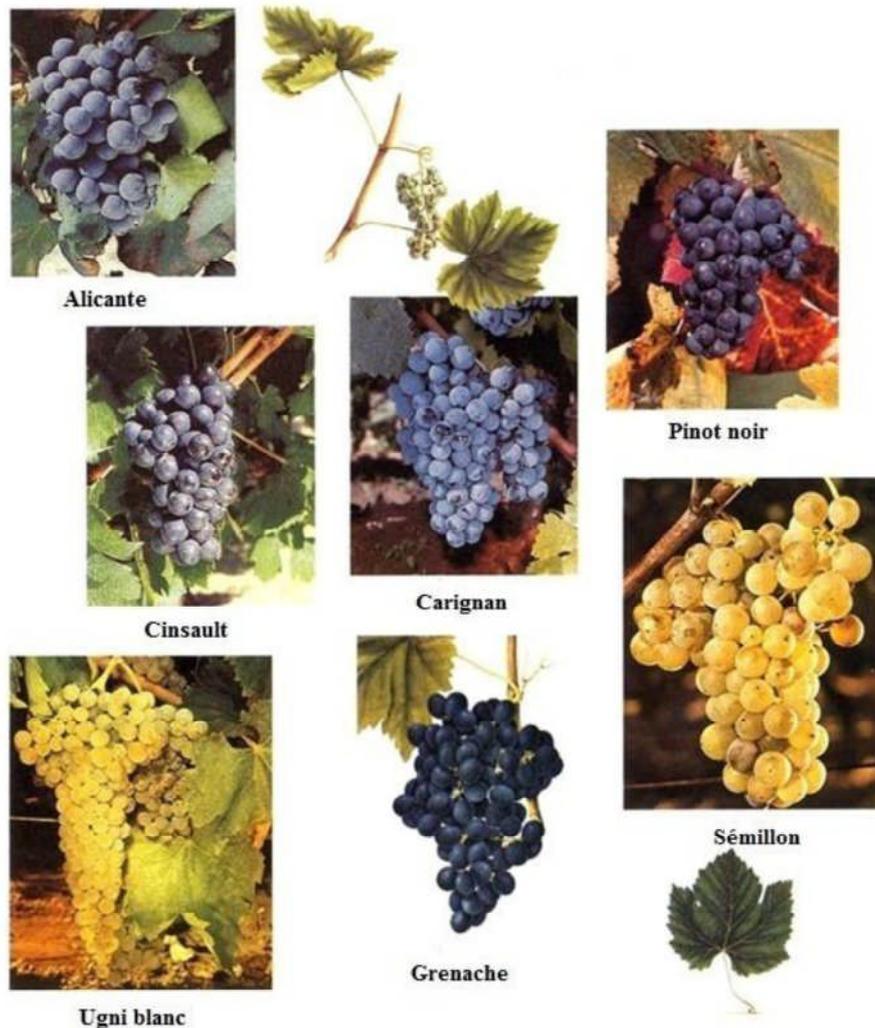


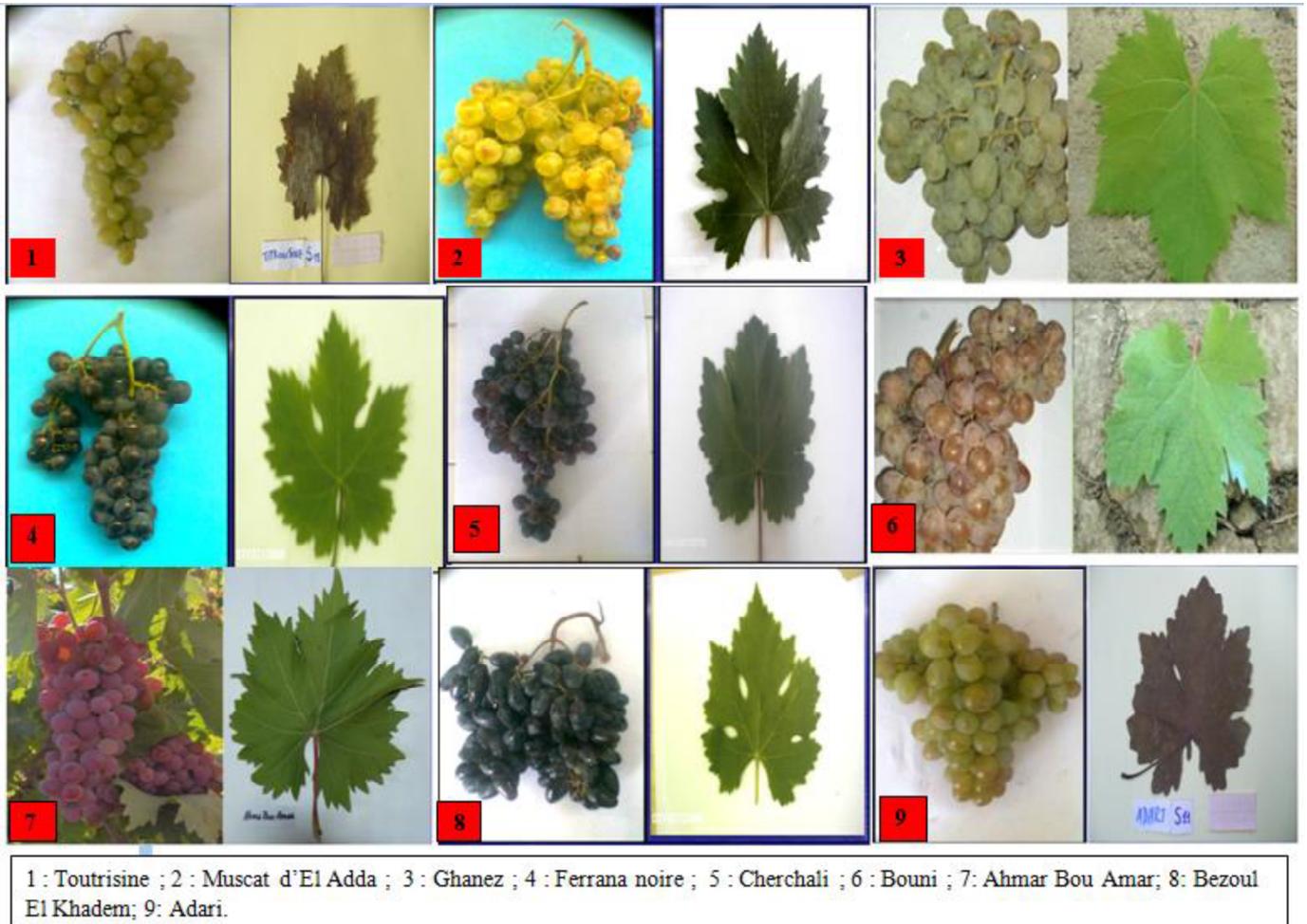
Figure 15 : Quelques cépages de cuve cultivés en Algérie avant 1962 (Birebent, 2004)

V.2.2 Les cépages de table

On consomme les fruits frais ou séchés. Leurs grappes sont généralement de plus grandes dimensions, lâches avec des baies plus grosses, ellipsoïdes, de couleurs plus variées, avec pellicule fine, une pulpe de consistance ferme et un équilibre sucre/acide plus agréable à la dégustation. Les feuilles sont généralement glabres.

De nombreuses variétés dites « à double fin » sont intermédiaires aussi bien au niveau phénotypique que pour les utilisations multiples qui en ont été faites selon les époques ou les régions. Au sein des variétés de cuve et de table, des catégories d'utilisation plus spécialisées sont parfois définies en relation avec les produits commerciaux (vins de table, de garde, effervescents, etc. ; raisins secs, conserverie,

etc.). Parmi les cépages de cuve, la composition biochimique des raisins a été très étudiée (arômes, polyphénols, etc.) et montre une importante diversité variétale



exploitée par les œnologues pour produire une gamme diversifiée de vins (fig.16).

Figure 16 : Quelques cépages de table autochtones en Algérie (KHELIFI et BOUZIDI 2011)

V.3 Régression de la diversité des cépages

La vigne cultivée compte actuellement de 6000 (Galet, 2000) à 10 000 cépages à travers le monde. Cependant 20 cépages représentent à eux seuls plus du tiers (37%) des vignobles mondiaux (Boursiquot et al. 2007). La majorité de la diversité des cépages se retrouve donc cantonnée à des petites parcelles ou dans les conservatoires.

Durant le XIX^{ème} siècle, plusieurs événements tels que les introductions de maladies comme l'oïdium, le mildiou et phylloxéra ont conduit à la réduction de la

diversité de l'encépagement. Ces crises ont entraîné une perte importante de la diversité génétique, puisque seuls les cépages les plus importants économiquement ont été replantés. Les anciens cépages ne sont aujourd'hui présents que dans les collections.

Pour préserver la diversité des cépages et conserver les ressources génétiques de cette espèce, des collections ont été mises en place (Bouquet et Boursiquot, 1999). La plus importante dans le monde se situe au Domaine de Vassal (INRA). Elle a été créée en 1876 à l'Ecole d'Agronomie de Montpellier puis déplacée sur le Domaine de Vassal en 1949 (Lacombe, 2009). En effet cette collection renferme actuellement 5311 introductions de *Vitis vinifera* L., soit 2236 cépages identifiés représentés par 4221 introductions provenant de 35 pays différents et 1090 introductions en cours d'étude et d'identification, 1307 introductions d'Hybrides Producteurs Directs représentant 909 variétés, 461 introductions de porte-greffe représentant 278 variétés, 153 introductions représentant 25 espèces du genre *Vitis* et 8 autres genres des Vitacées (Boursiquot et al., 1995). Les cépages sont plantés sur une lagune sableuse les préservant des attaques du phylloxéra et des contaminations par le virus du court-noué, du fait de l'absence du nématode vecteur. La conservation de ces cépages est essentielle, pour des raisons patrimoniales mais également pour la création de nouvelles variétés.

V.4 Diversité des clones

La définition précise des clones est récente : «Un clone est la descendance végétative conforme à une souche choisie pour son identité indiscutable, ses caractères phénotypiques et son état sanitaire » (OIV, 1996). On définit ainsi les clones comme des individus issus de multiplication végétative à partir d'un individu unique au départ.

A l'instar d'autres plantes d'intérêt agronomique comme le citron ou le café, la diversité clonale chez la vigne est très importante (McKey et al., 2009).

Bien que conservant les caractéristiques variétales générales, les clones peuvent se distinguer les uns des autres par des caractères ampélographiques spécifiques. Certains se différencient par la découpe de leurs feuilles, la villosité, la pigmentation ou le port des rameaux, etc. (Pelsy, 2009). Les différences entre les clones peuvent porter sur des caractères quantitatifs comme par exemple la vigueur, la

taille des baies, la teneur en sucre ou encore des variations d'arômes. D'autres clones possèdent des différences phénotypiques sur un caractère majeur comme par exemple des différences dans la couleur des baies (Boursiquot et al., 2007), et sont alors considérés comme des variétés (tab.2).

Tableau 2: Exemples de quelques variétés et leurs clones

Groupe Variétal	clones	Phénotype
Cabernet Sauvignon	Cabernet Sauvignon	Baies à peau noire
	Malian	Baies à peau bronzée
	Shalidan	Baies à peau blanche
Chardonnay	Chardonnay blanc	Baies à peau blanche/ arôme neutre
	Chardonnay muscaté	Baies à peau rose/ aromatique
	Chardonnay rose	Baies à peau rose/ arôme neutre
Italia	Italia	Baies à peau verte
	Ruby Okuyama	Baies desquamées roses claires
	Rubi	Baies desquamées roses claires
	Benitaka	Baies à peau rose
	Brasil	Baies à peau noire et chaire rouges
Muscat d'Alexandria	Muscat d'Alexandria	Baies à peau blanche
	Flame Muscat	Baies à peau rouge
Pinot	Pinot noir	baies cirées noires/ Feuilles glabres
	Pinot moure	Baies non cirées.
	Pinot meunier	Feuilles poilues
	Pinot gris	Baies desquamées, rouges grises
	Pinot blanc	Baies à peau blanche
Savagnins	Savagnins blanc	Baies à peau blanche/ arôme neutre
	Savagnins rose	Baies à peau rose/ arôme neutre
	Gewurztraminer	Baies à peau rose/ aromatique
Ugni blanc	Ugni blanc	Baies charnues

	Fleshless mutant	Baies décharnées
--	------------------	------------------

D'après Pelsy (2009) (modifié).

Méthodes de caractérisation

VI. Méthodes de caractérisation

Selon Reynier (2011), La reconnaissance intuitive des cépages cultivés dans un vignoble est un exercice indispensable pour le viticulteur et le technicien de terrain. Cette reconnaissance est du domaine de l'ampélographie pratique mais cet exercice n'est possible que pour un nombre restreint de cultivars. Pour aller plus loin dans la reconnaissance des cépages et surtout dans la reconnaissance des liens de parentés unissant des individus non identifiés, les chercheurs et les techniciens ont utilisé des méthodes descriptives beaucoup plus précises. C'est ainsi que prit naissance l'ampélogométrie. Mais les difficultés rencontrées par ces méthodes, notamment pour l'identification des bois et plants de vigne et de différents clones d'un même cépage, ont amené les chercheurs à mettre au point de nouvelles méthodes d'identification utilisant des marqueurs génétiques.

VI.1 Méthodes d'ampélographie pratique

L'ampélographie pratique a pour objet la reconnaissance des cépages et des portes greffes les plus courants. Devant un pied de vigne, l'exercice de reconnaissance consiste à détecter les traits caricaturaux d'un individu et à les rapprocher des caractères identifiants un cépage ou un porte greffe. Cela suppose l'apprentissage d'un langage relatif à la description des caractères, à la mise en œuvre d'une méthode et à l'utilisation de référence ampélographique. L'apprentissage de la reconnaissance peut se faire qu'en présence d'une collection qui sert de référence, où les cépages à connaître, rassemblés et regroupés selon leurs origines géographique ou leur appartenance des familles de cépage, peuvent être comparés.

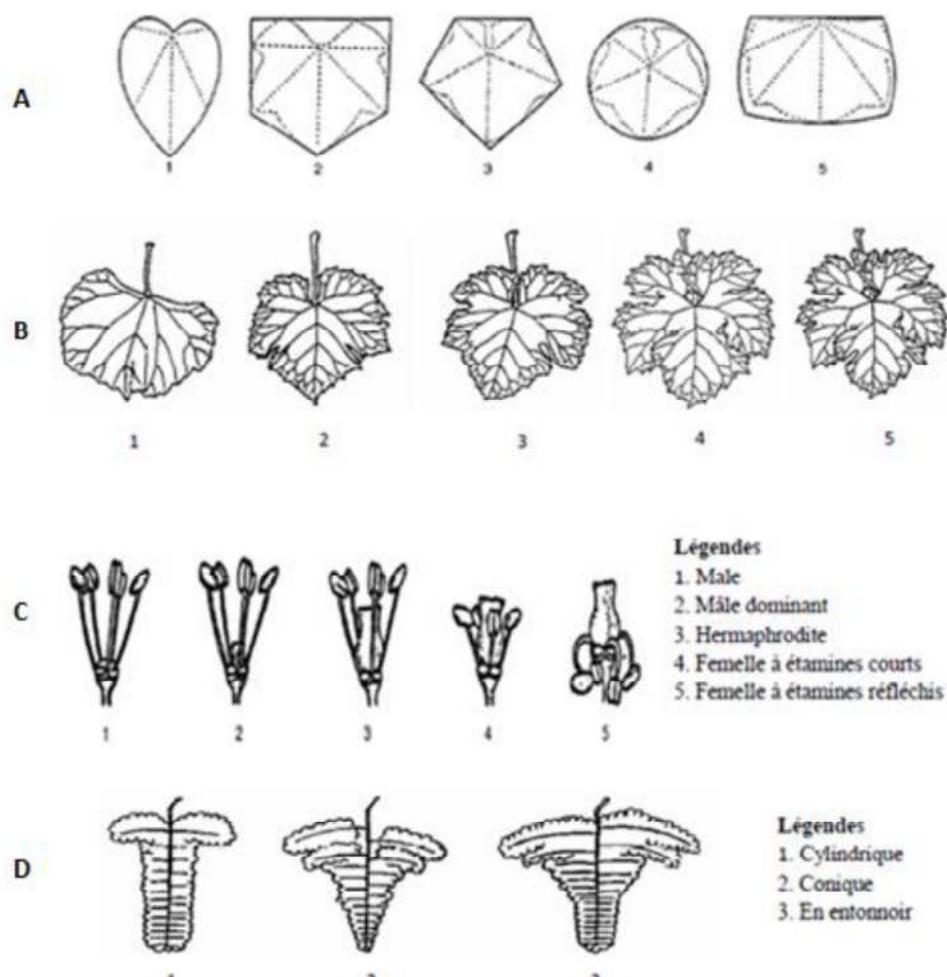
Les cépages sont décrits à partir des caractères visuels quantitatifs comme la forme, la couleur, la villosité des différents organes. L'observation s'attarde beaucoup plus sur les caractères des feuilles, leur forme, leur contour, leur aspect et leurs découpures (sinus). Des observations sur les bourgeonnements, les rameaux, les sarments, les baies et les grappes complètent cette caractérisation. Dans le même temps, les relations entre les cépages (origine, évolution, filiation) et leurs aptitudes sont étudiées.

VI.2 Méthodes scientifique

VI.2.1 Méthodes descriptives utilisant des marqueurs phénotypiques

Le marqueur peut être défini comme le trait caractéristique servant à décrire ou à identifier une chose (couleur, dimensions, forme...) ou un être vivant (taille, âge, sexe,

couleur...). Pour chaque marqueur il existe des possibilités de variation comme c'est le cas pour les couleurs, les formes, les tailles, etc. Les méthodes utilisées depuis le XIXe siècle sont essentiellement descriptives, en utilisant des caractères morphologiques. Les cépages sont décrits minutieusement en collection, les caractères visuels qualitatifs comme la forme, la couleur, la villosité sont codifiés et des mesures précises sont faites sur les feuilles (longueur et angle des nervures, longueur et largeur des feuilles), sur les baies et les grappes. Ces descriptions servent de référence et on été rassemblées dans des ouvrages d'ampélographie (fig.17).



A : Les différentes formes de la feuille.

B : Classification des feuilles adultes.

C : Différentes formes de sexualité de la fleur de la vigne.

D : Forme de la grappe.

Figure 17: Quelques caractères ampélographiques de la vigne(OIV 2009).

IV.2.2 Méthodes analytiques utilisant des marqueurs biologiques

Pour disposer de méthodes plus performantes et plus fiables, les chercheurs s'orientent vers des techniques d'investigations beaucoup plus généralisables, comme l'analyse isoenzymatique et les technique d'analyse de l'ADN qui commence à apporter une aide à l'ampélographie tant au niveau de la caractérisation qu'au niveau des relations entre génotype.

En cartographie génétique, le marqueur est une séquence d'ADN particulière utilisé pour baliser les chromosomes. Les marqueurs ADN sont plus fiables que les marqueurs phénotypiques car leur variabilité ne peut être que d'origine génomique. Parmi les nombreux marqueurs ADN possibles, les chercheurs utilisent actuellement des marqueurs microsatellites, encore appelé répétitions de séquences simple (SSR), qui sont des suites de séquences de di, tri, ou oligonucléotides répétés respectivement en tandem, comme (GA) n , (AAG) n , ou (GATA), dans lesquelles A, G, T, C sont les 4 nucléotides composant l'ADN disposés dans une structures en double hélices, et les valeurs de n des multiples, variable de quelques unités à plusieurs dizaines (fig.17).

D'important travaux d'études du génome son en cours dans divers pays viticoles pour élucider la diversité génétique à l'intérieur de l'espèce *V. vinifera* mais aussi des portes greffes et des vignes sauvages. Ces marqueurs microsatellites sont hautement spécifiques de l'espèce ou le cépage sur le ou laquelle ils ont été identifiés, il constitue un outil de choix pour l'identification variétale. Ils servent, par ailleurs, à l'étude des relations génétiques entre les différentes populations sauvages et de l'analyse des relations entre les vignes sauvages et les vignes cultivées. Ils permettent aussi de préciser les liens de parenté entre cépages ou entre clones d'un même cépage. Certain travaux tendent à montrer que l'origine de nombreux cépages de l'Europe occidentale réside plus dans la domestication de vigne sauvages indigènes que de l'importation des vignes étrangères.

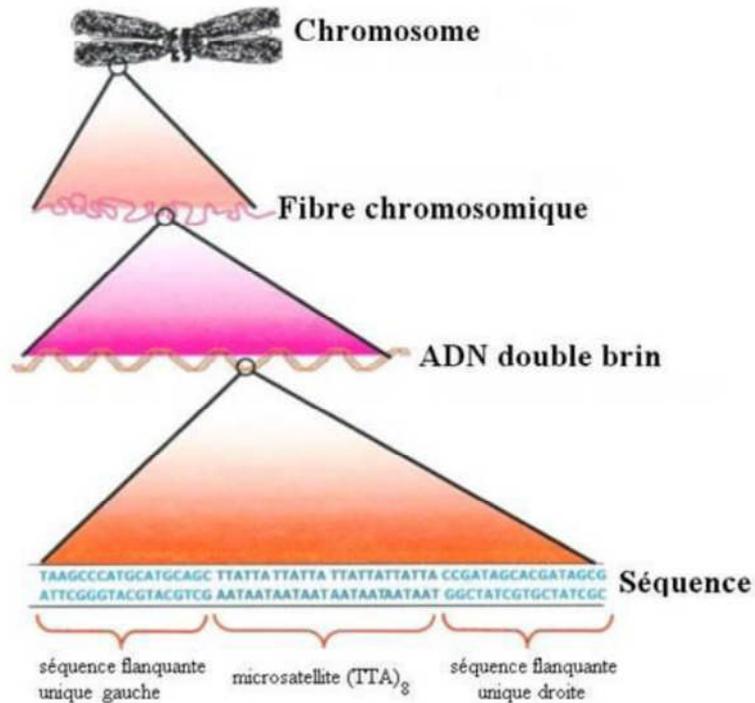


Figure 18 : Détail d'un microsatellite.

VI.3 Caractérisation morphométrique des pépins

VI.3.1 Généralités sur la morphométrie

VI.3.1.1 Historique

Depuis l'Antiquité, la description des formes biologiques est l'un des principaux piliers de la biologie comparative qui vise à identifier et comprendre l'organisation des êtres vivants. Au milieu du XIX^{ème} siècle, Darwin a révolutionné ce domaine avec la théorie de l'évolution « les similitudes entre les groupes d'organismes, ou taxons, s'expliquent par l'histoire de ces organismes qui ont évolué à partir d'ancêtres communs ». Alors que ses prédécesseurs se focalisaient sur la description et l'identification de « l'essence » des espèces pour en caractériser les « types », Charles Darwin a démontré l'importance de la variation. Ces légères différences entre individus que l'on trouve au sein des espèces sont en effet à la base de l'évolution grâce à la sélection naturelle.

A cette époque, la morphologie des organismes était décrite et comparée par un vocabulaire sélectionné, mais dont les termes étaient parfois peu précis. Au début du XX^{ème} siècle, l'étude des formes biologiques est devenue plus quantitative. En mesurant les structures étudiées, les biologistes ont réduit la subjectivité des interprétations taxonomiques. L'apparition des analyses statistiques telles que les régressions (Pearson, 1896) et les analyses

de variances (Fisher, 1935) ont permis de développer cet aspect quantitatif de la biologie comparative au point d'en faire une discipline à part entière : la morphométrie (Perrard, 2012).

VI.3.1.2 Morphométrie traditionnelle et morphométrie géométrique

La morphométrie repose sur l'analyse des variations de formes et de leur covariation avec d'autres variables (Bookstein, 1991). On distingue aujourd'hui la morphométrie dite traditionnelle, qui se base sur des mesures de distances entre points plus ou moins homologues sur des organismes ou leurs parties, de la morphométrie géométrique, qui considère la forme de façon indépendante de la taille en tant que conformation géométrique. La forme est donc l'aspect physique d'un objet dans l'espace. Le terme de « morphométrie » vient du grec ancien où « morphê » signifie la forme, et « metron », la mesure (Perrard, 2012).

VI.3.1.3 Inconvénients et limites de la morphométrie « traditionnelle »

La morphométrie « traditionnelle » se base sur la comparaison de distances linéaires et d'angles entre des points homologues de différents objets. Elle est un outil de biologie comparative, puisqu'elle permet de comparer la forme de différents spécimens. Cette morphométrie « traditionnelle » présente cependant de nombreux inconvénients; ce qui explique qu'elle a ensuite évolué vers la morphométrie dite « géométrique ».

Les inconvénients rencontrés en morphométrie « traditionnelle » sont liés aux mesures des distances linéaires. Tout d'abord, les distances mesurées sont fortement corrélées à la taille des individus, elles nécessitent une correction. L'utilisation de rapports de distances (indices) permet de « gommer » la différence d'échelles entre deux objets, mais entraînera nécessairement des imprécisions importantes. De plus, deux objets de formes complètement différentes, peuvent présenter des distances linéaires ou des indices identiques (hauteur, largeur,...). Du fait de ces inconvénients, les relations géométriques entre les variables ne sont pas conservées, ce qui rend impossible la représentation graphique de la forme de l'objet. La morphométrie « traditionnelle » ne permet donc pas de conserver les informations de forme d'un objet, c'est-à-dire sa configuration. La morphométrie géométrique a été développée afin de pallier ces limites, en conservant et comparant très précisément les configurations de différents objets (Metairie, 2014).

VI.3.2 Application de la morphométrie en science de la vigne

Les pépins sont considérées par les ampélographe comme un outil de caractérisation d'une grande importance pour la distinction entre les espèces composant le genre *Vitis vinifera* (Balmelle et al., 2001). D'après Terral et al. (2010) et Bouby et al. (2010), l'ensemble des cépages traditionnels de la sous espèces *V. vinifera ssp vinifera* a été domestiqué à partir des lambrusques et la forme des pépins donne des informations permettant de distinguer entre la vigne sauvage et la vigne cultivée.

La morphométrie traditionnelle analyse les variations entre organismes vivants et fossiles à partir de mesures de distance entre points. Ce type d'approche a fréquemment été appliqué aux pépins de vigne afin de distinguer vigne sauvage et cultivée. La différence de taille et de forme existant entre les pépins de deux sous-espèces a maintes fois été mise en exergue dans la littérature (Bouby et al 2006). Globalement, les pépins de vignes sauvages sont petits, de forme globulaire à cordiforme et dotés d'un bec court. Les cultivars produisent généralement de grands pépins à long bec, ovoïdes à piriformes (Levadoux, 1956).

Depuis les premiers travaux de Stummer (1911), qui ne prenait en considération que la largeur et la longueur des pépins, la méthode a été enrichie et l'emploi de multiples mesures, indices et autres critères a été proposé (par ex. Kislev, 1988 ; Di vora et Castelletti, 1995). Les travaux les plus récents se fondent essentiellement sur les critères suivant, longueur totale (L), longueur du bec (LS), distance entre le sommet du bec et le sommet de la chalaze (PCH) et largeur (B) (Mangafa et Kosakis, 1986 ; Jacquat et Martinoli, 1999 ; Bouby et Marinval, 2001) (fig.19).

Cependant ces études se focalisent seulement sur quelques stations de vigne sauvage et sur quelques cépages. Leur porté ne serait donc généralisé et demeure de valeur régionale. L'objectif est d'étendre cette base géographique et génétique et de proposer à terme un modèle à l'échelle du bassin méditerranéen (Bouby et al., 2006).

La morphométrie géométrique quant a elle, fait appel à la méthode des transformées elliptiques de Fourier, permettant la description des contours dorsal et latéral des pépins représentés par les coordonnées x, y de 64 points équidistants régulièrement répartis sur les contours dorsal et latéral du pépin (Terral et al., 2010) (fig.19).

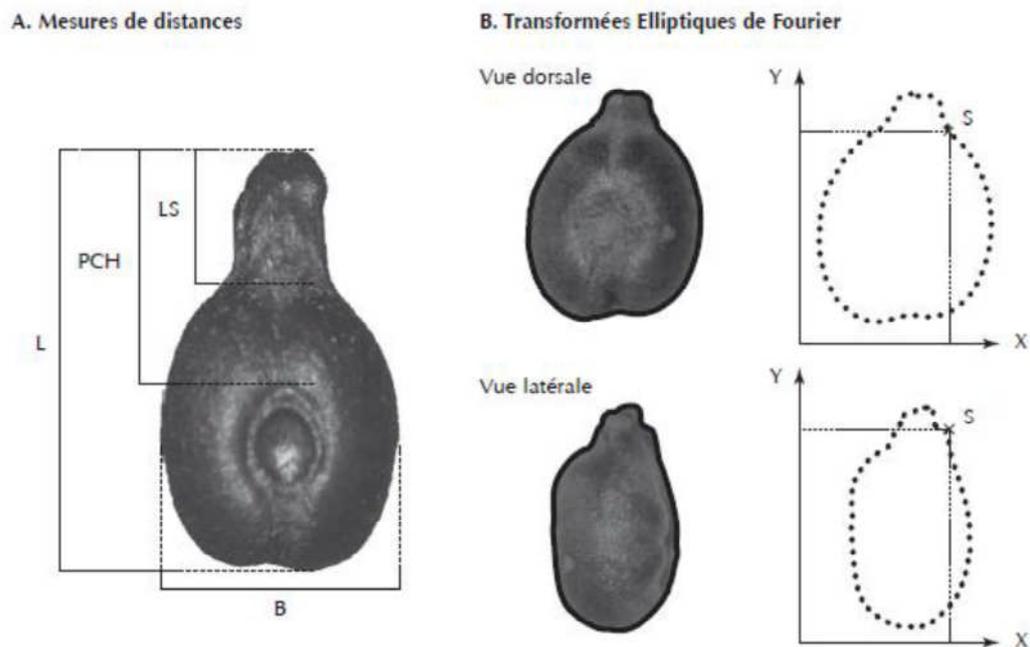


Figure 19 : Mesures effectuées selon les deux méthodes morphométrique: A, mesure de quatre distances en vue dorsale (Mangafa et Kotsakis, 1996) ; B, échantillonnage des coordonnées x, y de 64 points régulièrement répartis sur les contours dorsal et latéral du pépin (Terralet al., 2010).

Présentation de la zone d'étude

VII. Situation géographique

La wilaya de Médéa est située au cœur de l'Atlas Tellien, caractérisée par une altitude élevée et un relief mouvementé enserrant quelques plaines assez fertiles mais de faible extension pour s'estomper ensuite aux confins des hautes plaines steppiques, en une série de collines mollement ondulées.

La Wilaya de Médéa s'étend sur une superficie cadastrale de 8700 Km² regroupant 64 communes et 19 Dairâtes. Elle est limitée par (fig.20) :

Au Nord: La wilaya de Blida,

A l'Ouest : La wilaya de Ain Defla et Tissemsilt,

Au Sud : La wilaya de Djelfa,

A l'Est : Les wilayas de M'sila et Bouira.



Figure 20 : Situation géographique de Médéa (ANONYME, 2015)

La commune de Benchicao culminant à 1014 mètres d'altitude et se situe au sud-est du chef lieu de la wilaya de Médéa à une distance de 22 Km. Elle est limitée au Nord par la commune d'Ouzera, au Sud par la commune de Berrouaghia, à l'Ouest par les communes de Tizi Mehdi et Si Mahdjoub et à l'Est par la commune d'Ouled Brahim.

Elle occupe une superficie totale de 5900 ha dont la surface agricole utile (S.A.U) occupe plus 66 %, avec une population de 9 739 habitants. Ce qui fait de la commune de Benchicao une commune agricole par excellence.

La ferme expérimentale est située à 5 Km au Sud-ouest de Benchicao et à une altitude variant entre 1080 m et 1133 m (fig.21).

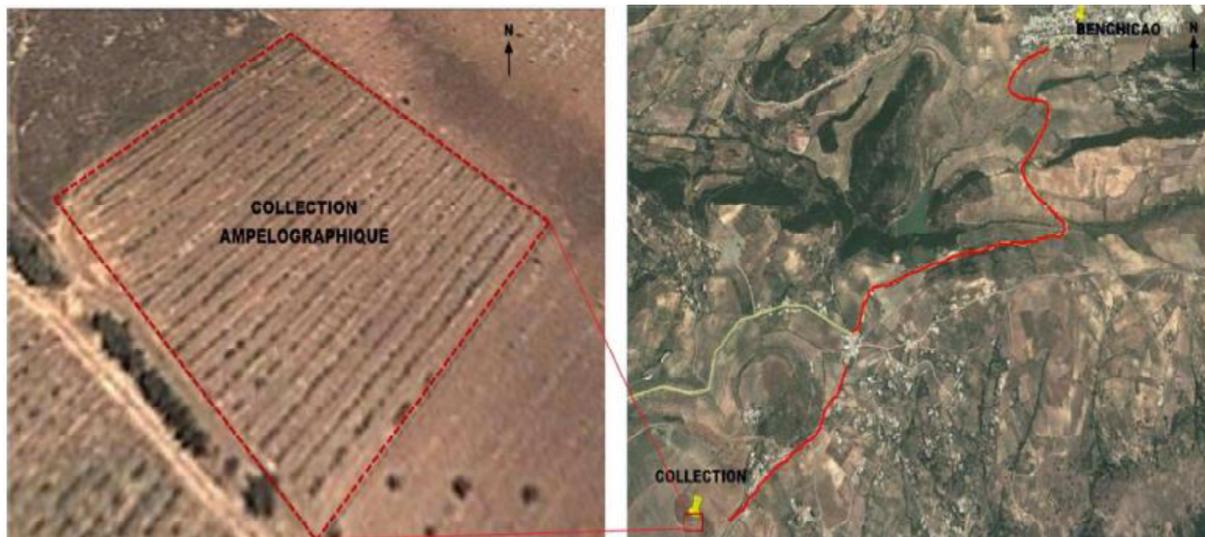


Figure 21 : Photo satellitaire du germoplasme (Hamama, 2012).

Sol de la région d'étude

Le sol par sa structure physique, sa profondeur, sa température, son humidité et sa composition chimique conditionne le comportement de la vigne et son alimentation en eau (régime hydrique) et en éléments minéraux (Seguin, 1970 ; Morlat, 1989 ; Van Leeuwen, 1991 ; Van Leeuwen et al. 1998 ; Spring et Burgos, 2002). Par la même occasion le sol influence aussi la qualité des raisins et des vins (Champagnol, 1984 ; Carbonneau, 1998), ce qui est déterminant pour les caractères phénotypiques de la plante.

Selon Hamama (2012), les analyses du sol effectuées par le laboratoire des sols de l'I.T.A.F.V montrent que la texture physique du sol de la parcelle est de nature sablo-limoneuse, caractérisée par un taux d'argile et de limons variant selon les horizons. Quant au taux du sable, il apparaît plus prédominant. De ce fait le développement du système racinaire en profondeur se trouve favorisé par la perméabilité présente ce qui implique une bonne alimentation en eau et en éléments minéraux (Morlat, 2001).

Climat de la région d'étude

La commune montagneuse de Benchicao se caractérise par un climat sub- humide, de type méditerranéen avec un été chaud et sec et un hiver tempéré et pluvieux.

La pluviométrie moyenne est de l'ordre de 844,3 mm/an pour les périodes allant de 2009-2012, ce qui est favorable aux cultures pérennes en extensive, tel que la culture de la vigne qui est moins exigeante en eau. La vigne, absorbe de 200 à 1600 m³ d'eau par hectare, selon l'expansion du feuillage et la densité de plantation (Galet, 2000), avec des récoltes modérées de raisins, elle demande au tour de 350 mm d'eau bien réparties au cours du cycle végétatif de la plante (Galet, 2000). Cette quantité d'eau peu être plus élevée selon la destination de la production.

Les températures moyennes sont généralement supérieures à 18°C pendant la période végétative. En hiver, les températures moyennes des mois les plus froids ne diminuent pas en dessous de 8.33 °C.

VII. Situation géographique

La wilaya de Médéa est située au cœur de l'Atlas Tellien, caractérisée par une altitude élevée et un relief mouvementé enserrant quelques plaines assez fertiles mais de faible extension pour s'estomper ensuite aux confins des hautes plaines steppiques, en une série de collines mollement ondulées.

La Wilaya de Médéa s'étend sur une superficie cadastrale de 8700 Km² regroupant 64 communes et 19 Dairâtes. Elle est limitée par (fig.20) :

Au Nord: La wilaya de Blida,

A l'Ouest : La wilaya de Ain Defla et Tissemsilt,

Au Sud : La wilaya de Djelfa,

A l'Est : Les wilayas de M'sila et Bouira.



Figure 20 : Situation géographique de Médéa (ANONYME, 2015)

La commune de Benchicao culminant à 1014 mètres d'altitude et se situe au sud-est du chef lieu de la wilaya de Médéa à une distance de 22 Km. Elle est limitée au Nord par la commune d'Ouzera, au Sud par la commune de Berrouaghia, à l'Ouest par les communes de Tizi Mehdi et Si Mahdjoub et à l'Est par la commune d'Ouled Brahim.

Elle occupe une superficie totale de 5900 ha dont la surface agricole utile (S.A.U) occupe plus 66 %, avec une population de 9 739 habitants. Ce qui fait de la commune de Benchicao une commune agricole par excellence.

La ferme expérimentale est située à 5 Km au Sud-ouest de Benchicao et à une altitude variant entre 1080 m et 1133 m (fig.21).

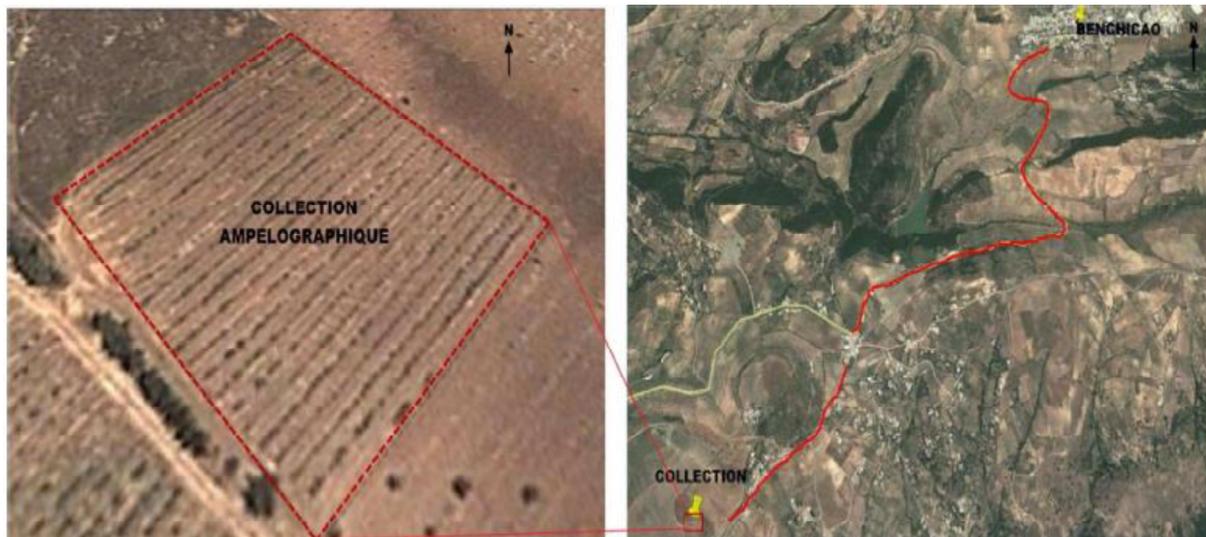


Figure 21 : Photo satellitaire du germoplasme (Hamama, 2012).

Sol de la région d'étude

Le sol par sa structure physique, sa profondeur, sa température, son humidité et sa composition chimique conditionne le comportement de la vigne et son alimentation en eau (régime hydrique) et en éléments minéraux (Seguin, 1970 ; Morlat, 1989 ; Van Leeuwen, 1991 ; Van Leeuwen et al. 1998 ; Spring et Burgos, 2002). Par la même occasion le sol influence aussi la qualité des raisins et des vins (Champagnol, 1984 ; Carbonneau, 1998), ce qui est déterminant pour les caractères phénotypiques de la plante.

Selon Hamama (2012), les analyses du sol effectuées par le laboratoire des sols de l'I.T.A.F.V montrent que la texture physique du sol de la parcelle est de nature sablo-limoneuse, caractérisée par un taux d'argile et de limons variant selon les horizons. Quant au taux du sable, il apparaît plus prédominant. De ce fait le développement du système racinaire en profondeur se trouve favorisé par la perméabilité présente ce qui implique une bonne alimentation en eau et en éléments minéraux (Morlat, 2001).

Climat de la région d'étude

La commune montagneuse de Benchicao se caractérise par un climat sub-humide, de type méditerranéen avec un été chaud et sec et un hiver tempéré et pluvieux.

La pluviométrie moyenne est de l'ordre de 844,3 mm/an pour les périodes allant de 2009-2012, ce qui est favorable aux cultures pérennes en extensive, tel que la culture de la vigne qui est moins exigeante en eau. La vigne, absorbe de 200 à 1600 m³ d'eau par hectare, selon l'expansion du feuillage et la densité de plantation (Galet, 2000), avec des récoltes modérées de raisins, elle demande au tour de 350 mm d'eau bien réparties au cours du cycle végétatif de la plante (Galet, 2000). Cette quantité d'eau peut être plus élevée selon la destination de la production.

Les températures moyennes sont généralement supérieures à 18°C pendant la période végétative. En hiver, les températures moyennes des mois les plus froids ne diminuent pas en dessous de 8.33 °C.

VIII. Matériel végétal

Les pépins faisant objet de notre étude de caractérisation sont issus de 18 cépages de vignes autochtones *Vitis vinifera L. ssp. Sativa* de la collection ampélographique de la station régionale de l'Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne (I.T.A.F.V) de Benchicao, wilaya de Médéa, conduites en espalier vertical, greffés sur SO4 et taillé en Guyot double. La collection ne subit aucun mode de conduite particulier mise à part les pratiques culturales usuelles (tab.3).

Tableau 3 : les différents cépages étudiés

N°	Cépages	Aspect de la baie	Origine
1	Aberkane de Ben Chicao	Noire	Algérie
2	Ahchichéne	Verte	Algérie
3	Adadi	Blanche	Algérie
4	Adari	Blanche	Algérie
5	Ahmar Bou Amar	Rouge	Algérie
6	Bezoul El Khadem	Noire	Algérie
7	Bouni	Rouge	Algérie
8	Cherchali	Noire	Algérie
9	Ferrana Noire	Noire	Algérie
10	Ghanez	Vert	Algérie
11	Muscat de Bercaime	Blanche	Algérie
12	Muscat d'El Adda	Noire	Algérie
13	Muscat de Gustave	Blanche	Algérie
14	Sbaa Tolba	Blanche	Algérie
15	Tadhelith	Blanche	Algérie
16	Timeskine	Blanche	Algérie
17	Toutrisine	Blanche	Algérie

18	Mokrani	Blanche	Algérie
----	---------	---------	---------

VIII.1 Méthodes

VIII.1.1 Echantillonnage

Au niveau de la collection ampélographique, les ceps (12 individus par cépage) sont disposés d'une manière aléatoire et plantés dans une parcelle expérimentale conduits en espalier vertical greffés sur le porte-greffe SO4 et taillé en Guyot double. Cette parcelle est très homogène en ce qui concerne la composition du sol et topographie.

La collection est composée de nombreux mélanges variétaux déterminés par voie moléculaire par les travaux de caractérisation effectuée par El Heit en 2007, 2008, 2009, 2010, 2011 et 2012.

Cette collection regroupe 100 cépages autochtones et allochtones dont 86 sont autochtones. Parmi les 86 cépages nous avons retenu 18 cépages dont les individus sont plus aux moins bien conservés. Le choix des grappes, pour l'extraction des pépins, a été fait à partir des baies des grappes mures et homogènes. Au niveau de chaque pied, nous avons retenus environ 7 grappes par cépage. Les pépins extraits sont nettoyés et traités au Chlorure de Sodium à% pour éviter toute contamination aux microorganismes, puis placés dans des boîtes de Pétri étiquetés et portant les noms de chaque cépage.

Les vingt pépins ayant fait l'objet de notre caractérisation de chaque cépage ont été choisis d'une manière aléatoire des boîtes de pétri.

Paramètres mesurés

Pour chaque pépin, nous avons pris au total trois (03) photos, une de chaque face : dorsale, ventrale et latérale à l'aide d'un caméscope Sony HDR-CX210 Handycam Haute Définition 5.3MP avec un zoom optique 30x, placé sur un support en verre pour bien fixer l'objectif et réussir nos prises de photos (fig. 22).

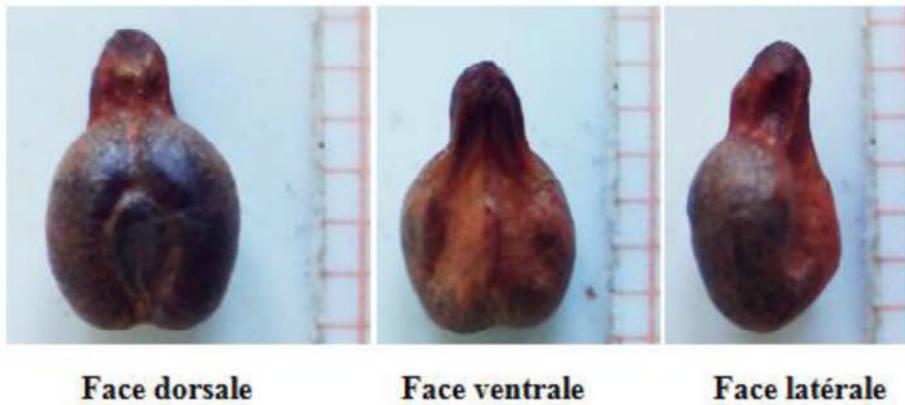


Figure 22 : Photos prises sur Ferrana noire.

Chaque photo a été traitée par un logiciel de mesure « Digimizer version : 4.3 ». Après calibrage de ce dernier, nous avons effectué 11 mesures morphométrique pour chaque pépin (fig. 23; tab. 4).

Un indice allométrique communément appelé indice de Stummer a été calculé pour chaque pépin, correspondant à la largeur maximale du pépin rapporté à la longueur totale du pépin.

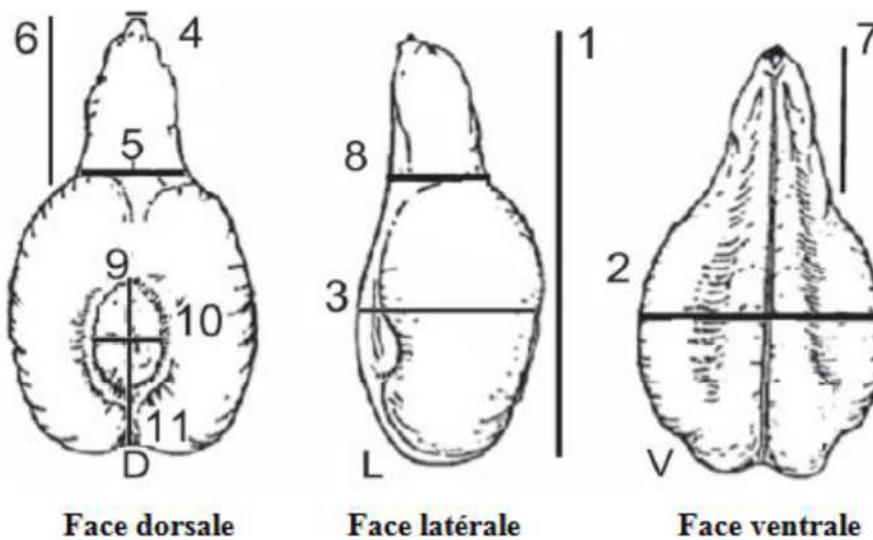


Figure 23 : les 11 paramètres de mesure des pépins (Rivera et *al.*2007).

Tableau 4 : les paramètres de mesure

code	Nature de paramètre
LTP	Longueur total du pépin
IMP	Largeur maximal du pépin
EP	Epaisseur du pépin
LBA	Largeur du bec à l'apex
LB	Largeur du bec
LBD	Longueur du bec (face dorsale)
LBV	Longueur du bec (face ventrale)
EB	Epaisseur de la base
LTC	Longueur totale de chalaza
ITC	Largeur du chalaza
DCEP	Distance de chalaza à l'extrémité du pépin
IMP/LTP	Largeur maximal du pépin/ Longueur total du pépin

VIII.1.2 Analyses statistiques

L'ensemble des paramètres mesurés (20 répétitions pour chaque paramètre) ont été soumis à différentes analyses statistiques.

L'analyse de la variance (A.N.O.V.A) a pour but de comparer les moyennes de plusieurs populations supposées normales et de même variance, à partir d'échantillons aléatoires, simples et indépendants les uns des autres, son principe est de quantifier les variations dues à des causes résiduelles (hasard, erreur) et les variations dues aux facteurs étudiés (Dagnelie, 1980). Nous avons complété nos analyses par le test de Newman et Keuls qui nous a permis de classer les moyennes similaires dans des groupes homogènes. Cette analyse est faite par le biais du logiciel STATBOX 6.40.

Nous avons également réalisé une analyse en composante principale (A.C.P) et une classification ascendante hiérarchique (C.A.H) dans le but de faire apparaître des associations d'individus ou des liaisons entre les variables. Cette analyse est faite à l'aide de XLSTAT 2015.

Résultats et discussion

XI. Résultats de l'analyse de la variance

Selon la probabilité Pr, L'analyse de la variance au seuil (risque d'erreur) de 5%, montre quatre niveaux de signification :

$Pr > 0.05$: Différences non significatives.

$Pr \leq 0.05$: Différences significatives.

$Pr \geq 0.01$: Différence hautement significatives.

$Pr \leq 0.001$: Différence très hautement significatives.

L'analyse de la variance des paramètres mesurés met en évidence des différences très hautement significatives ($Pr = 0 < 0,001$) entre les cépages étudiés (Tab.5). Nous constatons, qu'il y a une variabilité des paramètres mesurés au sein des cépages étudiés.

Tableau5 : probabilités et signification statistique

Caractère	Probabilité	Signification statistique
LTP	<0,001	***
IMP	<0,001	***
EP	<0,001	***
IBA	<0,001	***
IB	<0,001	***
LBD	<0,001	***
LBV	<0,001	***
EB	<0,001	***
LTC	<0,001	***
IC	<0,001	***
DCEP	<0,001	***
IMP/LTP	<0,001	***

*** Différence très hautement significative.

XI.1 Résultats du test de NEWMAN et KEULS :

Sur la base du test de NEWMAN et KEULS des paramètres mesurés, nous avons classé nos cépages en groupes homogènes :

Pour le facteur LTP, nous notons la formation de 8 groupes de cépages (A, B, C, D, E, F, G, H). Le groupe présentant les grandes moyennes étant le groupe A : Timeskine (8,006mm), Bezoul El Khadem (7,913mm) et Ahchichéne (7,884mm). Le groupe présentant des moyennes faibles étant le groupe H : Sbaa Tolba (5,143mm). Nous notons la présence du

groupes qui s'individualisent (A, B, G et H) et d'autres présentent des chevauchements : CD, CDE, DEF, et EF.

Pour le facteur IMP, nous notons également la formation de 4 groupes distincts (A, B, C, D) sans chevauchement. Le groupe A présente les grandes moyennes : Ahchichène (5,013mm) et Timeskine (4.91mm). Le groupe D regroupe les cépages ayant les moyennes les plus faibles Sbaa Tolba (3,8), Adadi (3,785), Muscat d'El Adda (3,734), Bouni (3,696), Bezoul El Khadem (3,648).

Pour le caractère EP, nous observons la formation de 7 groupes (A, B, C, D, E, F et G). Le groupe A s'individualise et présente la moyenne la plus élevée est formé par un seul cépage : Ahchichène (3.936mm). Cependant, nous remarquons des chevauchements entre les autres groupes : BCD, CD, CDE, DEF, EF, EFG et FG.

Pour le caractère IBA, 5 groupes se forment (A, B, C et D et E). Les cépages du groupe E : Sbaa Tolba (0,582), Mokrani (0,537), Timeskine (0,509), Ferrana noire (0,441) s'individualise et représente le groupe portant les moyennes les plus faibles. Les autres groupes se chevauchent: AB, BC et CD.

Pour le caractère IB, nous avons la formation de 6 groupes (A, B, C, D et E). Le groupe F s'individualise et porte la moyenne la plus faible: Sbaa Tolba (1,581mm). Les autres groupes se chevauchent : AB, ABC, BCD, BCDE, CDE, et DE.

Pour le caractère LBD, 8 groupes se forment (A, B, C, D, E, F, G et H). Aucun groupe ne s'individualise, tous les groupes se chevauchent: AB, ABC, BCD, CDE, CDEF, DEF, DEFG, EFG et GH.

Pour le caractère LBV, nous notons la formation de 8 groupes (A, B, C, D, E, F, G et H). Tous les groupes se chevauchent: AB, ABC, BCD, CD, DE, EF, FG et GH.

Pour le caractère EB, 6 groupes se forment. Le groupe F : Sbaa Tolba (1.431mm) qui présente la moyenne la plus faible, s'individualise. Cependant, les autres groupes se chevauchent: AB, BC, CD et DE.

Pour le caractère LTC, 10 groupes se forment (A, B, C, D, E, F, G, H, I et J). Aucun groupe ne s'individualise, il existe des chevauchement entre tous les groupes : AB, ABC, DE, EF, FG, GH, HI et IJ.

Pour le caractère IC, nous notons la formation de 8 groupes (A, B, C, D, E, F, G et H). Le groupe A : Ahmar Bou Amar (1,843mm) qui porte la plus grande moyenne s'individualise, le

groupe H : Tadhelith (1,085mm), Muscat de Bercaime (1,031mm) et Sbaa Tolba (0,973mm) quant à lui s'individualise avec des moyennes faible pour ce paramètre. Les autres groupes se chevauchent : BC, BCD, CD, EF, EFG, FGH et GH.

Pour le caractère DCEP, nous notons la formation de 8 groupes (A, B, C, D, E, F, G et H). Le groupe A: Timeskine (1,483mm) portant la plus grande moyenne s'individualise. Les autres groupes se chevauchent : BC, CD, CDE, DEF, DEFGH, EFGH, FGH et GH

Pour le caractère IMP/LTP, nous avons la formation de 6 groupes (A, B, C, D, E et F). Deux groupes s'individualisent, le groupe A : Ghanez (0,761mm) et Sbaa Tolba (0,74mm) portant les moyennes les plus élevés pour ce paramètre et le groupe F : Bezoul El Khadem (0,463mm) portant la plus faible moyenne pour ce paramètre. Les autres groupes se chevauchent : BC, BCD, CDE et DE.

XI.2 Analyse des variables mesurés

XI.1.2 Coefficient de variation Cv (%)

Le coefficient de variation est un indicateur de l'homogénéité de la population. Nous considérons qu'un coefficient de variation inférieur à 20% indique que la population est homogène, tandis qu'un coefficient supérieur à 20% indique que les valeurs sont relativement dispersées. Le coefficient de variation est une mesure sans unité et indépendante de l'ordre de grandeur. Nous pouvons donc l'utiliser pour comparer la dispersion de variables statistiques avec des ordres de grandeur et des unités différentes.

$$c_v = \frac{\sigma}{\mu}$$

Avec :

c_v : Le coefficient de variation

σ : L'écart type

μ : La moyenne

Nous avons comparé les coefficients de variation (CV) de différentes mesures effectuées pour déterminer les caractères les plus stables des plus variables. Ainsi que, la signification statistique des différences observées entre les cépages pour les caractères étudiés.

Nous remarquons sur le tableau (6) que le coefficient de variation des variables LTP (12,05%), IMP(11,59%), EP(12,92%), IB (14,99%), EB (14,8%), IMP/LTP (12,43%) est inférieur à 20%. Nous concluons que la distribution de ces caractères est homogène et stables pour l'ensemble des cépages.

Le coefficient de variation des variables, LBD (24,83%), LBV (25,70%), LTC (25,47%), IC(22,53%) est légèrement supérieur à 20%, ainsi la distribution de ces caractères est relativement dispersées (variables peu stables).

Le coefficient de variation des variables IBA (33,17%), DCEP (38,11%) est largement supérieur à 20%. Nous concluons que ces variables sont instables.

XI.1.3 Intervalle de confiance à 95% (d) et l'erreur relative dr (%)

XI.1.3.1 Intervalle de confiance à 95% (d)

Un intervalle de confiance permet de définir une marge d'erreur entre les résultats d'un sondage et un relevé exhaustif de la population totale. Plus généralement, l'intervalle de confiance permet d'évaluer la précision de l'estimation d'un paramètre statistique sur un échantillon. L'intervalle de confiance à 95% est un intervalle de valeurs qui a 95% de chance de contenir la vraie valeur du paramètre estimé.

$$d = t_{\left(1 - \frac{\alpha}{2}\right)} * \frac{\delta}{\sqrt{N}} \quad \begin{matrix} p=0.975 \\ K=ddl=17 \end{matrix}$$

Avec :

d : Intervalle de confiance

$t_{(1-\alpha/2)}$: Constante

σ : Variance

N : Nombre de cépages

XI.1.3.2 Erreur relative dr (%)

$$dr(\%) = t_{\left(1-\frac{\alpha}{2}\right)} * \frac{CV\%}{\sqrt{N}}$$

Avec :

dr : Erreur relative

CV : Coefficient de variation

$t_{(1-\alpha/2)}$: Constante

N : Nombre de cépages

L'analyse des intervalles de confiance pour les variables mesurés montrent que les intervalles des paramètres LTP, EP et IMP/LTP ont une variation nettement inférieure à celles des intervalles formés pour les autres paramètres. On déduit que ces paramètres sont les plus stables.

Nous remarquons que l'intervalle de confiance ne montre pas une grande variation pour l'ensemble des paramètres sauf pour les deux variables IBA et DCEP. Ceci est confirmé par l'erreur relative dr (%) où nous constatons une erreur (respectivement 16,50% et 18,95%) nettement supérieure au seuil biologiquement admis 12% pour ces deux variables alors que l'erreur relative pour les autres paramètres est inférieure ou égale à 12%. Selon nos résultats, nous pouvons conclure que le degré de précision pour l'ensemble des variables mesurés est important dans sauf pour les deux paramètres IBA et DCEP qui présentent un degré de précision faible (tab.6).

Tableau 6 : Variabilité des paramètres mesurés.

Caractères	$\bar{x} \pm cv(\%)$	$x \pm d$	dr(%)
LTP	6,74 ± 12,05%	6,74 ± 0,40	5,99%
IMP	4,17 ± 11,59%	4,17 ± 0,24	5,76%
EP	3,09 ± 12,92%	3,09 ± 0,2	6,43%
IBA	0,84 ± 33,17%	0,84 ± 0,14	16,50%
IB	1,95 ± 14,99%	1,95 ± 0,15	7,46%
LBD	1,53 ± 24,83%	1,53 ± 0,19	12,35%
LBV	1,46 ± 25,70%	1,46 ± 0,19	12,78%
EB	1,8 ± 14,8%	1,8 ± 0,13	7,36%
LTC	1,91 ± 25,47%	1,91 ± 0,24	12,67%
IC	1,4 ± 22,53%	1,4 ± 0,16	11,20%
DCEP	0,91 ± 38,11%	0,92 ± 0,17	18,95%
IMP/LTP	0,62 ± 12,43%	0,62 ± 0,04	6,18%

La distribution des fréquences pour les caractères des pépins ne permis pas de regrouper les cépages étudiés en groupes distinct en utilisant chacun des paramètres séparément. Toutefois, l'analyse de la variance permis de séparer les paramètres étudiés en trois groupes différents :

- Paramètres stables : LTP, IMP, EP, IB, EB et IMP/LTP avec un degré de précision important
- Paramètres assez stables : LBD, LBV, LTC, IC avec un degré de précision plus aux moins importants.
- Paramètres instables : IBA et DCEP avec un degré de précision faible.

Selon Rivera et *al.* 2007, la longueur total du pépin est un caractère important de discrimination tandis que la distance de la chalaze de l'extrémité du pépin est un paramètre non discriminant. Ces résultats corroborent avec les nôtres, effectivement l'analyse de la variance a montré que la longueur totale du pépin (LTP) figure parmi les caractères les plus discriminants alors que la distance de la chalaze de l'extrémité du pépin appartient au groupe des paramètres instables. La variation de la distance de la chalaze de l'extrémité du pépin dans notre travail ne correspond pas à la distance réelle séparant la chalaze de l'extrémité du pépin car elle n'est pas donnée en relation avec la longueur totale du pépin, ceci peut expliquer la non-discrimination de ce paramètre dans les cépages étudiés.

Selon Levadoux (1956) et plusieurs auteurs (Bouby et Marinval, 2001 ; Rivera et *al.*2007 ; etc.), la longueur du bec est un paramètre discriminant et très important pour évaluer le degré de domestication des cépages. L'analyse de la variance pour les mesures effectués sur les pépins des différents cépages étudiés montre que ce paramètre ne possède pas un degré de discrimination très important, ceci est dû peut être à des causes résiduelles (erreur de mesure) ou bien à la taille insuffisante de l'échantillon de notre étude.

XI.3 Analyse en composantes principales ACP

Afin de mieux caractériser nos cépages et de déterminer les paramètres qui les différencient nous avons eu recours à une analyse en composantes principale (A.C.P), dont le principe consiste à la réduction du nombre de variable en repérant les paramètres les plus représentatifs afin de les situer dans un espace dans lequel il est possible de faire une observation préalable.

Cette analyse est effectuée en introduisant les moyennes des différents caractères morphométriques relatifs aux pépins comme variable et les cépages comme individus.

XI.3.1 Valeurs propres

L'analyse en composantes principales a porté sur les moyennes des paramètres morphométriques des différents cépages étudiés.

D'après le tableau (7), nous avons le taux d'inertie cumulé (75,712) est expliqué par les trois premiers axes. Il se trouve que les plus grandes contributions à cette inertie sont celles exprimées par les axes (F1 et F2) avec respectivement 37,940% et 20.571% de l'inertie totale. Ces deux derniers axes expliquent à eux seuls la majorité des variables étudiés, d'où le choix du plan factoriel (F1, F2).

Selon Foccart (1982), le nombre des axes à prendre en considération dépend évidemment de l'information visible sur chaque axe. A ce titre l'explication par le plan (F1, F2) est suffisante pour l'interprétation des différences qui peuvent exister entre les pépins des cépages étudiés.

Tableau 7 : valeurs propres des axes

	F1	F2	F3
Valeur propre	4,553	2,469	2,064
Variabilité (%)	37,940	20,571	17,201
% cumulé	37,940	58,511	75,712

XI.3.2 Les variables

Le tableau de Contributions des variables selon les axes (tab. 8) montre que:

Les variables : longueur totale du pépin (LTP), largeur maximale du pépin (IMP), épaisseur du pépin (EP), largeur du bec à l'apex (IBA) et épaisseur du bec (EB) sont les variables les plus explicatives sur l'axes F1 avec respectivement un pourcentage de 18,47%, 13,12%, 12,54%, 14,55% et 17,33%.

Les variables : Longueur du bec (face dorsale) (LBD), Longueur du bec (face ventrale) (LBV) et largeur maximal du pépin/longueur totale du pépin (IMP/LTP) sont les variables les plus explicatives sur l'axes F2 avec respectivement un pourcentage de 17,84%, 13,2% et 25,05%.

Tableau 8 : Contributions des variables (%) (Les valeurs en gras correspondent aux variables qui contribuent plus à la formation des deux axes) :

	F1	F2
LTP	18,471	2,997
IMP	13,120	11,772
EP	12,536	10,446
IBA	0,966	0,004
IB	14,553	1,042
LB(D)	5,901	17,842
LB(V)	4,579	13,200
EB	17,325	5,227
LTC	1,262	7,828
IC	0,501	4,507
DCEP	8,199	0,084
IMP/LTP	2,586	25,051

La projection des variables sur les deux axes (F1, F2) est représentée dans la figure 24.

La représentation bidimensionnelle des variables fait apparaître que dans le sens positif de l'axe F1, les variables LTP (92%), IMP (77%), EP (76%), IB (81%), EB (89%) sont bien corrélées. Les variables LBD (52%), LBV (46%), DCEP (61%) sont moyennement corrélées. Les variables LTC (24%), IC (15%) sont faiblement corrélées. Dans le sens négatif de l'axe F1, les variables IBA (21%) et IMP/LTP (34%) sont faiblement corrélées.

Dans le sens positif de l'axe F2, la variable IMP/LTP (79%) est bien corrélée. Les variables IMP (54%), EP (51%) sont moyennement corrélées. La variable EB (36%) est faiblement corrélée. La variable DCEP (5%) est très faiblement corrélée. Dans le sens négatif de l'axe F2, LBD (66%), LBV (57%), LTC (44%) sont moyennement corrélées. Les variables LTP (27%), IB (16%), IC (33%) sont faiblement corrélées. Les variables IBA (1%), DCEP (5%) sont très faiblement corrélées.

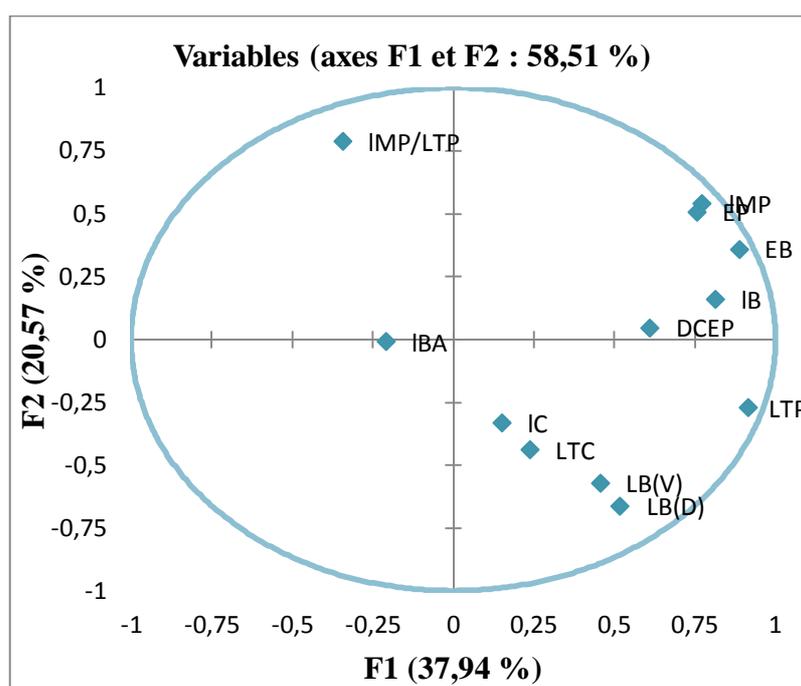


Figure 24: Représentation graphique de l'analyse en composantes principales (Variables).

XI.3.3 Les cépages

Nous remarquons sur la figure (25) une variabilité provenant de la dispersion remarquable des cépages étudiés au niveau du plan formé par les deux axes (F1 et F2).

L'examen du plan (F1×F2) discrimine les cépages en quatre groupes distincts A, B, C, et D (fig.).

Le plan factoriel (F1×F2) montre une opposition entre les groupes A et B selon l'axe F1 et C et D selon L'axe F2.

Les cépages du groupe A (obs2, obs16 et obs18 qui sont respectivement Ahchichène, Timeskine et Mokrani) sont corrélés dans les sens positif de l'axe F1 avec des valeurs élevés pour les variables LTP, IMP, EP, EB. Les cépages de groupe B (obs3 et obs14 qui sont respectivement Adadi et Sbaa Tolba) sont corrélé dans son sens négatif avec des valeurs faibles pour les variables LTP, IMP et EP.

Le cépage du groupe C (obs8 : Ghanez) est corrélé dans le sens positif de l'axe F2 avec une valeur élevé pour la variable IMP/LTP et des valeurs faible pour les paramètres LBD et LBV. Les cépages de groupe C (obs1, obs6 et obs9 qui sont respectivement Aberkane de Ben Chicao, Bezoul El Khadem et Cherchali) sont corrélé dans son sens négatif avec des valeurs faibles pour le paramètre IMP/LTP et des grandes valeurs pour les paramètres LBD et LBV.

Les autres cépages ne sont pas représentés sur le plan factoriel (F1×F2).

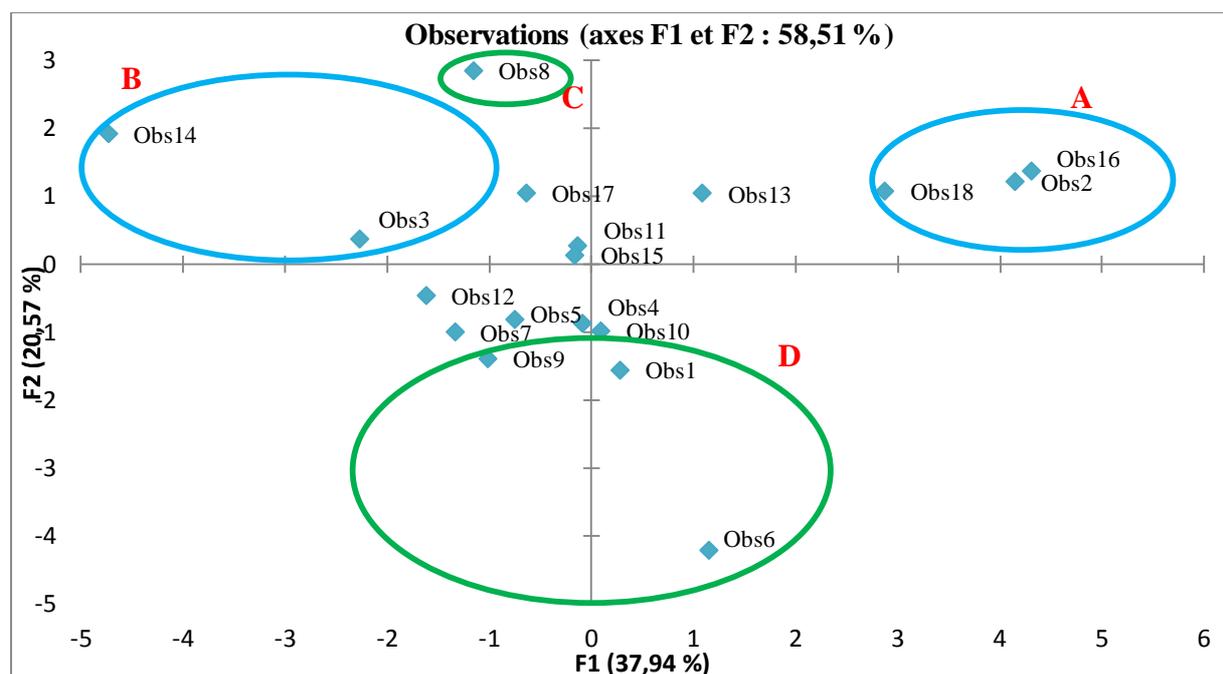


Figure 25: représentation graphique de l'analyse des composantes principales (cépages)

XI.4 Classifications Ascendante Hiérarchique (CAH)

Afin d'approfondir notre étude morphométriques nous avons procédé à la classification hiérarchique en cluster. Cette classification mesurée à l'aide d'un indice de

similarité ou de dissimilitude, consiste à agréger progressivement les individus selon leurs ressemblances.

La classification ascendante hiérarchique exige la définition d'une mesure de similarité (distance) ou d'un critère d'agrégation des objets (échantillon). D'après Duchez et Loy (2005), elle produit une suite de partition emboîtée de l'ensemble d'objet à classifier.

Le dendrogramme résultant de l'analyse de groupes à partir des mesures effectués sur les pépins des différents cépages étudiés montre une large diversité au sein des cépages.

Selon Bouby et *al* (2006) un effet des conditions environnementales seraient détectables dans l'évolution morphométriques des pépins, la taille et la forme des pépins, telle qu'elle est perçue par la morphométrie traditionnelle, soit conjointement déterminées par les facteurs génétiques, environnementaux et liés au développement. Selon le même auteur, à l'heure actuel, nous ne disposons malheureusement d'aucune information quant à l'influence du milieu sur la morphologie des pépins de cépages. En fonction des conditions culturales, il est permis de supposer que ces derniers, dans certaines situation, tendre vers le type sauvage. Dans notre travail, tous les cépages testés prévenant d'un lieu unique, la station expérimental de l' **I.T.A.F (Ben Chicao)**, et tous les pépins ayant récoltés la même année, on peut supposer que les facteurs écologiques n'influence pas significativement sur les différences observées; il est donc permis de considérer que les différences observées entre les cépages reposent essentiellement sur des facteurs liés à la sélection, même s'il est possible que des cépages différents puissent réagir spécifiquement à des contraintes environnementales équivalentes.

En s'appuyant sur les observations de Levadoux(1956), ces groupes peuvent être considérés comme répondant à des niveaux d'évolution (de sélection) de la vigne cultivée. Le dendrogramme obtenu a montré 5 groupes (fig. 26).

➤ Le premier groupe comporte deux sous-groupes :

-1^{er}sous-groupes : Muscat de Bercaime, Tadhelith et Muscat de Gustave (obs. 13,11 et 15).

-2^{eme} sous-groupes : Muscat d'El Adda et Toutrisine (obs. 12 et 17).

➤ Le deuxième groupe est composé de trois cépages :

Ahchichéne, Timeskine et Mokrani (obs. 2,16 et 18).

➤ Le troisième groupe comporte deux sous-groupes :

-1^{er}sous-groupes : Adari, Ahmar Bou Amar et Bouni (obs. 7, 4 et 5).

-2^{er}sous-groupes : Aberkane de Benchicao, Cherchali et Ferrana noire (obs. 10, 1 et 9)

- Le quatrième groupe est composé de trois cépages :

Sbaa Tolba, Ghanez et Adadi (obs. 14, 5, 8).

- Le cinquième groupe est composé d'un seul cépage qui est Bezoul El Khadem (obs. 6).

Selon Bouby et *al* (2006), la forme et la taille des pépins pourraient contribuer à établir des distinctions à l'intérieur du compartiment cultivé de *V.vinifera* en ce qui concerne le « degrés de domestication » des cépages. Ceci explique la différenciation des cépages étudiés en cinq groupes distincts, en effet nous supposons ainsi que les cépages étudiés ont un degré de différence de domestication.

Pour Levadoux (1956), il existe dans tous les pays des cépages qu'il qualifie d'archaïques ou de primitifs, proche de la vigne sauvage, qui se distinguent en particulier par des petites grappes, de petites baies, une grande polymorphie foliaire et des pépins dont la forme et la taille évoque la vigne sauvage. A l'inverse, les forme cultivés les plus évoluées sont plus productives, plus fertiles, à grosse grappe, grosse baies de forme et de goût plus variés mais plus sensibles aux rigueurs du climat et aux maladies cryptogamiques. Ces cépages auraient fait l'objet de pression sélective plus forte et répétée qui auraient abouti à privilégier de nombreux caractères génétiques récessifs. Selon le même auteur, les critères fournis par les pépins sont parmi les plus nets et les plus utiles pour juger du plus ou moins grand « degrés de sélection » d'un cépage.

Bouby et *al* (2006) ont montré que la Classification Ascendante Hiérarchique de plusieurs cépages a abouti à un regroupement de quatre cépages (Bouteillan, Pinot, Roussane, Petit Verdot) dont les pépins demeure relativement proches, par leurs forme et par leur taille, de ceux de vigne sauvage dans un groupe distinct, et un regroupement de quatre autres cépages (Aspiran, Mérille, Piquepoul, Syrah) qui sont allongées, en particulier au niveau du bec dans un autre groupe. Ces résultats corroborent avec les nôtres, le quatrième groupe (Sbaa Tolba, Ghanez et Adadi) est composé de cépages dont la forme et la taille sont proche de celles de la vigne sauvage, tandis que le cinquième groupe (Bezoul El Khadem) présente les caractéristique des vignes cultivés les plus évolués.

L'analyse de Dendrogramme de la classification hiérarchique montre une différenciation remarquable du groupe n°2 (Ahchichéne, Timeskine et Mokrani), effectivement ce groupe de cépage montre de valeurs élevées pour presque tous les paramètres mesurés.

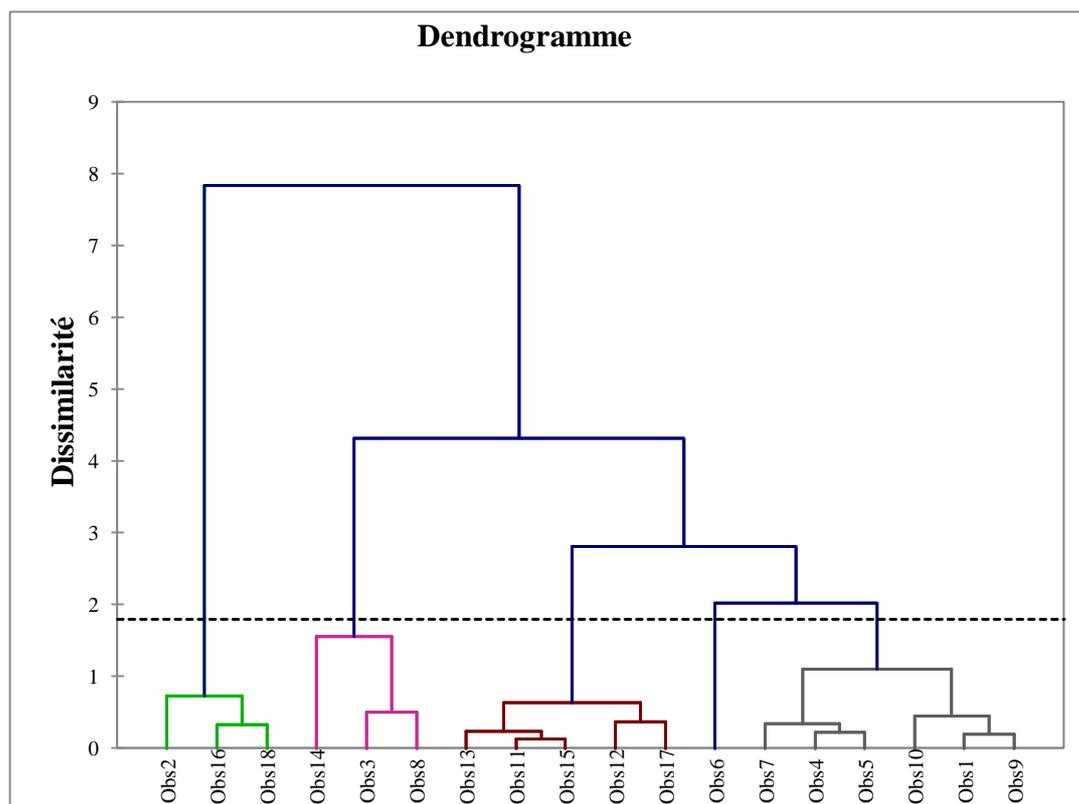


Figure 26: Dendrogramme de la classification hiérarchique (CAH).

XI.5 Application des indices utilisés en archéobotanique

Selon L. Levadoux (1956), la forme et la taille des pépins seraient parmi les meilleurs critères distinctifs entre *V. silvestris* et *V. vinifera*. On peut globalement considérer que les pépins de vigne sauvage sont de petite taille, de forme globulaire à cordiforme, et, un caractère important, dotés d'un bec court. Par opposition, les pépins de cépages, plus spécifiquement pour les variétés les plus évoluées, sont grands, ovoïdes à piriformes, et disposent d'un bec long.

XI.5.1 Indice de Stummer(1911)

L'auteur a travaillé sur des pépins frais, provenant de divers cultivars et populations sauvages d'Autriche. Ses recherches aboutirent à la proposition d'un indice biométrique, le rapport largeur/longueur du pépin, qui doit permettre d'attribuer les individus à l'une ou l'autre forme de vigne. Un rapport compris entre 0,44 et 0,53 serait caractéristique du compartiment cultivé alors que les indices situés entre 0,76 et 0,83 indiqueraient la sous-espèce sauvage. Les rapports appartenant à l'intervalle entre ces deux fourchettes ne sont pas caractéristiques.

Ce rapport, communément dénommé indice de Stummer, a connu un grand succès en archéobotanique. Cependant, il est apparu qu'il possédait différents inconvénients.

Le premier handicap concerne l'importance de l'intervalle entre les indices typiques de *V. vinifera* et les indices de *V. silvestris*.

L'analyse de la figure n° 27, montre que parmi les différents cépages étudiés, il existe un seul cépage qui appartient au compartiment sauvage, Ghanez (cépage n°8). Sbaa Tolba (cépage n°14) est très proche de compartiment sauvage. L'Indice de Stummer nous informe sur la forme du péricarpe, ces deux cépages ont des petits péricarpes d'une forme arrondie qui est un caractère discriminant de compartiment sauvage.

Nous constatons sur la même figure que Bezoul El Khadem (cépage n°6) appartient au compartiment cultivé, les péricarpes de ce cépage sont grande de forme piriforme, ceci est un caractère des cépages les plus évolués appartenant au compartiment cultivé.

L'indice de Stummer montre ses limites, il classe la majorité des cépages étudiés dans l'intervalle des cépages non déterminé. Selon Bouby et Marinval (2001), les calculs effectués sur les populations cultivées et sauvages de vignes actuelles confirment que l'importante fourchette d'incertitude (de 53 à 76), comprise entre les valeurs jugées caractéristiques de la vigne cultivée d'une part (< 53) et de la vigne sauvage d'autre part (> 76), représente un handicap majeur.

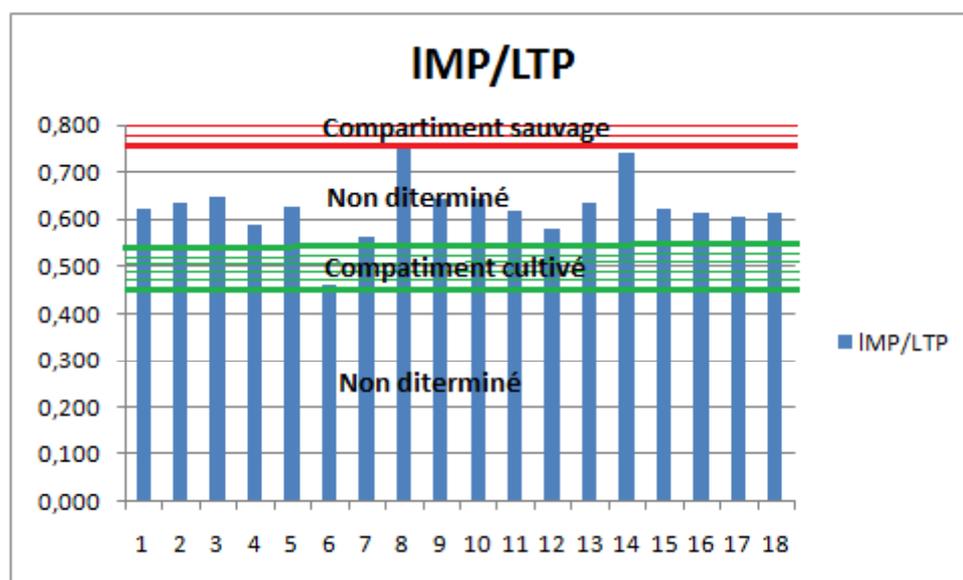


Figure 27: Histogramme représentatif du rapport largeur maximale du péricarpe (IMP)/longueur totale de péricarpe (LTP) (Indice de Stummer)

XI.5.2 Formules de Mangafa et Kotsakis

Leur application requiert la mesure de quatre dimensions sur chaque pépin, longueur totale du pépin (LTP), longueur du bec (face dorsale) (LBD), position de la chalaze (PCH), soit la distance séparant le sommet du bec du sommet de la chalaze, et largeur maximale du pépin (IMP). À partir de ces mesures nous avons calculé les rapports LB/LTP et PCH/LTP, entrant dans les quatre formules de Mangafa et Kotsakis (tab.9).

Tableau 9: Formules de Mangafa et Kotsakis (1996) et conditions d'interprétation des résultats.

Formule 1
$-0,3801 + (-30,2 \times \text{LBD}/\text{LTP}) + (0,4564 \times \text{PCH}) - (1,386 \times \text{LTP}) + (2,88 \times \text{PCH}/\text{LTP}) + (9,4239 \times \text{LBD})$
valeurs < -0,2 pépins sauvages valeurs de -0,2 à 0,2 pépins ayant 64,7 % de chances d'être sauvages valeurs de 0,2 à 0,8 pépins ayant 76,2 % de chances d'être cultivés valeurs > 0,8 pépins cultivés
Formule 2
$0,2951 + (-12,64 \times \text{PCH}/\text{LTP}) - (1,6416 \times \text{LTP}) + (4,5131 \times \text{PCH}) + (9,63 \times \text{LBD}/\text{LTP})$
valeurs < -0,2 pépins sauvages valeurs de -0,2 à 0,4 pépins ayant 90,1 % de chances d'être sauvages valeurs de 0,4 à 0,9 pépins ayant 63,8 % de chances d'être cultivés valeurs > 0,9 pépins cultivés
Formule 3
$-7,491 + (1,771 \times \text{PCH}) + (0,49 \times \text{PCH}/\text{LTP}) + (9,56 \times \text{LBD}/\text{LTP})$
valeurs < 0 pépins sauvages valeurs de 0 à 0,5 pépins ayant 93,3 % de chances d'être sauvages valeurs de 0,5 à 0,9 pépins ayant 63,3 % de chances d'être cultivés valeurs > 0,9 pépins cultivés
Formule 4
$0,7509 + (-1,5748 \times \text{LTP}) + (5,297 \times \text{PCH}) - (14,47 \times \text{PCH}/\text{LTP})$
valeurs < -0,9 pépins sauvages valeurs de -0,9 à 0,2 pépins ayant 91 % de chances d'être sauvages valeurs de 0,2 à 1,4 pépins ayant 76,5 % de chances d'être cultivés valeurs > 1,4 pépins cultivés

Les résultats obtenus sont représenté dans les tableaux (10, 11, 12 et 13).

Tableau 10 : Répartition des cépages selon la formule 1

Formule 1			
Sauvage	64,7% de Chance d'être sauvage	76,2% de Chance d'être cultivé	Cultivé
-Adadi -Ghanez -Sbaa Tolba -Toutrisine	-Bouni -Adari	/	-Aberkane de Ben Chicao -Ahchichéne -Ahmar Bou Amar -Bezoul El Khadem -Cherchali -Ferrana noire -Muscat de Bercaime -Muscat d El Adda -Muscat de Gustave -Tadhelith -Timeskine -Mokrani

Tableau 11 : Répartition des cépages selon la formule 2

Formule 2			
Sauvage	90,1% de Chance d'être sauvage	63,8% de Chance d'être cultivé	Cultivé
-Ghanez	-Adadi -Adari -Bouni	-Sbaa Tolba	-Aberkane de Ben Chicao -Ahchichéne -Ahmar Bou Amar -Bezoul El Khadem -Cherchali -Ferrana noire -Muscat de Bercaime -Muscat d El Adda -Muscat de Gustave -Tadhelith -Timeskine -Tourisine -Mokrani

Tableau 12 : Répartition des cépages selon la formule 3

Formule 3			
Sauvage	93,3% de Chance d'être sauvage	63,3% de Chance d'être cultivé	Cultivé
/	-Adadi -Ghanez	-Bouni -Sbaa Tolba	-Aberkane de Ben Chicao -Ahchichéne -Ahmar Bou Amar -Adari -Bezoul El Khadem -Cherchali -Ferrana noire -Muscat de Bercaime -Muscat d El Adda -Muscat de Gustave -Tadhelith -Timeskine -Tourisine -Mokrani

Tableau 13: Répartition des cépages selon la formule 4

Formule 4			
Sauvage	91% de Chance d'être sauvage	76,5% de Chance d'être cultivé	Cultivé
/	/	-Adadi -Adari -Bouni -Ghanez -Cherchali -Sbaa Tolba	-Aberkane de Ben Chicao -Ahchichéne -Ahmar Bou Amar -Bezoul El Khadem -Ferrana noire -Muscat de Bercaime -Muscat d El Adda -Muscat de Gustave -Tadhelith -Timeskine -Toutrisine -Mokrani

L'analyse des tableaux (10, 11, 12 et 13) montre que les quatre Formules de Mangafa et Kotsakis (1996) ne peuvent pas trancher sur l'appartenance de l'ensemble des cépages étudiés aux différentes classes (sauvage, proche à sauvage, proche à cultivé et cultivé). Selon Bouby et Marinval (2001), Les formules de Mangafa et Kotsakis montrent de très bonnes aptitudes à reconnaître les pépins de vigne sauvage, en revanche, leurs résultats sont beaucoup

plus nuancés en ce qui concerne les cultivars. Toutefois nous pouvons diviser les différents cépages en trois groupes selon les formules :

- Le premier groupe : Ghanez, Sbaa Tolba et Adadi, ces cépages n'ont jamais apparus dans le compartiment cultivé dans les 4 formules. Nous supposons que ce sont des cépages primitifs à domestication récente.
- Le deuxième groupe : Adari, Toutrisine, Bouni, Cherchali, ces cépages ont apparus dans le compartiment cultivé mais aussi dans les autres niveaux d'évolution selon les formules. Nous présumons que ce sont des cépages intermédiaires à domestication plus ou moins récente.
- Le troisième groupe : Aberkane de Ben Chicao, Ahchichéne, Ahmar Bou Amar, Bezoul El Khadem, Ferrana noire, Muscat de Bercaime, Muscat d'El Adda, Muscat de Gustave, Tadhelith, Timeskine, Mokrani, ces cépages se classent dans le compartiment cultivé selon les quatre formules. Nous présumons que ce sont des cépages plus ou moins évolués.

XI.5.3 Largeur du Bec / longueur du Bec (face dorsal)

Ce rapport nous renseigne sur la forme du Bec. Les grandes valeurs sont attribuées aux cépages qui ont un bec large et court, identique aux caractères des cépages sauvages, les petites valeurs sont attribuées aux cépages ayant un bec fin et long, un caractère des cépages cultivés (évolués).

L'analyse de la figure (28) montre que Les grandes valeurs sont attribuées à Ghanez et Adadi, ces deux cépages sont caractérisés par un bec court.

La plus petite valeur est attribuée à Bezoul El Khadem, ce dernier est caractérisé par un bec assez long.

Les autres cépages ont des valeurs intermédiaires.

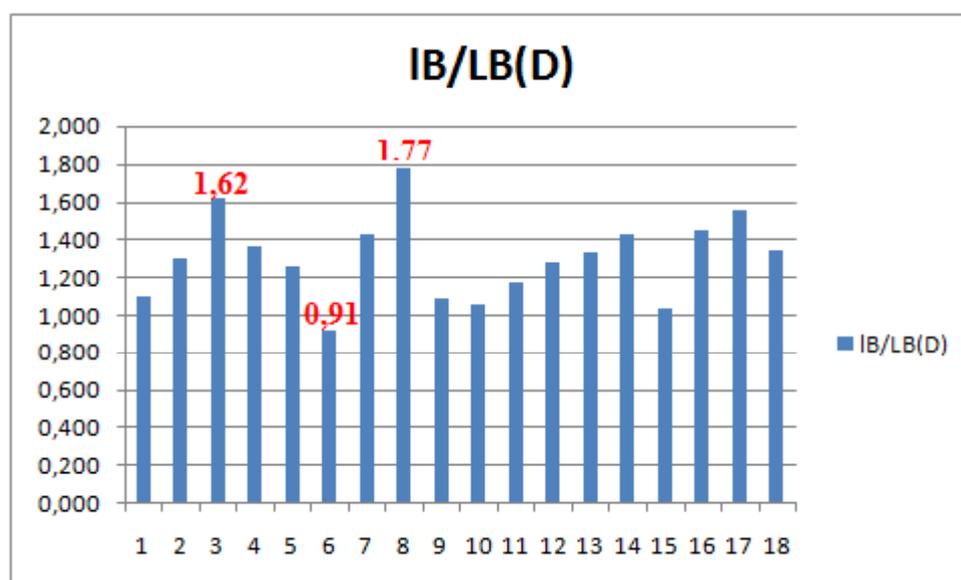


Figure 28: Histogramme représentatif du rapport largeur du bec (IB)/longueur du bec (LBD).

Conclusion

L'analyse de la variation nous a permis dans un premier temps de définir le degré de discrimination de chaque caractère. Ainsi les caractères les plus discriminants sont les caractères les plus stables : LTP, IMP, EP, IB, EB et IMP/LTP. Les caractères les moins discriminants sont les caractères les moins stables : LBD, LBV, LTC, IC. Les caractères non discriminants sont les caractères instables : IBA et DCEP.

L'analyse des composantes principales et la classification ascendante hiérarchique nous a permis de connaître les variables lesquelles ont contribué le plus à différencier les cépages ce sont : Longueur total du pépin (LTP), Largeur maximal du pépin(IMP), Largeur du bec (IB), Longueur du bec (face dorsale) (LBD), Longueur du bec (face ventrale) (LBV), Epaisseur de la base (EB) et Largeur maximal du pépin/ Longueur total du pépin (IMP/LTP), Cette analyse a classé les cépage selon leurs degrés de ressemblance observée sur les pépins en cinq (5) groupe bien distinct.

L'application des indices utilisés en archéobotanique sur les pépins et l'indice Largeur du Bec / longueur du Bec des cépages utilisés a pu confirmer l'appartenance de quatrième groupe (Sbaa Tolba, Ghanez et Adadi) et de cinquième groupe (Bezoul El Khadem) respectivement aux espèces archaïques et aux espèces évolués, par contre ces indices n'ont pas pu trancher sur l'appartenance de premier, deuxième et troisième groupes (tab. 14). En effet :

Nous pouvons qualifier le quatrième groupe formé par la classification ascendante hiérarchique composé de Sbaa Tolba, Ghanez et Adadi, d'un groupe issu d'une domestication récente. L'analyse de l'histogramme représentatif de l'indice de Stummer a montré l'appartenance de Ghanez et Sbaa Tolba au compartiment sauvage. L'analyse de l'histogramme représentatif du rapport largeur du bec /longueur du bec montre que Les grandes valeurs caractéristique du compartiment sauvage sont attribuées à Ghanez et Adadi.

D'autres parts les quatre Formules de Mangafa et Kotsakis ont montré que Sbaa Tolba, Ghanez et Adadi sont des cépages primitifs à domestication récente.

Nous pouvons qualifier le cinquième groupe composé de Bezoul El Khadem formé par la classification hiérarchique ascendante d'un groupe issu d'une domestication ancienne. En effet, l'histogramme représentatif de l'indice de Stummer montre que Bezoul El Khadem appartient au compartiment cultivé (évolué). L'analyse de l'histogramme représentatif du rapport largeur du bec /longueur du bec montre que la plus petite valeur caractéristique des cépages évolué est attribuer à Bezoul El Khadem. Les quatre formules de Mangafa et Kotsakis ont montré que ce cépage a une domestication ancienne.

Les données tirées de l'application des indices utilisés en archéobotanique sur les pépins ne nous permettent pas de classer avec certitude le degré d'évolution de premier, deuxième et troisième groupe formé par la classification hiérarchique ascendante, tout de même nous pouvons supposer que les trois groupes sont issus d'une domestication intermédiaire. Les cépages de deuxième groupe (Ahchichéne, Timeskine et Mokrani) présentent une forme allongée avec un bec court, tandis que le deuxième sous-groupe de troisième groupe (Aberkane de Benchicao, Cherchali et Ferrana noire) présente une forme ronde avec un bec long, nous supposons que ce sont des critères qui peuvent être attribués aux cépages à domestication intermédiaire. L'histogramme représentatif de l'indice de Stummer ainsi que celui du rapport largeur du bec /longueur du bec montre que ce groupe présente des valeurs intermédiaires entre les cépages primitifs et évolués.

Les quatre formules de Mangafa et Kotsakis ont montré qu'un cépage de premier groupe (Toutrisine) et d'autres de deuxième groupe (Adari, Bouni et Cherchali) sont peut être des cépages issus d'une domestication intermédiaire.

Tableau 14: Répartition des cépages étudiés selon leurs niveaux de domestication.

Domestication récente (Primitif)	Domestication médiane	Domestication ancienne (Evolué)
-Adadi -Ghanez -Sbaa Tolba	-Aberkane de Ben Chicao -Adari -Ahchichéne -Ahmar Bou Amar -Ferrana noire -Muscat de Bercaime -Muscat d El Adda -Muscat de Gustave -Tadhelith -Timeskine -Toutrisine -Mokrani -Bouni -Cherchali	-Bezoul El Khadem

Annexe III : ACP

Tab 1

Cosinus carrés des variables		
	F1	F2
LTP	0,841	0,074
IMP	0,597	0,291
EP	0,571	0,258
IBA	0,044	0,000
IB	0,663	0,026
LB(D)	0,269	0,440
LB(V)	0,208	0,326
EB	0,789	0,129
LTC	0,057	0,193
IC	0,023	0,111
DCEP	0,373	0,002
IMP/LTP	0,118	0,618

tab2

Corrélation entre les variables et les facteurs		
	F1	F2
LTP	0,917	-0,272
IMP	0,773	0,539
EP	0,755	0,508
IBA	-0,210	-0,010
IB	0,814	0,160
LB(D)	0,518	-0,664
LB(V)	0,457	-0,571
EB	0,888	0,359
LTC	0,240	-0,440
IC	0,151	-0,334
DCEP	0,611	0,045
IMP/LTP	-0,343	0,786

3Cosinus carrés des observations		
	F1	F2
Obs1	0,015	0,476
Obs2	0,758	0,065
Obs3	0,687	0,018
Obs4	0,002	0,198
Obs5	0,100	0,118
Obs6	0,062	0,842
Obs7	0,179	0,100
Obs8	0,074	0,450
Obs9	0,158	0,293
Obs10	0,001	0,087
Obs11	0,002	0,010
Obs12	0,289	0,023
Obs13	0,178	0,164
Obs14	0,712	0,116
Obs15	0,004	0,003
Obs16	0,750	0,076
Obs17	0,070	0,185
Obs18	0,623	0,087

Coordonnées des variables		
	F1	F2
LTP	0,917	-0,272
IMP	0,773	0,539
EP	0,755	0,508
IBA	-0,210	-0,010
IB	0,814	0,160
LB(D)	0,518	-0,664
LB(V)	0,457	-0,571
EB	0,888	0,359
LTC	0,240	-0,440
IC	0,151	-0,334
DCEP	0,611	0,045
IMP/LTP	-0,343	0,786

Annexe II (suite): Groupes homogènes formés par le test de Newman et Keuls au seuil de 5%

variables	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES															
DCEP	c16	1,483	A															
	c18	1,31		B														
	c12	1,192		B	C													
	c6	1,112			C	D												
	c17	1,056			C	D	E											
	c15	1,029			C	D	E											
	c2	0,948				D	E	F										
	c11	0,923				D	E	F	G									
	c13	0,879				D	E	F	G	H								
	c7	0,862					E	F	G	H								
	c4	0,844					E	F	G	H								
	c1	0,754						F	G	H								
	c3	0,708						F	G	H								
	c14	0,706						F	G	H								
	c5	0,67							G	H								
	c10	0,662								H								
	c9	0,657								H								
	c8	0,635								H								
IMP/LTP	c8	0,761	A															
	c14	0,74	A															
	c3	0,649		B														
	c9	0,644		B														
	c10	0,641		B	C													
	c2	0,637		B	C													
	c13	0,636		B	C													
	c5	0,627		B	C	D												
	c15	0,624		B	C	D												
	c1	0,623		B	C	D												
	c11	0,621		B	C	D												
	c18	0,617		B	C	D												
	c16	0,615		B	C	D												
	c17	0,605		B	C	D												
	c4	0,59			C	D	E											
	c12	0,582				D	E											
	c7	0,564					E											
	c6	0,463						F										

Avec : C1 : Aberkane de Ben Chicao, C2 : Ahchichéne, C3 : Adadi, C4 : Adari, C5 : Ahmar Bou Amar, C6 : Bezoul El Khadem, C7 : Bouni, C 8 : Ghanez, C9 : Cherchali, C10 : Ferrana noire, C11 : Muscat de Bercaime, C12 : Muscat d El Adda, C13 : Muscat de Gustave C14 : Sbaa Tolba, C15 : Tadhelith, C16 : Timeskine, C17 : Tourisine, C18 : Mokrani.

Annexe I : Tableau de l'analyse de la variance

LTP		S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
	VAR.TOTALE	236,893	359	0,66				
	VAR.FACTEUR 1	188,783	17	11,11	78,942	0		
	VAR.RESIDUELLE 1	48,11	342	0,141			0,375	5,56%
IMP		S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
	VAR.TOTALE	84,069	359	0,234				
	VAR.FACTEUR 1	51,933	17	3,055	32,511	0		
	VAR.RESIDUELLE 1	32,136	342	0,094			0,307	7,34%
EP		S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
	VAR.TOTALE	57,513	359	0,16				
	VAR.FACTEUR 1	34,981	17	2,058	31,233	0		
	VAR.RESIDUELLE 1	22,532	342	0,066			0,257	8,29%
IBA		S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
	VAR.TOTALE	28,117	359	0,078				
	VAR.FACTEUR 1	16,617	17	0,977	29,069	0		
	VAR.RESIDUELLE 1	11,5	342	0,034			0,183	21,78%
IB		S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
	VAR.TOTALE	30,966	359	0,086				
	VAR.FACTEUR 1	9,21	17	0,542	8,516	0		
	VAR.RESIDUELLE 1	21,756	342	0,064			0,252	12,90%
LBD		S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
	VAR.TOTALE	51,926	359	0,145				
	VAR.FACTEUR 1	24,825	17	1,46	18,429	0		
	VAR.RESIDUELLE 1	27,101	342	0,079			0,281	18,35%

Annexe I : Tableau de l'analyse de la variance

		S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
LBV	VAR.TOTALE	50,194	359	0,14				
	VAR.FACTEUR 1	28,138	17	1,655	25,666	0		
	VAR.RESIDUELLE 1	22,056	342	0,064			0,254	17,45%
EB		S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
	VAR.TOTALE	25,328	359	0,071				
	VAR.FACTEUR 1	13,738	17	0,808	23,846	0		
	VAR.RESIDUELLE 1	11,59	342	0,034			0,184	10,23%
LTC		S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
	VAR.TOTALE	84,983	359	0,237				
	VAR.FACTEUR 1	62,553	17	3,68	56,106	0		
	VAR.RESIDUELLE 1	22,429	342	0,066			0,256	13,40%
IC		S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
	VAR.TOTALE	4304490	359	11990				
	VAR.FACTEUR 1	205075	17	12063	1,006	0,4506		
	VAR.RESIDUELLE 1	4099415	342	11987			109,48	1527,84%
DCEP		S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
	VAR.TOTALE	43,507	359	0,121				
	VAR.FACTEUR 1	20,369	17	1,198	17,71	0		
	VAR.RESIDUELLE 1	23,138	342	0,068			0,26	28,50%
IMP/LTP		S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
	VAR.TOTALE	2,179	359	0,006				
	VAR.FACTEUR 1	1,332	17	0,078	31,652	0		
	VAR.RESIDUELLE 1	0,847	342	0,002			0,05	7,97%

Liste des abréviations

A.C.P : Analyse en Composantes Principale.

A.N.O.V.A: Analysis Of Variance.

ADN : Acide désoxyribonucléique.

Av. J.-C. : Avant Jésus-Christ.

°C : Degré Celsius.

C.A.H : Classification Ascendante Hiérarchique.

Fig. : Figure

Ha : Hectare.

hl : Hectolitre.

I.T.A.F.V : Institut Technique d'Arboriculture Fruitière et de la Vigne.

INRA : Institut national de recherches agronomiques.

Km : kilomètre.

M : Mètre.

Mm : Millimètre.

MP : Méga pixel.

O.I.V : Organisation internationale de la vigne et du vin.

Pr : Probabilité.

S.A.U : Surface agricole utile.

SSR : Simple Sequence Repeat.

Tab. : Tableau.

U.I.C.N : Union Internationale pour la Conservation de la Nature.

Liste des figures

Figure 1: Propagation de la vigne depuis 8000 ans.....	2
Figure2 : Diffusion de la vigne cultivée depuis la domestication jusqu'à la fin de l'Antiquité.....	3
Figure 3 : Classification des vitacées.....	5
Figure 4: Architecture d'un pied de vigne cultivé.....	7
Figure 5: Organisation d'un rameau.....	8
Figure 6: Organisation interne d'un rameau.....	9
Figure 7: Organisation d'une feuille de vigne.....	10
Figure 8: Bourgeon de la couronne.....	11
Figure 9: Schéma d'une vrille.....	14
Figure 10: Organisation d'un pépin de raisin.....	15
Figure 11 : Classification des différents types de lambrusques.....	19
Figure 12: Différences morphologiques de la feuille, de la fleur et du pépin entre la vigne domestiquée.....	21
Figure 13 : Différence entre une grappe de vigne cultivée et une vigne sauvage.....	22
Figure 14 : Cépages actuels : fruits et témoins d'une longue histoire.....	23
Figure 15 : Quelques cépages de cuve cultivés en Algérie avant 1962.....	25
Figure 16 : Quelques cépages de table autochtones en Algérie.....	26
Figure 17: Quelques caractères ampélographiques de la vigne	32
Figure 18 : Détail d'un microsatellite.....	34
Figure 19 : Mesures effectuées selon les deux méthodes morphométrique.....	37
Figure 20 : Situation géographique de Médéa.....	38
Figure 21 : Photo satellitaire du germoplasme.....	40
Figure 22 : Photos prises sur Ferrana noire.....	43
Figure 23 : les 11 paramètres de mesure des pépins.....	43
Figure 24: Représentation graphique de l'analyse en composantes principales (Variables).....	54
Figure 25: représentation graphique de l'analyse des composantes principales (cépages).....	54
Figure 26: Dendrogramme de la classification hiérarchique (CAH).....	58
Figure 27: Histogramme représentatif du rapport.....	59
Figure 28: Histogramme représentatif du rapport.....	64

Liste des tableaux

Tableau 1 : Différences morphologiques entre la vigne sauvage.....	17
Tableau 2 : Exemples de quelques variétés et leurs clones.....	29
Tableau 3 : les différents cépages étudiés.....	41
Tableau 4 : les paramètres de mesure	44
Tableau 5 : moyennes des paramètres mesurés.....	45
Tableau 6 : probabilités et signification statistique.....	46
Tableau 7 : Variabilité des paramètres mesurés.....	50
Tableau 8 : valeurs propres des axes.....	52
Tableau 9 : Contributions des variables (%).....	53
Tableau 10 : Formules de Mangafa et Kotsakis (1996).....	60
Tableau 11 : Répartition des cépages selon la formule 1.....	61
Tableau 12 : Répartition des cépages selon la formule 2.....	61
Tableau 13 : Répartition des cépages selon la formule 3.....	62
Tableau 14 : Répartition des cépages selon la formule 4.....	62
Tableau 15 : Répartition des cépages étudiés selon leurs niveaux de domestication.....	66

ANZANI R., FAILLA O., SCIENZA A., CAMPOSTRINI E., 1990: Wild grapevine (*Vitis vinifera ssp. silvestris*) in Italy: Distribution characteristics and germplasm preservation. Proc .5th Intern Symp. Grape Breeding, 12-16 Sept 1989, St Martin/Pfalz, FRG. *Vitis*, Special Issue, 97-113pp.

ARRIGO N. et ARNOLD C., 2007: Naturalised *Vitis* rootstock in Europe and consequences to native wild grapevine. *Plos One*. 521-529 pp.

BALMELLE C, BARRAUD D, BRUN J.P., DUPRAT P., GAILLARD H., JACQUES P., MAURIN L., PETIT-AUPERT C., RIGAL D., ROBIN K., ROUDIE P., SILLIERES P., VERNOU C., 2001 : La viticulture en Aquitaine. *Gallia*, 58. 1-26pp.

BOOKSTEIN, D. C., 1991: Morphometric Tools for Landmark Data : Geometry and biology. New York, Cambridge University Press.

BOUBY L., MARINVAL P., 2001 : La vigne et les débuts de la viticulture en France : Apports de l'archéobotanique, *Gallia*, 58. 13-28pp.

BOUBY L., TERRAL J.-F., IVORRA S., MARINVAL P., PRADAT B., RUAS M.-P., 2006 : Vers une approche bio-archéologique de l'histoire de la vigne cultivée et de la viticulture : Problématique, choix méthodologiques et premiers résultats, *Archéologie du Midi médiéval*, 23/24, 2005/2006. 61-74pp.

BOUBY L., TERRAL, J.-F., FIGUEIRAL I., TABARD E, IVORRA S., LACOMBE T, PASTOR T., PICQ S., BUFFAT L., FABRE L., JUNG C., MARINVAL P., PETITOT H., 2010: la vigne sauvage (*Vitis vinifera subsp.silvestris*) : Une plante cultivée dans les établissements viticole de la Norbonnaise. 129-139pp.

BOUQUET A, BOURSQUOT J.M., 1999 : La sauvegarde des vieux cépages et la création de variétés nouvelles: Une démarche conjointe pour concilier tradition et innovation en France. *PAV* 72(825-26). 753-761 pp.

BOUQUET A., 1982 : Origine et évolution de l'encépagement Français à travers les siècles. *Progrès agricole et viticole* 5.110-121 pp.

BOUQUET A., 2008 : The vine and genetic diversity (a review). Proc 29th Int Congr Vine and Wine, 25-30 June 2006, Logrono, Spain. *Progr Agri Vitic* 125. 91-102pp.

BOURSIQUOT J.M., DESSUP M., RENNES C., 1995 : Distribution des principaux caractères phénologiques, agronomiques et technologiques chez *Vitis vinifera* L. *Vitis* 34. 31-35.

BOURSIQUOT J.M., AUDEGUIN L, CHARMONT S, DESPERRIER JM, DUFOUR M.C., JACQUET O., LACOMBE T., LEGUAY M., MOULLIET C., OLLAT N., SCHNEIDER C., SERRENO C, 2007 : Catalogue des variétés et clones de vignes cultivés en France, Institut Français de la Vigne et du Vin 2.

BOURSIQUOT JM, DESSUP M, RENNES C, 1995 : Distribution of the main phenological, agronomical and technological characters of *vitis-vinifera* l. *Vitis* 34(1). 31-35 pp.

BOURSIQUOT JM, THIS P, 2000 : Essai de définition du cépage,PAV (94). 5-7pp.

BOURSIQUOT JM, THIS P. 1996 : Les nouvelles techniques utilisées en ampélographie: Informatique et marquage. *J Int Sci Vigne Vin*.12-23pp.

BRANAS J., 1974 : Viticulture. Imp, Déhan, Montpellier.

BUGNON F., BESSIS R., 1968: Biologie de la Vigne. Acquisitions Recentes et Problemes Actuels . Ed. Masson et Cie., Paris. 160p.

Carbonneau A., 1998 : Irrigation, vignoble et produits de la vigne. Traité d'irrigation, Jean-Robert TIERCELIN, éd. Lavoisier Tec & Doc : 257-276pp.

CAROLUS M., 1970 : Recherche sur l'organogenèse et l'évolution morphologique du bourgeon latent de la vigne (*Vitis vinifera* L. var *Merlot*), Thèse de 3^{ème} cycle, Bordeaux, 147p.

CARRIER G., 2011 : Base moléculaires de la variation clonale chez la vigne (*Vitis vinifera* l.), Approche Pangenomique. Thèse Doct. En biologie. Ecole Doctorale Sibaghe. 111p.

CHAMPAGNOL F., 1984 : Éléments de physiologie de la vigne et de viticulture générale. Édition par l'auteur. Impr. Dehan, Montpellier. 351p.

DAGNELIE P., 1980 : Théorie et méthodes statistiques, application agronomique. Vol. 2. Gembloux, Belgique : Presses agronomiques de Gembloux. 451p.

DI VECCHI-STARAZ, M.; LUCOU, V.; BRUNO, G.; LACOMBE, T.; GERBER, S. BOURSE, T.; BOSELLI, M.; THIS, P.; 2009: Low level of pollen-mediated gene flow

from cultivated to wild grapevine: Consequences for the evolution of the endangered subspecies *Vitis vinifera* L. ssp. *silvestris*. J. Hered. 100. 66-75pp.

DRIAN M., 2011: Morphologie et anatomie de la vigne. Edi. Féret. 143p.

DUCHEZ J. et LOY M., 2005: Projet d'analyse de données. La classification hiérarchique. Publication de l'institut mathématique de Toulouse. 31p.

EL-HEIT K., LAUCOU V., 2011 : Conservation de la diversité génétique pour un développement durable : caractérisation moléculaire de *Vitis vinifera*. *L ssp vinifera (sativa)* et *ssp. silvestris* autochtones prospectés dans les sous-bois de la Kabylie en Algérie. Colloque du S.I.F.E.E. Cameroun.

EL-HEIT K., LAUCOU V., LAIADI Z ., BELARBI B., HAMAMA A., LACOMBE T., BOURSIQUOT J.M. DERRIDJ A. ET THIS P., 2012 : Caractérisation ampélographique, ampélographique et moléculaire de la diversité des *Vitis vinifera* autochtones de la Kabylie en Algérie. Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques, Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou, Algérie. 8p.

ENJALBERT H., 1975 : Histoire de la Vigne et du vin, l'avènement de la qualité: Bordas, 115p.

Fisher R.A., 1935: The Design of Experiments. Oliver & Boyd, Edinburgh.a

FOUCART, T., 1982: STATTCF, analyse en composantes principales. Ed. Masson, 68p.

FREGONI M., 1991 : Origines de la vigne et de la viticulture. Musumeci, Quart Italie, 160 p.

GALET P., 1998 : Précis d'ampélographie pratique, Imprimerie JF impression, Saint Jean de Vedas. 322p.

GALET P., 2000 : Dictionnaire encyclopédique des cépages, Hachette. 935p.

GALET P., 2000 : Dictionnaire encyclopédique des cépages. Ed Hachette, Paris, France. 1024p.

GALET P., 2000 : Dictionnaire encyclopédique des cépages. Hachette book. 1200p.

GALET P., 2000 : Précis de viticulture, JF impression, Saint Jean de Vedas. 602p.

GALET P., 2001 : Grands Cépages, Hachette. 159p.

HAMAMA, 2012: Contribution à la caractérisation ampélographique et ampélogométrique des cépages de *Vitis vinifera* L. ssp. *Vinifera* autochtones d'Algérie. Mémoire Magister, Univ. Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 100p.

HARDIE W.J., MARTIN S.R., 2000: Shoot growth on de-fruited grapevines: A physiological indicator for irrigation scheduling. *Aust. J. Grape and Wine Research* 6. 52-58 pp.

HUGLIN P. et SCHNEIDER C., 1998 : Biologie et écologie de la vigne, Tec & doc, Paris. 372p.

JACQUAT C., MARTINOLI, D., 1999: *Vitis vinifera* L.: Wild or cultivated? Study of the grape pips found at Petra Jordan, *Vegetation History and Archaeobotany*, 8. 25-30pp.

JOHNSON H., 1971 : L'Atlas mondial du vin, ed. R. Laffont. 272p.

JOHNSON H., 1990 : Une histoire mondiale du vin de l'antiquité à nos jours, ed. Hachette. 480p.

JOHNSON H., JANCIS R., 2001 : L'Atlas mondial du vin, ed. Flammarion. 12p.

KELIFI L., BOUZIDI T., 2012: Contribution à la caractérisation ampélographique de quelques cépages autochtones de *Vitis vinifera* ssp. *sativa* d'Algérie. Mém. D'ingé. Univ. Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou. 87p.

LABRA M., FAILLA O., FORNI G., GHIANI A., SCIENZA A.; SALA F., 2002: Microsatellite analysis to define genetic diversity of grapevines (*Vitis vinifera* L.) grown in Central and Western Mediterranean countries. *J. Int. Sci. Vigne, Vin* 36. 11-20pp.

LACOMBE T. LAUCOU V., Di VECCHI M., BORDENAVE L., BOURSE T., SIRET R., DAVID J., BOURSIQUOT J.M., BRONNER A., MERDINOGLU D. et THIS P, 2003: Contribution à la caractérisation et à la protection in situ des populations de *Vitis vinifera* L. ssp. *silvestris* (Gmelin) Hegi, en France. La Châtre, Les Actes du IV Colloque National BRG "Le patrimoine génétique: la diversité et la ressource" 4. 381-404pp.

LACOMBE T., 2009 : Historique du domaine de vassal.

<http://www1.montpellier.inra.fr/vassal/index.html>

LACOMBE T., 2012 : Contribution à l'étude de l'histoire évolutive de la vigne cultivée (*Vitis vinifera* L.) par l'analyse de la diversité génétique neutre et de gènes d'intérêt. Thèse Doct., Centre International d'Etudes Supérieures en Sciences Agronomiques. 94p.

- LACOMBE T., LAUCOU V., DI VECCHI M., BORDENAVE L., BOURSE T., SIRET R., DAVID J., BOURSIQUOT J.M., BRONNER A., MERDINOGLU D. ET THIS P., 2003** : Contribution à la caractérisation et à la protection in situ des populations de *Vitis vinifera* L. ssp. *silvestris* (Gmelin) Hegi, en France. 381-401pp.
- LEVADOUX L., 1946** : Etude de la fleur et de la sexualité chez la vigne. Ann. Ecole Nati. Agricult. Montpellier 27. 1-89pp.
- LEVADOUX L., 1956** : Les populations sauvages et cultivées de *Vitis vinifera* L, Annales de l'amélioration des plantes, 6. 1. 59-117 pp.
- MANGAFA M, KOTSAKIS K. A., 1996**: New method for the identification of wild and cultivated charred grape seeds. J Archaeol Sci, 23. 409-418pp.
- MARINVAL P., 1997** : Vigne sauvage et vigne cultivée dans le Bassin méditerranéen : émergence de la viticulture, contribution archéobotanique. L'histoire du vin, une histoire de rites. Paris: OIV. 137-172 pp.
- MARINVAL P., 2008**: Aliment végétal et plantes utiles de la préhistoire. In: Hallé F, Lieutaghi P (eds) Aux origines des plantes, vol 2. Fayard, Paris. 20-39pp.
- MC GOVERN P.E., 2003**: Ancient wine: The search for the origins of viniculture. Princeton: Princeton University Press. 335p.
- McGOVERN PE, GLUSKER DL, EXNER L.J, VOIGT MM., 1996**: Neolithic resonated wine. Nature. 480-481pp.
- McKEY D, ELIAS M, PUJOL B, DUPUTIÉ A., 2009**: The evolutionary ecology of clonally propagated domesticated plants. New Phytologist 186 (2).318-332 pp.
- MCKEY D, ELIAS M, PUJOL B, DUPUTIÉ A., 2009**: The evolutionary ecology of clonally propagated domesticated plants. New Phytologist 186(2). 318-332 pp.
- MEHEUT J. P., GRIFFE M., 1997**: Le vin, 50 siècles de passion, ed. TSH, Le Cannet. 32p.
- METAIRIE L., 2014**: Apports de la morphométrie géométrique à la paléoanthropologie dentaire, Thèse Doct. Université Claude Bernard / Lyon1/ UFR d'Odontologie. 50p.
- MORLAT R., 1989** : Le terroir viticole : Contribution à l'étude de sa caractérisation et de son influence sur les vins. Application aux vignobles rouges de la moyenne vallée de la Loire. Thèse Doct. Etat, Bordeaux II. 289p.
- MORLAT R., 2001**: Terroirs viticoles: Etude de valorisation. Editions oenoplurimédia. 118p.

MORRISON J. C., 1991: Bud development in *Vitis vinifera L*, Botanical Gazette (Chicago), 152 (3). 24-28pp.

MULLINS MG, BOUQUET A, WILLIAMS L.E., 1992: Biology of the grapevine. Ed Cambridge University, USA. 239p.

NEGRUL A.M., 1946: Origin of the cultivated grapevine and its classification. (In Russian.) Ampelographia SSSR, Moscow I. 159-116pp.

O.I.V 2008 : 31^{ème} Congrès Mondial de la Vigne et du Vin. 6^{ème} Assemblée Générale de l'OIV. Du 15 au 20 juin 2008, Verona (Italie).

O.I.V 2009 : OIV descriptor list for grape varieties and *Vitis* species. O.I.V 18 rue d'Auguesseau- 75008, Paris.

O.I.V 2014 : 37^{ème} Congrès Mondial de la Vigne et du Vin. 12^{ème} Assemblée Générale de l'OIV. Du 9 au 14 Novembre 2014, Mendoza (Argentine).

OLMO H. P., 1976: Grapes. In: Evolution of crop plants. N.W Simmonds, Longman, London. 294-298pp.

OLMO H. P., 1996: The origin and domestication of the vinifera grape. In Mc Govern P. E., Fleming S. J., Katz S. H. [eds.], the origins and ancient history of wine. 31-43pp.

PEARSON, K. 1896: Mathematical Contributions to the Theory of Evolution. III. Regression, Heredity and Panmixia, Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 187. 253-318pp.

PELSY F., 2009: Molecular and cellular mechanisms of diversity within grapevine varieties. Heredity 104. 331-340pp.

PELSY F., 2010: Molecular and cellular mechanisms of diversity within grapevine varieties. Heredity104. 331-340 pp.

PERRARD A., 2012 : Systématique et morphométrie géométrique : L'évolution de la nervation alaire au sein du genre *Vespa* (Hyménoptères : Vespides). Thèse Doct. Museum National d'Histoire Naturelle. Ecole doctorale « sciences de la nature et de l'homme », Paris. 210p.

PICQ S., 2012 : Diversité et évolution chez *Vitis vinifera L*. de traits impliqués dans le syndrome de domestication et dans la biologie de la reproduction. Thèse Doct. Université Montpellier II. 350p.

POUGET R., 1990: Histoire de la lutte contre le phylloxera de la vigne en France. INRA. Paris. 157p.

REYNIER A., 2007: Manuel de viticulture. 9^{ème} édition. Lavoisier Tec & Doc. N°626 (1). France. 554 p.

REYNIER A., 2014: Manuel de viticulture : Guide technique du viticulteur, ed. Broché. 592p

RIVERA D., MIRALLES B., OBON C., CARRENO E., PALAZON J.A., 2007 : Multivariate analysis of *Vitis sub. vitis* seed morphology. *Vitis* 46 (4), 158-167pp.

ROWLEY A. et RIBAUT J., 2003 : Le vin. Une histoire de goût, Gallimard. 160p.

ROYER C., 1988: Mouvement historiques de la vigne dans le monde. *In la vigne et le vin* (la Manufacture et la Cité des sciences et de l'industrie eds.). 15-25pp.

SALAYEVA S., AKHUNDOVA E. AND MAMMADOV A., 2010: Evaluation of DNA Polymorphism among Cultivated and Wild Grapevine Accessions from Azerbaijan. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 46, 75–84 pp.

SEGUIN G., 1970 : Les sols viticoles du Haut Médoc. Influence sur l'alimentation en eau de la vigne et sur la maturation des raisins. Thèse Doct. Université de bordeaux, institut d'œnologie. 141p.

SPRING J.-L. et BURGOS S., 2002: Alimentation hydrique: un élément clé du comportement de la vigne et de la qualité du raisin. Journée d'information viticole, les conférences d'Agrovina, 23 janvier 2002 de Martigny. 28-36pp.

STUMMER, A., 1911: Zur Urgeschichte der Rebe und des Weinbaues. *Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien* 41, 283-296pp.

TERRAL J. F., TABARD, E., BOUBY L., IVORRA S., PASTOR T., FIGUEIRAL I., PICQ S., CHEVANCE J. B., JUNG C., FABRE L., TARDY C., COMPAN M., BACILIERI R., LACOMBE T., THIS P., 2010: Evolution and history of grapevine (*Vitis vinifera*) under domestication: new morphometric perspectives to understand seed domestication syndrome and reveal origins of ancient European cultivars. *Annals of Botany* 105, 443-445pp.

THIS P, LACOMBE T, THOMAS MR., 2006: Historical origins and genetic diversity of wine grapes. *Trends in Genetics* 22(9). 511-519pp.

VAN LEEUWEN C., 1991: Le vignoble de Saint-Emilion: Répartition des sols et fonctionnement hydrique, incidences sur le comportement de la vigne et la maturation du raisin. Thèse Doct. Nouveau régime, Bordeaux II. 154p.

VAN LEEUWEN C.; RENARD R.; LERICHE O.; MOLOT C.; SOYER P., 1998: Le fonctionnement de 3 sols viticoles du Bordelais: conséquence sur la croissance et sur le potentiel œnologique du raisin en 1997. *Revue française d'œnologie*, 170. 28-32pp.

YOBREGAT O., BOURSIQUOT J. M, LACOMBE T., AUDEGUIN L., 2013 : Diversité génétique de la vigne I.F.V., Vinnopôle.

ZOHARY D. ET HOPF M., 2000: Domestication of plants in the Old World, 3rd edition. Oxford University Press. 316p.

ZOHARY D., 1996: The mode of domestication of the founder crops of the Southwest Asian agriculture. *In* Harris DR, editor. The origin and spread of agriculture and pastoralism in Eurasia. London: University College London Press. 142–158pp.