

UNIVERSITE SAAD DAHLAB BLIDA 1
Faculté des Sciences de la vie et de la nature
Département des Sciences alimentaires

THESE DE DOCTORAT-LMD

En Sciences Alimentaires

Spécialité : Agro-Alimentaire et Contrôle de la Qualité

**CARACTERISATION CHIMIQUE ET SENSORIELLE DE JUS
DU RAISIN DE CEPAGES LOCALE ET INCORPORATION
ALIMENTAIRE**

Par

MEZIANE Yacine

Devant le jury composé de :

| | | |
|-------------|--------------------------------|------------------------|
| A. ROUIBI | Professeur, Université Blida 1 | Président |
| A. MEZAINI | Professeur, Université Chlef | Examineur |
| M. MEFTI | Professeur, ENSA | Examineur |
| S. MEGATELI | Professeur, Université Blida 1 | Directeur de thèse |
| C. CHAOUIA | Professeur, Université Blida 1 | Co-Directrice de thèse |

BLIDA, 2025

الملخص

تعتبر الكرمة (*Vitis vinifera L.*) ، من بين الغراسات التي عرفها الإنسان منذ العصور القديمة، حيث لعبت دورًا مركزيًا في منتجاتها الزراعية القابلة للاستهلاك والتحويل. التي تكمن قيمتها لتأثيرها الإيجابي على صحة الإنسان وأهميتها الاقتصادية الكبيرة.

تعتبر الدراسة الحالية مساهمة قيمة في التوصيف؛ البومولوجي، الحسي والكيميائي لبعض أصناف العنب وعصائرها المستخلصة (كاردينال، فرو نوار، إيطاليا، موسكا، راد قلوب) بالنسبة لعنب المائدة و (سانسو، ميرلو وسيراه) بالنسبة لعنب التحويل؛ المنتجة في منطقة تيبازة بالجزائر؛ بهدف تثمينها في قطاع الأغذية. ومن خلال مقارنة العنب والعصائر المستخرجة؛ اتضح أن لكل منهم خصائصه وفي بعض الأحيان تكون متشابهة أو قريبة جدًا فيما بينها. وبالفعل فإن نتائج الجزء الأول من الدراسة تجعل امكانية تصنيف العنب والعصائر المستخرجة إلى فئتين مهمتين. نميز بالأخص أصناف عنب التحويل من خلال؛ أوزان وأبعاد حبات العنب المنخفضة، المستويات العالية في أوزان القشور خاصة بالنسبة لصنفي عنب ميرلو وسيراه حيث بلغت 12.35 و 13.18 غ/100 غ من وزن الحبة الكلي على التوالي. تصدر نكهات سائدة من عطر الفواكه يميل نسبيًا لعطر المربي، وكما تميزت أيضا بدرجة تجفيف للفم نوعا ما عالية. عصائرها تحتوي مستويات عالية من؛ الحموضة، السكريات الكلية والمواد الصلبة القابلة للذوبان. كما تم تمييز من عنب المائدة صنف الراد قلوب بأعلى مستوياتها من المواصفات البومولوجية، محتوى مائي لبذورها ضعف ما سجلته الأصناف الأخرى بنسبة 41.27% من إجمالي وزن البذور. كما طور نكهة سائدة محايدة قريبة من عطر الفواكه، درجة تجفيف الفم منخفضة نسبيًا ومقاومة أقل للهضم. يحتوي عصيره على قيم منخفضة من المواد الصلبة الذائبة والسكريات الكلية على التوالي 14.75 درجة بركس و 12.75%، مما يجعله أقرب إلى عصائر الأصناف الأخرى من الفواكه.

في الجزء الثاني من الدراسة كشفت النتائج عن غنى عصائر العنب المدروسة بمضادات الأكسدة؛ حيث سجلت مستويات بوليفينول عليا في الأصناف ذات القشرة السوداء؛ فرو نوار، سيراه، سانسو وميرلو. وبالتالي غني محتواها بالأنثوسيانين أدي الي تسجيلها لأعلى نشاط مضاد للأكسدة. في الواقع، بتركيز منخفض، حوالي 60 ملغ/ملل، تمنع مضادات الأكسدة الموجودة في الأصناف السوداء السالف ذكرها نشاط الجذور الحرة DPPH تمامًا، تليها الأصناف الحمراء ب 160 ملغ/ملل، وفي التالي الأصناف البيضاء التي تتطلب أكثر من 200 ملغ/ملل. للجذور الحرة على التوالي. تظهر الدراسة أيضًا أن عصائر عنب الكاردينال والميرلو، تقدم محتويات فينولية غنية ومتنوعة للغاية، مع تركيزات استثنائية من مركبات الفلافونويد؛ الهسبيريتين (16.17 و 15.02 ملغم/لتر) و 5-هيدروكسي فلافون (6.11 و 6.78 ملغم/لتر).

الكلمات المفتاحية: *Vitis vinifera L.* ، صنف العنب، السكريات، الأحماض العضوية، مركبات الفلافونويد، الأحماض الفينولية، IC50، التحليل متعدد المتغيرات، النكهة.

RESUME

La vigne (*Vitis vinifera L.*), cultivée depuis l'Antiquité, joue un rôle central dans les produits agricoles consommables et transformables. Ils sont appréciés pour leur impact positif sur la santé humaine et leur importance économique substantielle.

Le présent travail est une contribution à la caractérisation ; pomologique, sensorielle, et chimique de quelques variétés du raisin et leur jus ; (Cardinal, Gros noir, Italia, Muscat et Red Globe) pour les cépages de table et (Cinsaults, Merlot et Syrah) pour ceux de cuves ; produits dans la région de Tipaza en Algérie ; en vue d'une éventuelle valorisation alimentaire.

En comparant les raisins et les jus extraits ; on conclut que chaque cépage possède ses propres caractéristiques et parfois similaires ou très proches entre eux. Les résultats obtenus pour la première partie de l'étude, permettent de les classer en deux classes importantes. Les cépages de cuve caractérisés par ; les masses et dimensions des baies les plus faibles, des niveaux élevés en poids pelliculaire. Des arômes dominants relevant de fruité tendant vers l'arôme de confiture, un degré d'astringence pelliculaire plus au moins important. Leurs jus sont marqués par des taux ; d'acidité, sucres totaux et solides solubles élevés. Pour les raisins de table, le Red Globe est distingué par ; ses niveaux en descripteurs pomologiques les plus élevés et des teneurs en eau de ses graines qui sont de double ; comparées aux autres cépages avec 41,27 % de poids totale de pépins. Il présente un arôme dominant neutre proche du fruité, une astringence pelliculaire relativement faible et de moindre résistance au broyage. Son jus présente, des valeurs faibles en extrait secs solubles et sucres totaux avec respectivement 14,75° Brix et 12,75%. Dans la seconde partie de l'étude, nos résultats, révèlent la forte richesse des jus étudiés en antioxydants ; il est évident qu'en raison de leur couleur noire et, par conséquent, leur teneur en anthocyanes, les niveaux les plus élevés de polyphénols ont été observés dans les cépages ; Gros noir, Syrah, Cinsault et Merlot. De plus, ils indiquent également que les activités antioxydantes les plus élevées sont enregistrées pour ses derniers. En effet, à une faible concentration, soit de l'ordre de 60 mg/ml, les antioxydants contenus dans les cépages noirs, inhibent totalement l'activité du radical libre DPPH, suivi par les cépages rouges avec 160 mg/ml, et en dernier les cépages blancs nécessitent une concentration supérieure à 200 mg/ml. L'étude montre également, que les jus de raisin des cépages, Cardinal et Merlot, présentent des profils phénoliques très riche et diversifiés, avec des concentrations exceptionnelles de flavonoïdes ; hespérétine (16,17 et 15,02 mg/l) et 5-hydroxyflavone (6,11 et 6,78 mg^l⁻¹).

Mots clés : *Vitis vinifera L.*, Cépage, Descripteurs, Sucres, Acides organiques, Composés flavonoïdes, Acides phénoliques, IC₅₀, Analyse multi-variée, Resvératrol.

ABSTRACT

The vine (*Vitis vinifera L.*), cultivated since antiquity, play a central role in consumable and transformable agricultural products. They are valued for their positive impact on human health and their substantial economic importance.

The present work is a contribution to characterization ; pomological, sensory, and chemical of some grapes and their extracted juice ; (Cardinal, Gros noir, Italia, Muscat and Red glob) for table grape varieties and (Cinsaults, Merlot and Syrah) for wine grape varieties ; produced in the Tipaza region of Algeria ; with a view to possible valorization in the food sector.

By comparing the grapes and extracted juices; we conclude that each of them have their own characteristics; sometimes similar or very close between several varieties. Indeed, the results obtained for the first part of the study make it possible to classify the grapes and extracted juices into two important classes. Above all, we distinguish the wine grape varieties by; the masses and dimensions of the lowest grape berries, high levels in skin. Dominant fruity aromas tending towards the aroma of jam, a more or less significant degree of skin astringency. Their juices had high levels of acidity, total sugars and soluble solids. For table grapes, Red Globe is qualified by its highest levels of pomological descriptors, water content of its seeds which is double that recorded by other grape varieties with 41.27% of total seed weight. He presented; a dominant neutral aroma close to fruity, relatively low skin astringency and lower resistance to crushing. Its juice had low values of soluble solids and total sugars with respectively 14.75° Brix and 12.75%, which brings it closer to other fruit juices. In the second part of the study, the results obtained reveal the high richness of the grape juices studied in antioxidants ; it is evident that due to their black color and, consequently, their anthocyanin content, the highest levels of polyphenols have been observed in the grape varieties ; Gros noir, Syrah, Cinsault and Merlot. Furthermore, our results also indicate that the highest antioxidant activities were recorded for its latter. Indeed, at a low concentration, around 60 mg/ml, the antioxidants contained in black grape varieties completely inhibit the activity of the free radical DPPH, followed by red grape varieties with 160 mg/ml, and finally by white grape varieties which require an antioxidant concentration greater than 200 mg/ml. Our study also shows that the grape juices of the grape varieties, Cardinal and Merlot, present very rich and diverse phenolic profiles, with an exceptional concentrations of flavonoids; hesperetin (16.17 and 15.02 mg/l) and 5-hydroxyflavone (6.11 and 6.78 mg/l).

Keywords: *Vitis vinifera L.*, Grape variety, Descriptors, Sugars, Organic acids, Flavonoid compound, Phenolic acids, IC50, Multivariate analysis, Resvératrol.

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je remercie le bon Dieu tout puissant de m'avoir donné la volonté et la santé pour terminer ce travail.

Une thèse, tant nominative soit elle, est avant tout un travail de réflexion collective, donc au terme de ce travail, il m'est à la fois un plaisir et un devoir de remercier sincèrement toutes les personnes qui ont participé à sa réalisation.

J'adresse mes vifs remerciements à Monsieur le Professeur **MEGATELI Smain** et Madame, Professeur **CHAOUIA Cherifa** pour avoir accepté l'encadrement de cette thèse de DOCTORAT. Je leurs remercie d'abord pour leurs qualités humaines, pour l'attention qu'il m'ont accordée à la direction, à l'orientation et à la réalisation de mes travaux de recherches et surtout pour leurs encouragements, qui m'ont été d'une précieuse aide.

Je veux exprimer ici, ma respectueuse gratitude à **Mr ROUIBI Abdelhak**, Professeur à l'Université SAAD DAHLEB BLIDA 1, de nous avoir fait l'honneur de présider le jury de cette thèse.

Mes vifs remerciements s'adressent à **Messieurs ; MEZAINI Abdelkader**, Professeur à l'Université de CHELEF, et **MEFTI Mohamed**, Professeur à L'ENSA, d'avoir acceptés d'évaluer ce modeste travail.

Mes plus vifs remerciements sont adressés à Madame **YAKOUBI Rima**, maître Assistante « A » pour son aide et son engagement indéfini dans la réalisation de ce travail.

Un immense merci à **Mr CHIHANI Ali**, Technicien supérieur au niveau de laboratoire d'analyses physico-chimiques et microbiologiques de L'INSFP Ksar El boukhari MEDEA. D'avoir contribué énormément dans la réalisation de ce travail.

Je remercie également **Mme TOUATI Souad**, ingénieur au CRAPC de Bous mail pour m'avoir aidé dans la caractérisation des extraits méthanoliques par HPLC.

Je tiens aussi à remercier Mr le responsable de l'entreprise **AGRANA FRUITS**, le fait de mettre à ma disposition, son laboratoire ainsi son équipe qualité pour faire partie de jury de dégustation. Je les remercie vivement pour leurs temps ainsi que leur patience.

J'adresse également mes remerciements aux agriculteurs qui m'ont fourni les échantillons de raisin. Je tiens plus particulièrement à saluer Monsieur **CHAOUKI K.** Président de la chambre d'agriculture de la Wilaya de Tipaza pour son aide, son temps et ses orientations précieuses.

Ces remerciements ne seraient pas complets sans avoir remercié ma famille ; Mes **Parents**, Mes **Sœurs** et mes **Frères** ; dont le soutien permanent y est pour beaucoup dans l'achèvement de ce travail.

Enfin, j'adresse un remerciement tout particulier à mon **épouse**, pour m'avoir épaulée sans fléchir durant ces six années de thèse.

Mes remerciements vont enfin à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail et je souhaite que cette thèse puisse être un support assez valorisant et profitable pour ceux qui auront à l'utiliser.

LISTE DES SYMBOLS ET DES ABREVIATIONS

- **A** : Anthocyanes
- **AA** : Acide ascorbique
- **A Anti R** : Activité anti radicalaire
- **ABTS** : L'acide 2,2'-azino-bis (3-éthylbenzothiazoline-6-sulphonique)
- **ACP** : Analyse en composantes principales
- **AFNOR** : Agence Française de Normalisation.
- **AHB** : Acides hydroxybenzoïques
- **AHC** : acides hydroxycinnamiques
- **ANOVA** : Analyses de la variance.
- **AOAC** : Official Methods of Analysis
- **AT** : Acidité titrable
- **C** : Catéchine
- **Cd** : Cendres
- **C.E** : Conductivité électrique
- **CHA** : Classification hiérarchique ascendante
- **C/N** : Rapport Carbone sur l'azote
- **CPT** : Contenu phénolique total
- **DPPH** : 2,2-diphényl 1-picrylhydrazyle
- **EAC** : Équivalent catéchine
- **EAG** : Équivalent acide gallique
- **EBC** : Équivalent β -carotène
- **EC** : Épicatéchine
- **ECG** : Épicatéchine-3-gallate
- **EGC** : Épigallocatechine
- **EQ** : Équivalent quercétine
- **ER** : Équivalents rutine
- **ERA** : espèces réactives vis-à-vis de l'azote
- **ERO** : Espèces réactives vis-à-vis de l'oxygène
- **EAT** : Équivalent acide tannique
- **FAO** : Food and Agriculture Organisation of the United Nations.
- **Fe²⁺** : l'ion ferreux
- **Fl** : Flavonols
- **Fru** : **Fructose**
- **FT** : Flavonoïdes totaux
- **Glu** : Glucose
- **G/F** : Rapport glucose fructose
- **HCl** : Acide chlorhydrique
- **HDL** : Lipoprotéine de haute densité
- **hl** : Hectolitre
- **HPLC** : Chromatographie liquide a haute performance.
- **ICV** : l'Institut Coopératif du Vin de Montpellier
- **IC50** : la concentration inhibitrice de 50% de radical DPPH
- **INSFP** : Institut spécialisé de la formation professionnelle
- **INRA** : Institut national de la recherche agronomique
- **IPT** : Indice de polyphénol total
- **PR** : Pouvoir réducteur
- **Prd** : Production
- **P S Gr** : poids sec des graines
- **P S Pel** : poids sec des pellicules

- **ITAFV** : Institut technique d'arboriculture fruitière et de la vigne
- **LB** : longueur des baies
- **IB** : largeur des baies
- **LDL** : Lipoprotéine de basse densité
- **LG** : Longueur des grappes
- **IG** : Largeur des grappes
- **L/l** : Rapport longueur largeur
- **mha** : Million d'hectare
- **M.F** : Matières fraîches
- **Mg²⁺** : l'ion magnésium
- **Mm** : Millimètre
- **M.S** : Matières sèches
- **ND** : Non déterminé
- **OIV** : Organisation internationale de la vigne et du vin
- **OPC** : Oligomères procyanidoliques
- **P B** : poids des baies
- **PAT** : Potentiel anthocyanique total
- **P F Gr** : poids frais des graines
- **P F Pel** : poids frais des pellicules
- **P G** : poids des grappes
- **pH** : Potentiel Hydrogène
- **Pu** : pourcentage pulpes
- **P 100 B** : poids de 100 baies
- **SNR** : Sucres non réducteurs
- **SO** : Sud-Ouest
- **SR** : Sucres réducteurs
- **SS** : Solides solubles
- **SST** : Solides Soluble totaux
- **ST** : Sucres totaux
- **Sup** : Superficie
- **TC** : Tanins condensé
- **TSS** : Taux de solides solubles
- **TT** : Tanins totaux
- **Us/Cm** : micro siemens par centimètre
- **UPLC** : Ultra Performance Liquid Chromatography
- **UV** : Ultraviolet

TABLE DES MATIERES

| | |
|--|-----------|
| RESUME | 1 |
| REMERCIEMENTS | 4 |
| LISTE DES SYMBOLES ET DES ABREVIATIONS | 6 |
| TABLE DES MATIERES | 8 |
| LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX | 12 |
| | |
| INTRODUCTION | 15 |

PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : Généralités sur la vigne et le raisin

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| 1. Importance de la viticulture | 19 |
| 1.1. Dans le monde | 19 |
| 1.2. En Algérie | 22 |
| 1.3. Dans la Wilaya de Tipaza..... | 23 |
| 2. la vigne | 25 |
| 2.1. Origine | 25 |
| 2.2. Botanique | 25 |
| 2.3. Biologie et physiologie | 27 |
| 3. le raisin | 28 |
| 3.1. Structure | 28 |
| 3.1.1. Rafle | 29 |
| 3.1.2. Baie | 29 |
| 3.2. Développement de la baie | 29 |
| 3.3. variétés de raisins | 31 |

Chapitre 2 : Phytochimie du raisin

| | |
|--|-----------|
| 1. Composition chimique des principales parties de la baie | 33 |
| 1.1. Pellicule | 33 |
| 1.2. Pulpe | 34 |
| 1.3. Pépins | 34 |
| 2. Composants biochimiques de la baie | 35 |
| 2.1. Eau | 35 |

| | |
|--|----|
| 2.2. Sucres | 35 |
| 2.3. Acides organiques | 36 |
| 2.4. Eléments minéraux | 37 |
| 2.5. Vitamines | 37 |
| 2.6. Composés phénoliques | 38 |
| 2.7. Autres composés | 39 |
| 3. Activité Antioxydante | 40 |
| 3.1. Espèces réactives oxygénées et stress oxydant | 40 |
| 3.2. Antioxydants | 41 |
| 3.3. Antioxydants du raisin | 42 |
| 3.3.1. Composés phénoliques | 42 |
| 3.3.1.1. Composés flavonoïdes | 44 |
| 3.3.1.2. Composés non-flavonoïdes | 48 |
| 3.3.2. Caroténoïdes | 50 |
| 3.3.3. Vitamine C | 52 |

PARTIE II : ETUDE EXPERIMENTALE

Chapitre 3 : Matériel et méthodes

| | |
|---|----|
| 1. Description de site de prélèvement | 53 |
| 2. Matériel biologique et origine des échantillons | 54 |
| 3. Protocole expérimentale..... | 56 |
| 4. Méthodes d'analyse | 58 |
| 4.1. Caractéristiques pomologiques des raisins | 58 |
| 4.2. Test de dégustation | 58 |
| 4.2.1. Principe général | 59 |
| 4.2.2. Procédure détaillée | 59 |
| 4.2.3. Examen visuel, tactile baies et dégustation des pulpes | 59 |
| 4.2.4. Examen visuel et dégustation de la pellicule | 60 |
| 4.2.5. Examen visuel et gustatif des pépins | 60 |
| 4.3. Caractéristiques physicochimiques et biochimiques des jus extraits | 61 |
| 4.3.1. Rendement en jus | 61 |
| 4.3.2. pH | 61 |
| 4.3.3. Acidité | 61 |

| | |
|--|----|
| 4.3.4. Densité | 62 |
| 4.3.5. Teneur en eau | 62 |
| 4.3.6. Teneur en cendres | 62 |
| 4.3.7. Conductivité électrique | 63 |
| 4.3.8. Teneur en Fer | 63 |
| 4.3.9. Solides solubles | 63 |
| 4.3.10. Teneur en pulpes | 64 |
| 4.3.11. Teneur en sucres | 64 |
| 4.4. Etude des antioxydants et activités antioxydantes des jus extraits..... | 67 |
| 4.4.1. Acide ascorbique | 67 |
| 4.4.2. Caroténoïdes totaux | 67 |
| 4.4.3. Indice de polyphénol total " IPT" | 67 |
| 4.4.4. Préparation des extraits méthanoliques | 68 |
| 4.4.5. Contenu phénolique total "CPT" | 68 |
| 4.4.6. Flavonoïdes totaux "FT" | 68 |
| 4.4.7. Flavonols "FI" | 69 |
| 4.4.8. Tanins totaux "TT" | 69 |
| 4.4.9. Tanins condensé "TC" | 69 |
| 4.4.10. Anthocyanes et potentiel anthocyanique total "PAT" | 70 |
| 4.4.11. Activités anti radicalaires | 70 |
| 4.4.12. Pouvoir réducteur "PR" | 71 |
| 4.5. Caractérisation des extraits méthanoliques par HPLC..... | 72 |
| 4.6. Analyse statistiques | 72 |

Chapitre 4 : Résultats et discussion

| | |
|---|----|
| 1. Caractéristiques pomologiques des raisins | 73 |
| 1.1. Dimensions et poids des grappes | 73 |
| 1.2. Dimensions et poids des baies | 75 |
| 1.3. Poids des graines et pellicules | 77 |
| 1.4. Analyse en composantes principales "ACP" | 79 |
| 1.5. Classification hiérarchique ascendante "CAH" | 83 |
| 2. Evaluation de raisins par analyse sensorielle | 85 |
| 2.1. Baies et pulpes | 85 |

| | |
|--|------------|
| 2.2. Pellicules | 93 |
| 2.3. Graines | 101 |
| 3. Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du jus de raisin | 108 |
| 3.1. Rendement en jus et teneur en eau | 108 |
| 3.2. Cendres, conductivité électrique et teneur en Fer | 110 |
| 3.3. Solides solubles, densité et teneur en pulpes | 111 |
| 3.4. Acidité, pH et indice de maturité | 112 |
| 3.5. Sucres | 113 |
| 3.6. Analyse en composantes principales "ACP" | 117 |
| 3.7. Classification hiérarchique ascendante "CAH" | 121 |
| 4. Antioxydants et activités antioxydantes des jus extraits..... | 123 |
| 4.1. Vitamine C et caroténoïdes totaux | 123 |
| 4.2. Composés phénoliques | 125 |
| 4.3. Activité anti-oxydante | 131 |
| 4.5. Analyse en composantes principales "ACP" | 134 |
| 4.6. Analyse par classification hiérarchique ascendante "CHA" | 138 |
| 5. Caractérisation des extraits méthanoliques par HPLC | 139 |
| 5.1. Acides organiques | 142 |
| 5.2. Composés phénoliques | 148 |
| 5.2.1. Stilbènes | 149 |
| 5.2.2. Acides phénoliques | 151 |
| 5.2.3. Tanins | 154 |
| 5.2.4. Flavonols | 156 |
| 5.2.5. Anthocyanines | 157 |
| 5.2.6. Flavonones | 159 |
| 5.2.7. Flavones | 160 |
| 5.2.8. Autres composés phénoliques..... | 161 |
| 5.2.9. Répartition des composés phénoliques identifiés | 162 |
| CONCLUSION ET PERSPECTIVES..... | 166 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES..... | 169 |
| ANNEXES | |
| RAPPORTS SCIENTIFIQUES | |

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

| N° | Titre des figures | Pages |
|--------|--|-------|
| 1.1 | : Principaux pays viticoles dans le monde..... | 19 |
| 1.2 | : Production mondiale du raisin..... | 21 |
| 1.3 | : Répartition des superficies de la vigne dans le monde..... | 21 |
| 1.4 | : Répartition en pourcentage de la production végétale par type de culture..... | 24 |
| 1.5 | : Cycle de développement végétatif et reproducteur annuel de la vigne..... | 27 |
| 1.6 | : Le grain de raisin..... | 29 |
| 1.7 | : Développement de la baie de <i>Vitis vinifera</i> cv Muscat..... | 30 |
| 2.8 | : Biosynthèse phénolique d'une baie de raisin mûre..... | 38 |
| 2.9 | : Composés phénoliques du raisin..... | 39 |
| 2.10 | : Réactions impliquées dans la formation et l'élimination des ERO..... | 41 |
| 2.11 | : Composés phénoliques non-flavonoïdes et flavonoïdes du raisin..... | 43 |
| 2.12 | : Structure générale de la 2-phényl-benzopyrone..... | 44 |
| 2.13 | : Principaux groupes de flavonoïdes..... | 44 |
| 2.14 | : Anthocyanidines du raisin sous forme de cation flavylum..... | 45 |
| 2.15 | : Structure aglycone des flavonols du raisin..... | 46 |
| 2.16 | : Structure des tanins du raisin..... | 47 |
| 2.17 | : Acides phénoliques..... | 48 |
| 2.18 | : Structures chimiques de quelques acides hydroxybenzoïques..... | 49 |
| 2.19 | : Structure et nomenclature des principaux acides hydroxycinnamiques..... | 49 |
| 2.20 | : Structures chimiques des stilbènes les plus abondants dans le raisin..... | 50 |
| 2.21 | : Structures de quelques caroténoïdes de raisins..... | 51 |
| 2.22 | : Structure de base de l'acide L-ascorbique..... | 52 |
| 3.23 | : Carte de prélèvement des échantillons..... | 53 |
| 3.24 | : Variétés de raisin étudiées « photos originales »..... | 55 |
| 3.25 | : Protocole expérimental..... | 57 |
| 4.26 | : Proportion des graines, pellicules et pulpes dans les baies..... | 78 |
| 4.27 | : Carte factorielle des corrélations entre les paramètres pomologiques..... | 80 |
| 4.28 a | : Carte factorielle de l'ensemble des observations..... | 82 |
| 4.28 b | : Carte factorielle des valeurs moyennes en descripteurs pomologiques..... | 83 |
| 4.29 a | : Classification hiérarchique ascendante de l'ensemble des observations..... | 84 |
| 4.29 b | : Classification hiérarchique ascendante des moyennes des observations..... | 84 |
| 4.30 | : Carte factorielle des corrélations ; cas des baies et pulpes..... | 87 |
| 4.31 a | : Carte factorielle de l'ensemble des observations ; cas baies et pulpes..... | 89 |
| 4.31 b | : Carte factorielle des moyennes en descripteurs sensoriels ; baies et pulpes..... | 90 |
| 4.32 a | : Classification hiérarchique ascendante de l'ensemble des observations..... | 92 |
| 4.32 b | : Classification hiérarchique ascendante des valeurs moyennes..... | 93 |

| N° | Titre des figures | Pages |
|---------------|--|--------------|
| 4.33 | : Carte factorielle des corrélations ; cas des pellicules..... | 95 |
| 4.34 a | : Carte factorielle des variables et observations ; cas des pellicules | 97 |
| 4.34 b | : Carte factorielle de l'ensemble de descripteurs sensoriels des pellicules..... | 98 |
| 4.35 a | : Classification hiérarchique ascendante des observations ; pellicules..... | 99 |
| 4.35 b | : Classification hiérarchique ascendante de l'ensemble des observations..... | 100 |
| 4.36 | : Carte factorielle des corrélations entre les attributs sensoriels des graines..... | 103 |
| 4.37 a | : Carte factorielle des variables et des observations ; cas des graines..... | 105 |
| 4.37 b | : Carte factorielle de l'ensemble de descripteurs sensoriels des graines | 106 |
| 4.37 c | : Carte factorielle des valeurs moyennes en descripteurs sensoriels, graines..... | 106 |
| 4.38 a | : Classification hiérarchique ascendante des moyennes des observations..... | 107 |
| 4.38 b | : Classification hiérarchique ascendante de l'ensemble des observations..... | 108 |
| 4.39 | : Teneur en sucres des jus de raisin de différentes variétés étudiées..... | 116 |
| 4.40 | : ACP ; Cercle des corrélations entre les paramètres physico-chimiques..... | 118 |
| 4.41 a | : Carte factorielle de l'ensemble des observations..... | 120 |
| 4.41 b | : Carte factorielle des valeurs moyennes des observations..... | 120 |
| 4.42 a | : Classification hiérarchique ascendante de l'ensemble des observations..... | 121 |
| 4.42 b | : Classification hiérarchique ascendante des observations moyennes..... | 122 |
| 4.43 | : Vitamine C et caroténoïdes totaux du jus de raisins étudiés..... | 125 |
| 4.44 | : ITP et teneurs en polyphénols totaux du jus de raisins étudiés..... | 127 |
| 4.45 | : Composés flavonoïdes du jus de raisins étudiés..... | 129 |
| 4.46 | : Potentiel anthocyanique total et anthocyanines du jus de raisins étudiés..... | 131 |
| 4.47 | : Activité anti-oxydante du jus de raisins étudiés | 133 |
| 4.48 | : ACP ; Cercle des corrélations entre les paramètres étudiés | 135 |
| 4.49 | : Matrice des corrélations..... | 136 |
| 4.50 | : Carte factorielle des observations..... | 137 |
| 4.51 | : Classification hiérarchique ascendante des jus de raisin étudiés | 138 |
| 4.52 a | : Profil phénolique du jus de raisin (Cardinal) détecté à 254 nm..... | 140 |
| 4.52 b | : Profil phénolique du jus de raisin (Cardinal) détecté à 325 nm..... | 140 |
| 4.53 a | : Profil phénolique du jus de raisin (Merlot) détecté à 254 nm..... | 141 |
| 4.53 b | : Profil phénolique du jus de raisin (Merlot) détecté à 325 nm..... | 141 |
| 4.54 | : Différents, composés phénoliques identifiés par HPLC..... | 164 |
| 4.55 | : Distribution des principaux composés phénoliques identifiés..... | 165 |

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

| N° | Titre des tableaux | Pages |
|-----------|--|--------------|
| 1.1 | : Superficie du vignoble des principaux pays viticoles..... | 20 |
| 1.2 | : Evolution des superficies, productions et rendement de la vigne en Algérie..... | 22 |
| 1.3 | : Bilan de production : campagne vitivinicole 2019/ 2020 Wilaya de Tipaza..... | 24 |
| 1.4 | : Bilan de production : compagne vitivinicole 2019/ 2020 Wilaya de Tipaza..... | 25 |
| 2.5 | : Composition chimique de la pellicule | 33 |
| 2.6 | : Composition chimique de la pulpe..... | 34 |
| 2.7 | : Composition chimique des pépins..... | 34 |
| 2.8 | : Composition chimique de du fruit..... | 36 |
| 3.9 | : Caractéristiques des échantillons analysés..... | 56 |
| 3.10 | : Gradient de l'analyse par chromatographie..... | 72 |
| 4.11 | : Caractéristiques pomologiques des raisins étudiées..... | 74 |
| 4.12 | : Matrice des corrélations entre les descripteurs pomologiques étudiés..... | 81 |
| 4.13 | : Evaluation du fruit par analyse sensorielle ; cas des baies et pulpe..... | 86 |
| 4.14 | : Matrice des corrélations entre les descripteurs sensoriel des baies et pulpes..... | 88 |
| 4.15 | : Evaluation du raisin par analyse sensorielle ; cas des pellicules..... | 94 |
| 4.16 | : Matrice des corrélations entre les descripteurs sensoriels des pellicules..... | 96 |
| 4.17 | : Evaluation du raisin par analyse sensorielle ; cas des graine..... | 102 |
| 4.18 | : Matrice des corrélations entre les descripteurs sensoriels des graines..... | 104 |
| 4.19 | : Propriétés physico-chimiques des jus de raisin étudiées..... | 109 |
| 4.20 | : Sucre des jus de raisins étudiés..... | 114 |
| 4.21 | : Matrice des corrélations entre les paramètres physico-chimiques étudiés..... | 119 |
| 4.22 | : Teneurs en Antioxydants des jus de raisins étudiés..... | 124 |
| 4.23 | : Activité anti-oxydante du jus de raisins étudiés..... | 132 |
| 4.24 | : Corrélation entre les antioxydants et activité anti-oxydante..... | 136 |
| 4.25 | : Composés identifiés par analyse HPLC à 254 et 325 nm (Cardinal, Merlot)..... | 144 |
| 4.26 | : Quantités des composés chimiques identifiés par HPLC à 254 et 325 nm..... | 145 |
| 4.27 | : Pourcentages de différents composés phénoliques identifiés..... | 163 |

Introduction

La vigne (*Vitis vinifera L.*) est l'une des plus vieilles cultures qui a pris naissance il y a quatre mille ans environ ; elle possède de grandes facultés d'adaptation aux conditions pédoclimatiques. Elle est cultivée dans les régions chaudes et également sous des climats relativement froids [1, 2]. Son importance économique considérable se situe au niveau de la production, son fruit, commercialisé comme raisin de table, jus, mais surtout utilisé pour la production du vin. Selon la publication de l'OIV(2019) [3], la culture de la vigne couvre environ 7.4 millions ha sur l'ensemble des cinq continents avec une production de 78 millions tonnes de raisins dont 27,3 millions tonnes de raisins de table, 1,3 millions tonnes de raisins secs et de 292 millions d'hl de vin. En Algérie, la viticulture a connue un important développement notamment la dernière décennie ; en effet, la superficie de vignoble Algérien est passée de 50000 ha en 2010 à plus de 69642 ha en 2018 [4]. Dont 67% occupée par la vigne de table et 33% par la vigne de transformation, la production totale des raisins est de 5665787 qx (88% pour les raisins de table et 12% pour les raisins de transformation) et le total des variétés homologuées s'élève à 96 dont ; 55 variétés de tables, 33 de transformation, 5 de séchage et 10 variétés de portes greffes [4].

Les raisins, fruits de la vigne (*Vitis vinifera L.*) ; jouent un rôle central dans les produits agricoles consommables et transformables [5]. Ils sont appréciés pour leur impact positif sur la santé humaine et leur importance économique substantielle [6]. Ils ont des formes, des couleurs, des goûts et des propriétés thérapeutiques et technologiques qui diffèrent d'une variété à une autre et généralement sont nommés en se référant à leur forme, couleur, ou à la région où elles sont cultivés plus [7]. La fraîcheur de la rafle (doit être verte et turgescence), la forme de la grappe et des baies, leurs poids, l'aspect général, la couleur de la peau, l'uniformité des baies, la structure de la pellicule qui doit être mince et ferme, la teneur en sucres et acides des baies; sont admis, comme critères de qualité [8]. C'est pourquoi, il est nécessaire de sélectionner des variétés dont les caractéristiques sont favorables, comme la forte saveur fruitée, l'équilibre entre le sucre et l'acidité et les bonnes performances après la récolte. Il est donc devenu impératif de développer et appliquer des normes de qualité ; dans le but de valoriser les produits vitivinicoles Algérien, en fait une meilleure connaissance des ressources phénotypiques et physico-chimiques des raisins est nécessaire pour leur gestion optimisée et leur utilisation appropriée dans de nouveaux programmes d'amélioration et de diversification des produits pour une viticulture durable.

Les jus de raisin sont des matrices complexes constituées principalement d'eau et plusieurs métabolites, avec un accent sur les sucres, les acides organiques, les minéraux, les composés phénoliques et aromatiques [9, 10, 11, 12, 13, 14]. Une compréhension globale de la

composition biochimique de ce produit précieux, ainsi que de ses divers modes de consommation, intéresse à la fois les chercheurs et les consommateurs. Les acides organiques sont largement reconnus comme les principaux métabolites des baies de raisin, et le profil et la concentration de ces composés ont été soulignés comme des facteurs essentiels influençant le traitement et la composition chimique du vin et des jus de raisin [11, 12, 14]. La présence d'acides, tels que l'acide lactique, malique et tartrique, affecte de manière significative la stabilité chimique, le pH, l'équilibre du goût et l'arôme, qui, à leur tour, contribuent à la saveur globale des produits à base de raisin [16]. Les sucres et les acides organiques, quantifiés par les matières solides solubles totales (SST) et l'acidité titrable (AT), sont étroitement associés à la saveur des baies de raisin et jouent un rôle crucial dans les préférences des consommateurs [17]. De plus, la teneur et la composition des acides organiques et des sucres des raisins sont essentielles à la sélection des cépages [18]. Par conséquent, la nature et la quantité des sucres et des acides présents dans le raisin ont été largement étudiées au cours des dernières décennies [18, 17, 14, 19]. Le glucose et le fructose sont les sucres dominants dans la majorité des cépages, alors que le saccharose n'est présent qu'à l'état de traces. Néanmoins, certains hybrides présentent des taux de saccharose plus élevés en raison de leur patrimoine génétique [20].

Les raisins et les jus qui en résultent, contiennent des quantités de composés phytochimiques et de nutriments qui offrent de nombreux avantages pour la santé [21]. Les polyphénols, représentent les composés phytochimiques les plus importants du raisin et des jus correspondants car ils sont associés à de nombreuses ; activités biologiques et bienfaits pour la santé [22] ; en raison de leurs propriétés antioxydantes et de leur capacité à éliminer les radicaux libres [23, 24]. Parmi celles-ci, la réduction de l'incidence de maladies telles que les maladies cardiovasculaires et neurologiques, l'athérosclérose et l'hypertension artérielle, le syndrome métabolique, le cancer et le diabète de type 2 [25]. La composition polyphénolique des raisins dépend de l'espèce (*Vitis vinifera*) et des cépages [26, 27]. Parmi les polyphénols ; les acides phénoliques, les flavonoïdes, les anthocyanes, les stilbènes, les lignanes et les formes polymérisées, telles que les tanins et les lignines, sont représentatifs du raisin et des produits dérivés, notamment les moûts et les vins [28]. Il est important d'utiliser la teneur en composés phénoliques comme critère d'évaluation qualité/nutrition pour différentes variétés de raisin cultivés dans notre pays afin de fournir une classification quantifiable de la qualité et des avantages potentiels pour la santé de consommateur.

L'inclusion du jus de raisin dans les boissons et les aliments est appréciée en raison de sa teneur en polyphénols et de ses propriétés bénéfiques pour la promotion de la santé et la prévention du développement de maladies [29, 30, 31]. La quantité et le type de composés

phénoliques présents dans le jus de raisin dépendent du cépage, du climat, des conditions viticoles et du processus d'obtention du jus. À ce jour, ces composés n'ont pas été étudiés de manière approfondie. La majorité des polyphénols se trouvent dans les pépins et les pellicules des baies de raisin, alors que la pulpe contient moins de ces composés [32, 33, 34]. La peau et les graines possèdent des polyphénols complexes responsables de saveurs amères et astringentes, caractéristiques peu appréciées dans les produits alimentaires. Le jus de raisin obtenu à partir de la pulpe d'espèces de raisin spécifiques est un produit naturel contenant des molécules bioactives ; ce jus est très demandé pour être utilisé dans les boissons non alcoolisées notamment pour les bébés et les sportifs [35]. Des études antérieures ont montré que la consommation d'aliments riches en polyphénols réduit le risque de maladies induites par le stress oxydatif, en raison de leurs propriétés antioxydantes, réduisant ainsi l'accumulation d'espèces réactives de l'oxygène (ROS) intracellulaires qui sont des molécules importantes dans le développement des maladies neurodégénératives, cardiovasculaires, et les maladies cancéreuses [36,37]. Des études *in vivo* et des essais cliniques ont montré les effets bénéfiques des polyphénols de raisin, dans le traitement du cancer [38] et des maladies cardiovasculaires [39]. De plus, des recherches examinant des polyphénols spécifiques tels que le resvératrol ont montré qu'ils interfèrent avec de nombreuses voies métaboliques liées à la progression de certains types de cancer et de maladies coronariennes [40,41].

Une étude récente a montré que les molécules bioactives présentes dans le jus de raisin et le vin sont responsables de bienfaits pour la santé lorsqu'elles sont incluses dans l'alimentation. Néanmoins, l'alcool présent dans les vins est déconseillé aux enfants, aux personnes âgées et aux personnes présentant différentes pathologies [42]. De plus, il a été rapporté que la consommation de jus de raisin a des effets antioxydants similaires à ceux du vin, malgré la quantité plus élevée de polyphénols présents dans le vin [43]. Plusieurs études montrent les effets positifs de la consommation de jus de raisin sur la santé humaine, notamment une réduction de l'indice de masse corporelle, de la glycémie, de la peroxydation des lipides plasmatiques, de la tension artérielle et du cholestérol total, ainsi qu'une augmentation de la capacité antioxydante sérique et des taux plasmatiques de HDL -c et apolipoprotéine B [43, 44,45]. Ces résultats continuent de susciter l'intérêt pour une meilleure compréhension de la composition en polyphénols du jus de raisin et des effets bénéfiques sur la santé lorsqu'il est inclus dans l'alimentation quotidienne [32, 35, 46].

Ces dernières années, de nombreuses études ont caractérisé la teneur en polyphénols des raisins et produits qui en résultent. Ses recherches ont montré que la quantité de ces composés dans les produits rouges est nettement plus élevée que dans les produits blancs en raison du

cépage et des processus technologiques impliqués dans leur élaboration [47, 48]. Cependant, la revue bibliographique a révélé l'existence de peu de travaux sur la composition détaillée ; en antioxydants et activités antioxydantes des jus de raisins algériens. En fait ; l'un des rares travaux, a été réalisé par Derradji-Benmeziane et al., [49] se concentrant sur l'étude des antioxydants et de l'activité antioxydante des raisins de table et par conséquent de leur jus ; issus d'une région à faible activité viticole EL-Tarf au nord-est de l'Algérie.

Etant donnée ; que la composition chimique des raisins semble être liée à des caractéristiques agronomiques telles que la variété, leur classification nécessite une approche statistique capable d'interpréter des modèles dans des données multivariées. L'analyse en composantes principales (ACP) et la classification hiérarchique ascendante (CHA) sont les techniques d'analyse multivariée les plus couramment utilisées pour examiner l'ensemble des données de divers raisins et les classer [50]. Ainsi, l'analyse multivariée pourrait être utile pour différencier les raisins, en tenant compte du type et de la concentration de différents paramètres agronomiques, physico-chimiques et organoleptiques étudiés.

Considérant ces contextes, les objectifs multiples de ce travail, convergent tous vers une étude détaillée et approfondie des critères de qualité, des raisins et jus extraits, de cinq cépages de table et trois de cuve cultivées dans la région de Tipaza, Algérie.

Notre étude est scindée en deux parties :

- une synthèse bibliographique, composée de deux chapitres à travers lesquels on a développé des notions sur la vigne, le raisin et la phytochimie de la baie.
- La seconde partie ; expérimentale composée de deux chapitres ; constitue le travail proprement dit ; ainsi deux thématiques ont été développées ; dans la première nous avons étudié les paramètres pomologiques, sensoriels, physicochimiques et biochimique, tandis que la seconde est consacrée à l'étude des antioxydants, activités anti-oxydante et détermination des profils phénoliques par HPLC.

Partie I

Etude bibliographique

ԷՒԴԵ ԲԻԲԼԻՈԳՐԱԳՐԱԿ

1. Importance de la viticulture

1.1. Dans le monde

La vigne est l'une des espèces fruitières les plus cultivées dans le monde en termes de surface et de valeur économique [51, 52]. Sa culture s'étend sur les cinq continents avec une superficie d'environ 7,3 Millions d'hectares en 2021, soit à peine moins qu'en 2020 (-0,3 %) [53]. La superficie mondiale du vignoble désigne la surface totale plantée en vigne pour tous les usages (vins et jus, raisin de table, raisins secs), y compris les jeunes vignes qui ne produisent pas encore. La superficie du vignoble mondial semble être stabilisée depuis 2017 (tableau 1.1). Les surfaces viticoles mondiales sont généralement situées en Europe (57,9%), le reste est réparti entre l'Asie (21%), l'Amérique (13%), l'Afrique (5,2%), et l'Océanie (2,7 %) (figure 1.1). Les pays méditerranéens viennent en tête dans l'importance des surfaces viticoles, avec une superficie de 6 Mio ha [54]. L'Algérie occupe le 23^{ème} rang au niveau mondial avec une superficie presque stable pour les années 2017, 2018, 2019, 2020 et 2021 soit 75 Mha (tableau 1.1).

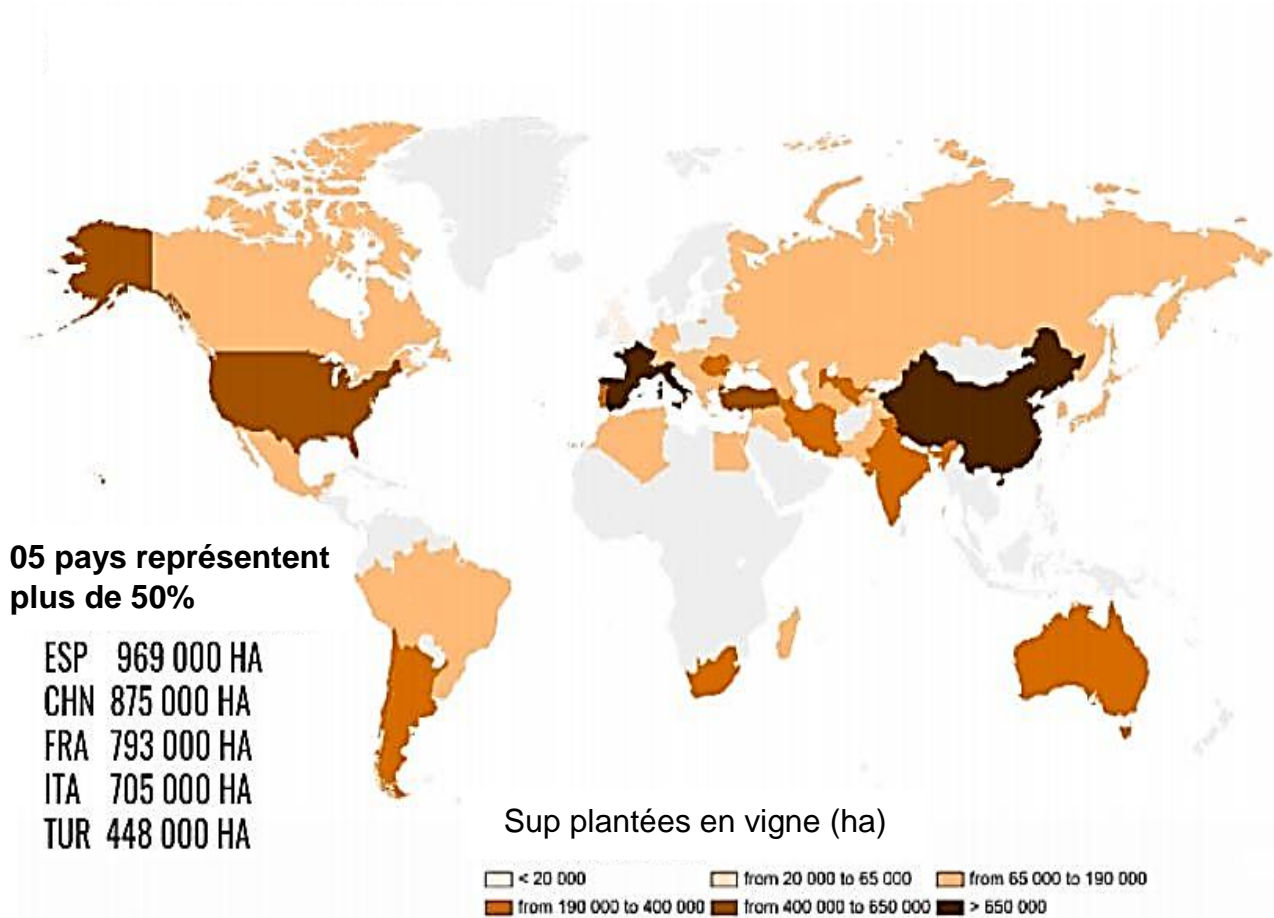


Figure 1.1 : Principaux pays viticoles dans le monde [3].

En 2018, la production mondiale de raisins frais est de près de 78 Millions de tonnes (raisins destinés à tous type d'utilisation) dont 49,4 millions de tonnes destinée à la transformation (raisins de cuve) ; 27,3 millions tonnes de raisins de table et 1,3 millions tonnes de raisins secs (figure 1.2) [3]. La Chine est le premier pays producteur mondial de raisins avec 11,7 millions de tonnes soit 15% de la production mondiale de raisins suivie de l'Italie (8,6 millions de tonnes), des Etats-Unis (6,9 millions de tonnes), de l'Espagne (6,9 millions de tonnes) et de la France (5,5 millions de tonnes) [3]. Les pays européens restent prédominant au terme de production (37%) et de superficie viticole (45%) soit 3,2 millions d'hectares [3].

Tableau 1.1 : Superficie du vignoble des principaux pays viticoles [53]

| Années | | | | | |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Pays | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
| Espagne | 968 | 972 | 966 | 961 | 964 |
| Chine | 830 | 855 | 855 | 857 | 857 |
| France | 788 | 792 | 794 | 796 | 798 |
| Italie | 699 | 705 | 714 | 719 | 718 |
| Turquie | 448 | 448 | 436 | 431 | 419 |
| Etats-Unis | 434 | 408 | 407 | 400 | 400 |
| Argentine | 222 | 218 | 215 | 215 | 211 |
| Chili | 207 | 208 | 210 | 207 | 210 |
| Portugal | 194 | 192 | 195 | 195 | 194 |
| Romanie | 191 | 191 | 191 | 190 | 189 |
| Iran | 153 | 167 | 167 | 170 | 170 |
| Inde | 147 | 149 | 151 | 151 | 151 |
| Australie | 145 | 146 | 146 | 146 | 146 |
| Moldavie | 151 | 147 | 143 | 140 | 138 |
| Afrique de sud | 130 | 130 | 129 | 128 | 126 |
| Ouzbékistan | 111 | 108 | 112 | 112 | 112 |
| Grèce | 106 | 108 | 109 | 109 | 109 |
| Allemagne | 103 | 103 | 103 | 103 | 103 |
| Afghanistan | 94 | 94 | 96 | 100 | 100 |
| Russie | 91 | 94 | 96 | 97 | 98 |
| Brésil | 84 | 82 | 81 | 80 | 81 |
| Egypte | 84 | 80 | 78 | 77 | 77 |
| Algérie | 75 | 75 | 74 | 75 | 75 |
| Bulgarie | 65 | 67 | 67 | 66 | 66 |
| Hongrie | 68 | 69 | 68 | 65 | 64 |
| Autres pays | 811 | 809 | 826 | 831 | 826 |
| Total mondial | 7329 | 7341 | 7357 | 7347 | 7328 |

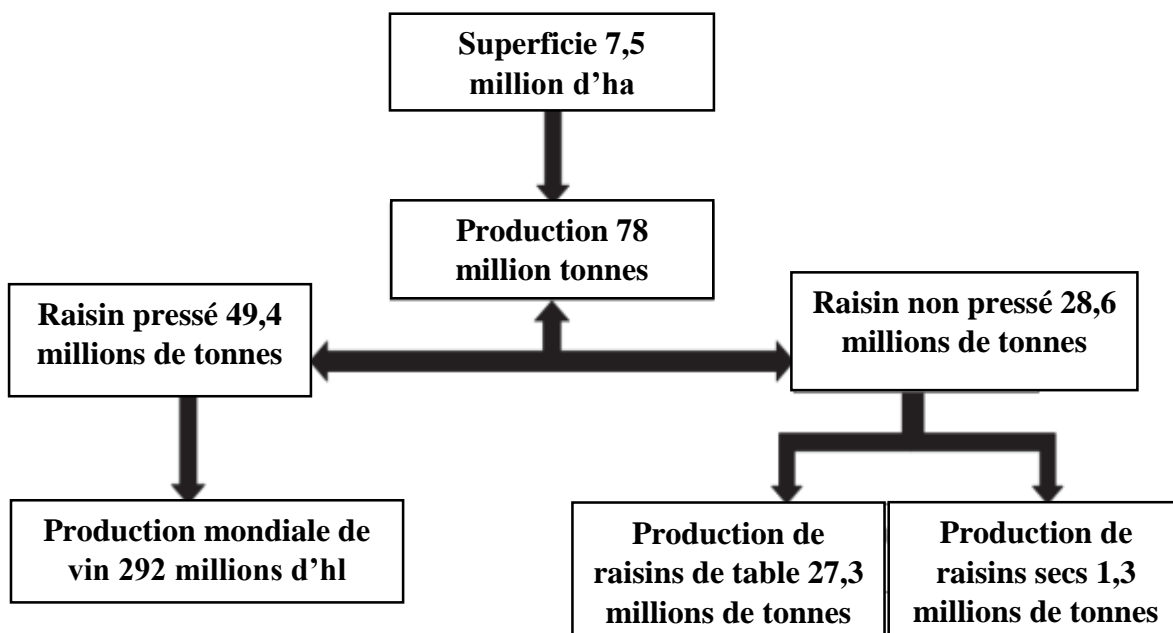


Figure 1.2 : Production mondiale du raisin [3].

La répartition des superficies des différentes variétés de vigne en 2017, montre que la Chine est le premier producteur de raisins frais suivie de l’Egypte et de l’Inde. Les superficies en vignes de cuves sont essentiellement importantes dans les pays de l’union Européen, notamment la France, l’Espagne et l’Italie. Les superficies des raisins secs caractérisent la Turquie et les Etats-Unis (figure1.3).

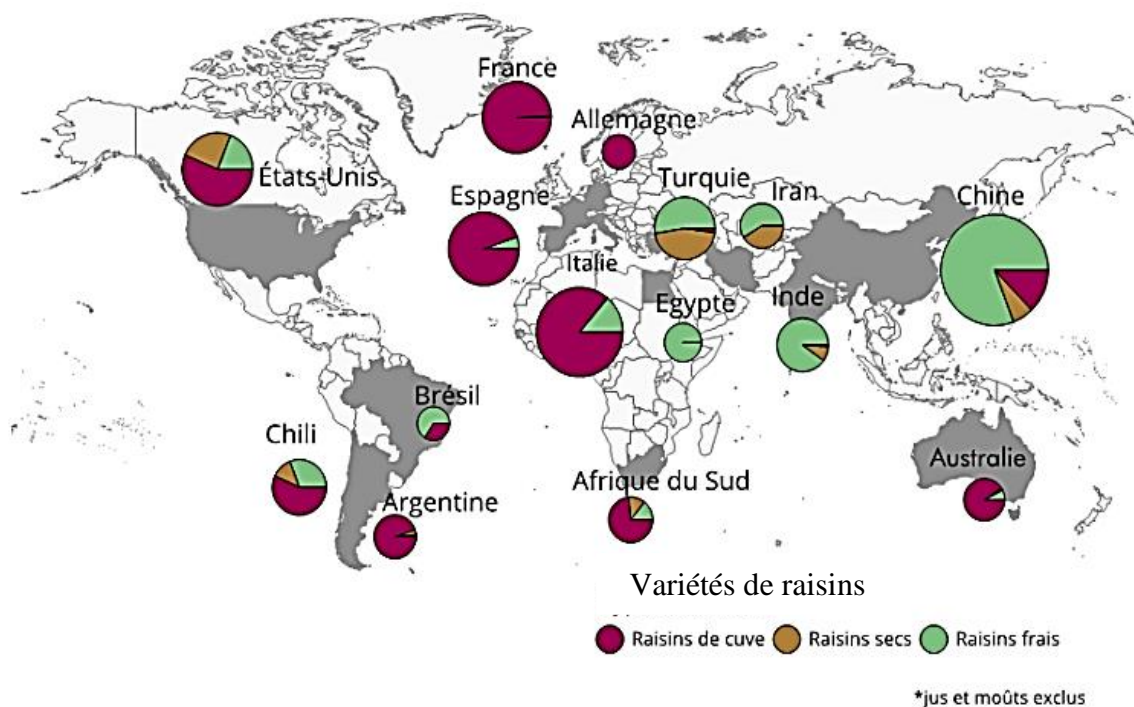


Figure 1.3 : Répartition des superficies de la vigne dans le monde [55]

1.2. En Algérie

La viticulture est parmi les principales essences fruitière de pays ; avec près de 7 % de la superficie arboricole totale, soit une superficie de 68 649 ha [56, 57]. De ce fait, elle occupe une place de choix dans le processus de la relance économique dans notre pays, occupant ainsi, la quatrième place à l'échelle nationale après l'olivier, le palmier dattier et les agrumes.

Actuellement, la viticulture est très diversifiée en Algérie, elle est constituée de cépages à raisins de tables (48 310 ha), à raisins de cuves (20 294 ha) et de porte greffes (62 ha) [56, 57]. Elle se répartie sur l'ensemble de territoire, nous la retrouvons aussi bien en plaine qu'en montagne, ainsi que sur les coteaux, la steppe et les zones oasiennes. En 2019, la production de raisins de tables a atteint 5 037 396 qx pour une population de 43 000 000 habitants, ce qui représente une consommation de 11,71 kg/ habitant [58].

Le vignoble de table est dominé par les cépages de saison, il se localise dans les zones littorales, les plaines antérieures et les montagnes. La vigne de table se caractérise essentiellement par, une dominante de la conduite en extensive, une fluctuation des rendements, une courte période de présence sur le marché, avec une gamme de cépage peu diversifiée et insuffisamment adaptée à la demande de marché [56, 57]. Au cours de la dernière décennie 2010/2019 la production moyenne de raisin de table est de 4 649 703,2 qx (tableau 1.2) [58].

Tableau 1.2 : Evolution des superficies, productions et rendement de la vigne en Algérie [58]

| Vigne Années | Vigne de table | | | Vigne de cuve | | | Vigne de séchage | | |
|-----------------|----------------|-----------|-------------|---------------|----------|-------------|------------------|----------|-------------|
| | Sup (ha) | Prd (qx) | Rdt (qx/ha) | Sup (ha) | Prd (qx) | Rdt (qx/ha) | Sup (ha) | Prd (qx) | Rdt (qx/ha) |
| 2010 | 41 511 | 4 743 285 | 114,3 | 27 646 | 860 715 | 31,1 | 67 | 1620 | 24,2 |
| 2011 | 45 338 | 3 499 150 | 77,7 | 26 929 | 525 120 | 19,5 | 69 | 1650 | 23,9 |
| 2012 | 42 638 | 4 683 466 | 109,8 | 25 973 | 697 404 | 26,9 | 58 | 1720 | 29,7 |
| 2013 | 42 980 | 4 829 497 | 112,4 | 25 545 | 878 043 | 34,4 | 38 | 860 | 22,6 |
| 2014 | 41 709 | 4 373 117 | 104,8 | 24 670 | 806 373 | 32,7 | 38 | 860 | 22,6 |
| 2015 | 42 231 | 4 925 640 | 116,6 | 23 712 | 754 350 | 31,8 | 36 | 700 | 19,7 |
| 2016 | 42 692 | 4 991 321 | 116,9 | 23 123 | 721 694 | 31,2 | 31 | 500 | 16,4 |
| 2017 | 42 067 | 5 000 922 | 118,9 | 22 415 | 664 865 | 29,7 | 00 | 00 | 00 |
| 2018 | 41 036 | 4 413 238 | 107,55 | 21 620 | 616 547 | 28,52 | 00 | 00 | 00 |
| 2019 | 41 382 | 5 037 396 | 121,7 | 20 294 | 460 933 | 22,7 | 00 | 00 | 00 |

La viticulture algérienne est concentrée exclusivement au niveau de 12 principales wilayas réparties dans les régions Ouest et centre de pays dont six se trouve à l'Ouest occupant une superficie de 35 964 ha soit 52,38% de la superficie totale national (Ain -Temouchent (12 671) ; Mostaganem (10 796) ; Mascara (4 746) ; Sidi Bel Abbes (4 225) ; Tlemcen (2 286) et Chlef (1 240)). Les sept wilayas restantes se trouvent au centre avec une superficie de 25 734 soit 37,48% (Boumerdès (13 873) ; Médéa (4 371) ; Tipaza (2 665) ; Alger (2 381) ; Tizi Ouzou (1 275) et Blida (1 169)) [56, 57].

La description des cépages de vigne cultivés en Algérie ont fait l'objet de nombreuses études, il s'agit souvent de cépages introduits ou autochtones. Les principaux cépages multipliés sont : le Cardinal, le Gros noir, le Muscat, Sabelle, le Dattier et le Red Glob [58]. Le marché Algérien connaît la dominance d'un certain nombre de variétés, telle que Sabelle, Cardinal et Ahmer Bou Amar pour les cépages de table, Carignan et Cinsault pour les cépages de cuve. L'arrêté de 27 novembre 2008 paru dans le journal officiel du 28 janvier 2009 fixe la liste provisoire des espèces et cépages de table (40), de cuve (31), de séchage (05) ainsi que de porte greffe (10) autorisées à la production et à la commercialisation [59].

1.3. Dans la Wilaya de Tipaza

Le secteur de l'agriculture occupe une place importante dans la vie économique de la Wilaya, la superficie agricole totale est de 69 956,79 ha, dont 61 938 ha de superficie agricole utile et 27 085 ha de terres irrigués, soit 43,92% de la SAU, la Mise en valeur des terres : 494,4212 Ha (activités réalisées : plantations fruitières). Les cultures pratiquées sur les terres de la wilaya varient selon la nature du sol et les plus importantes sont données par la figure 1.4 [60].

Le territoire de la wilaya de Tipaza constituait un espace idéal pour développer la viticulture, compte tenu de la disponibilité de plusieurs paramètres. Cette spéculation jouait un rôle prépondérant dans l'épanouissement économique et social dans cette bordure de la rive sud du bassin méditerranéen. La wilaya de Tipaza produit du raisin blanc (dattier- muscat-Victoria en pergola) et du raisin noir (gros noir- Cardinal- Red globe en pergola) (tableau 1.3). Outre le muscat de Cherchell, la vigne de table demeure sans aucun doute l'une des solutions de l'avenir pour augmenter la production viticole de la Wilaya, de surcroît une création de richesses, notamment après la mise en valeur des espaces agricoles situés sur les reliefs aux accès difficiles [4].

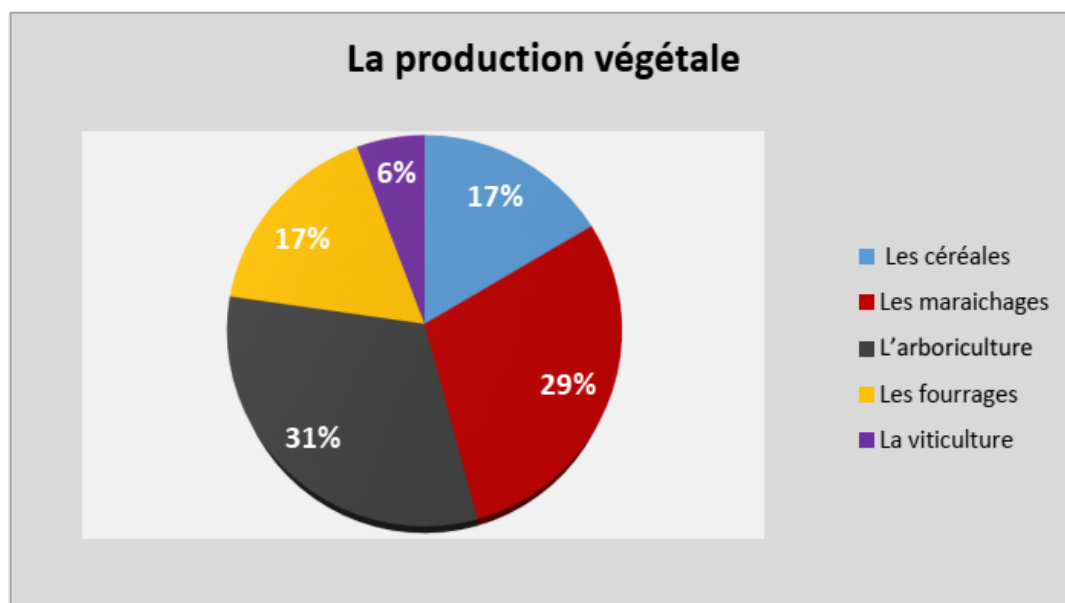


Figure 1.4 : Répartition en pourcentage de la production végétale par type de culture [60].

Tableau 1.3 : Bilan de production : campagne vitivinicole 2019/ 2020 Wilaya de Tipaza [61].

| Cépages | Vigne de table | | | |
|----------------|-----------------|---------------------|-------------------|-----------------|
| | Sup totale (ha) | Sup en rapport (ha) | Sup récoltée (ha) | Production (qx) |
| Dattier | 897,22 | 880 | 880 | 108434 |
| Cardinal | 369,67 | 347,5 | 347,5 | 43253 |
| Gros noir | 215 | 210,5 | 210,5 | 27405 |
| Sabelle | 25,5 | 3 | 3 | 360 |
| Valencier | 5,3 | 2 | 2 | 330 |
| Muscat | 278,4 | 227 | 227 | 28303 |
| Italia | 106,75 | 60,5 | 60,5 | 16435 |
| Red Globe | 249,75 | 68,5 | 68,5 | 31077 |
| Victoria | 61,62 | 35 | 35 | 15144 |
| Matilda | 29 | 21 | 21 | 8965 |
| Michel Palieri | 8,4 | 00 | 00 | 00 |
| Total | 2246,61 | 1855 | 1855 | 279676 |

La vigne de cuve, dans la wilaya de Tipaza constitue un élément important du développement agricole. Compte tenu de double effet d'une politique d'arrachage-substitution

dont on n'a pas mesuré l'ampleur des conséquences et de la vieillesse des plantations ; la situation dans laquelle se trouve actuellement ce secteur nécessite la mise en œuvre d'actions de redressement. Les mesures de relance du potentiel de production qui ont été prises dans le cadre des orientations de la MADR s'appuient sur un programme de rajeunissement et de développement des cépages de cuve de qualité tels que la Syrah, le Merlots, le Pinot noir...etc. (tableau 1.4) [4].

Tableau 1.4 : Bilan de production : compagne vitivinicole 2019/ 2020 Wilaya de Tipaza [61].

| Cépages | Vigne du cuve | | | |
|--------------|-----------------|---------------------|-------------------|-----------------|
| | Sup totale (ha) | Sup en rapport (ha) | Sup récoltée (ha) | Production (qx) |
| Cinsault | 79,07 | 79,07 | 79,07 | 896 |
| Grenache | 15 | 15 | 15 | 195 |
| Carignon | 9 | 9 | 9 | 99 |
| Cabernet | 88,7 | 88,7 | 88,7 | 1714 |
| Merlot | 51,54 | 51,54 | 51,54 | 1585 |
| Syrah | 59,34 | 59,34 | 59,34 | 1562 |
| Pinot noir | 22,27 | 22,27 | 22,27 | 425 |
| Chardonay | 2 | 2 | 2 | 26 |
| San giovesé | 2,45 | 2,45 | 2,45 | 73 |
| Sauvignon | 18,95 | 18,95 | 18,95 | 176 |
| Total | 348,32 | 348,32 | 348,32 | 6751 |

2. la vigne

La vigne appartient à la famille des Vitaceae, famille qui comprend une soixantaine d'espèces inter-fertiles [62]. Dans cette famille, il existe 14 genres dont le genre *Vitis* avec 2 sous-genres, *Muscadinia* et *Euvitis*. Au sein de ce dernier, l'espèce *Vitis vinifera* est la plus répandue et cultivée au monde pour la production de raisins aux qualités organoleptiques élevées pour l'élaboration de vin ou de raisins de table [63, 64].

2.1.Origine

L'histoire de la relation entre la vigne et l'Homme est très ancienne et est liée à celle du développement des civilisations eurasiennes. Les premières traces de domestication de la vigne trouvent leur origine plus à l'Est, comme en témoigne des pépins de variétés primo

domestiquées retrouvées en Géorgie et en Turquie et datant d'environ 8 000 ans avant JC [65, 66]. La dispersion des cultivars primo-domestiqués s'est faite de manière concomitante à celle des civilisations les ayant développés : dans un premier temps vers les régions telles que l'Égypte et la Mésopotamie (vers 5500-5000 avant JC) puis vers les principales civilisations de la méditerranée à savoir les Assyriens, Phéniciens, Grecs, Romains, Etrusques et Carthaginois [66]. Avec l'expansion romaine et ses routes commerciales, notamment les fleuves (le Rhin, le Rhône, le Danube et la Garonne), la vigne se disperse dans toute l'Europe jusqu'aux régions du Nord de l'Allemagne [62, 63].

Aujourd'hui, la vigne est cultivée sur tous les continents, surtout dans les régions à climats tempéré et méditerranéen d'Europe, d'Asie et d'Amérique du Nord et même dans des régions semi-tropicales, arides ou froides. Le principal inconvénient de l'espèce *V. vinifera* réside dans sa sensibilité à de nombreuses maladies, notamment au phylloxera [67]. Ainsi cette maladie ravageât les vignobles d'Europe à la fin du 19^{ème} siècle ce qui entraîna l'utilisation d'espèces originaires d'Amérique du Nord et résistantes au phylloxera, en tant que porte-greffe, telles que *V. rupestris*, *V. riparia* ou *V. berlandieri*. Cependant, pour la grande majorité des cultivars utilisés à travers le monde, *V. vinifera* est utilisé en tant que greffon pour la production de raisins, jus et vins [68, 62, 63].

2.2. Botanique

La vigne est une plante pérenne ligneuse qui fait partie de l'embranchement des Eudicotylédones moyennes et appartenant à l'ordre des Vitales et à la famille des Vitacées. Cette famille était autrefois appelée Ampélidées ou Ampélidacées ; dans cette famille la vigne appartient au genre *Vitis* [69]. Elle contient des lianes, arbustes à tiges herbacées ou sarmenteuses, parfois à souche tubéreuse, possédant des vrilles opposées aux feuilles. La forme sauvage de la vigne cultivée, *Vitis vinifera subsp. silvestris*, plus communément appelée « lambrusque » est une liane de forêt [70].

Le genre *Vitis* comprend, lui, une soixantaine d'espèces interfertiles, presque toutes sauvages, majoritairement réparties dans l'hémisphère nord : une trentaine en Europe et en Asie, et une trentaine en Amérique. La vigne cultivée *Vitis vinifera sativa* appartient à l'espèce *Vitis vinifera* L., elle est à la base de la quasi-totalité de la production mondiale des produits issus du raisin : raisins de table, raisins secs, vins et jus. Elle se caractérise par la grande qualité gustative de ses raisins [71, 72, 70].

2.3. Biologie et physiologie

Les plants de vigne sont issus de boutures greffées. Il faut compter en général 3 ans pour qu'un plant commence à produire des grappes de raisins utilisables. Durant les premières années, la production est importante, puis elle décline et se stabilise se faisant permettant en général l'obtention de baies de meilleure qualité [73]. La vigne cultivée est conservée en général plusieurs décennies, entre 20 et 50 ans avant d'être arrachée et remplacée [74]. L'arrachage et le renouvellement d'un vignoble se fait lorsque l'état sanitaire des plants se dégrade et la production décroît [74].

La vie de la vigne se caractérise par un cycle annuel avec des phases simultanées de croissance végétative et de développement des organes reproductifs, puis d'une phase de repos hivernal [75]. Dans les parties ligneuses sont stockées les réserves qui, constituées durant une saison, serviront aux moments ; de la dormance (vie ralentie du plant) et de réveil végétatif (printemps) [76, 77]. Le début du cycle végétatif se caractérise notamment par l'apparition des pleurs, écoulements de sève visibles sur les sarments taillés, à la fin de l'hiver et qui marquent le début de la reprise de l'activité physiologique (figure 1.5). Durant la croissance végétative, différents organes tels que les rameaux, les feuilles, les vrilles et les racines se développent [76, 77, 74]. Une des particularités de la vigne est de contenir dans ses bourgeons à la fois des embryons de feuilles mais aussi de fleurs, c'est ce qu'on appelle des bourgeons mixtes ou complexes [63].

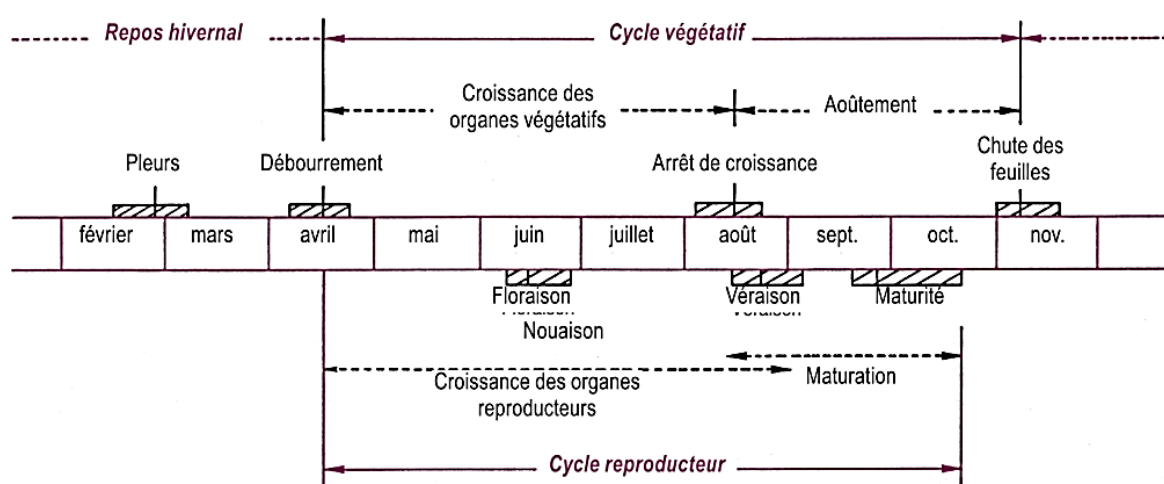


Figure 1.5 : Cycle de développement végétatif et reproducteur annuel de la vigne [74]).

Le débourrement est caractérisé par le gonflement des bourgeons qui écartent les écailles protectrices. La date du début de ce processus est influencée par différents facteurs tels que le cépage, la vigueur, la pratique culturale utilisée comme les types de taille [78, 74]. Le flux de

sève est dirigé prioritairement vers les organes végétatifs durant la période de croissance à vitesse maximale, au détriment des organes reproducteurs. A la fin de l'été, avec la diminution de la photopériode, la vigne constitue ses réserves, au sein des bois et des racines et les sarments se lignifient, c'est ce qu'on appelle l'aoutement [75, 74].

En parallèle du cycle végétatif se déroule le cycle reproducteur durant lequel se développent les inflorescences, les fleurs, les baies puis les pépins jusqu'à leur maturation [75]. La floraison a lieu au printemps, environ 6 à 8 semaines après le début de la croissance végétative en fonction des conditions climatiques (figure 1.5). Durant cette période, la production future est très vulnérable, les températures jouent un rôle important et notamment les épisodes de gels tardifs qui peuvent représenter de grandes pertes de production par la destruction des grappes de fleurs préformées dans les bourgeons [79, 63]. La formation des baies est caractérisée par la succession de deux périodes de croissance [80, 75]. La première débute après la floraison et s'étend environ sur 50 jours, est une période de croissance rapide et de développement des pépins. La baie cesse ensuite sa croissance et atteint son niveau le plus élevé en acides organiques (tels que le malate) et sa concentration en chlorophylle diminue : c'est la phase de latence, qui dure environ une dizaine de jours [81, 80, 75]. La deuxième période apparaît lorsque les baies se remettent à croître rapidement et à débiter leur maturation, ce qui se caractérise par la véraison, période durant laquelle elles changent de couleur. Ce processus s'étend sur une soixantaine de jours, la chair des baies se charge en sucres et en métabolites secondaires tels que les composés aromatiques et notamment en anthocyanes dans les peaux, s'il s'agit de variétés rouges. [81, 80, 82, 74, 63].

3. Le raisin

Le raisin est le fruit de la vigne, c'est une baie classée dans le groupe des fruits charnus, non climactérique (mûrissent plus après leur coupe) et à pépin. Les baies sont regroupées en grappes plus ou moins importantes selon leurs variétés. Le raisin est produit par les plantes du genre *Vitis* qui regroupe environ 60 espèces de vignes. *Vitis vinifera* est l'espèce la plus cultivée et représente plus de 90% des baies de raisin sur le marché [83]. Les baies sont consommées sous forme de fruits frais ou d'autres produits transformés, notamment le jus de raisin, la confiture, le vin, les raisins secs le vinaigre et l'huile de pépins de raisin [83].

3.1. Structure (Morphologie)

La grappe de raisin est constituée de deux parties bien distinctes : la rafle, qui en est la charpente, et le fruit proprement dit, le grain ou baie de raisin.

3.1.1. Rafle

La rafle forme la charpente qui supporte les baies de raisin et les relie à la plante (figure 1.5). La rafle est un élément à éliminer lors de la vendange car elle donne un goût végétal ; d'où l'intérêt de l'éraflage, l'opération qui consiste à séparer mécaniquement les grains de raisin de leur support ligneux. Le rachis forme l'axe principal de l'inflorescence qui est la ramification la plus longue et les pédicelles qui supportent les grains sont les ramifications les plus courtes. Ces dernières se finissent par ce qu'on appelle le bourrelet, petit élargissement sur lequel s'insère le grain. Selon le cépage et les années, le poids à maturité de la rafle est de l'ordre de 3 à 6% du poids de la grappe [84, 85, 86].

3.1.2. Baie

De l'extérieur vers l'intérieur, la baie est constituée successivement de l'exocarpe (communément appelé pellicule), du mésocarpe ou pulpe, et de l'endocarpe, entourant les pépins (figure 1.6). Elle est reliée par le pédicelle à la rafle, partie ligneuse ramifiée supportant les grains [87].

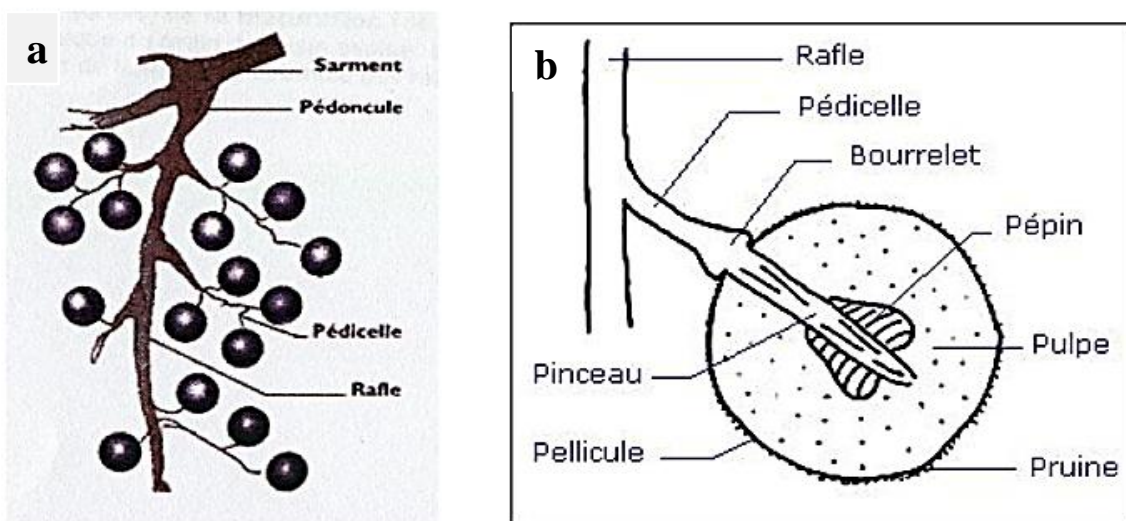


Figure 1.6 : Le grain de raisin [70].

a- Grappe de fruit de la vigne
b- Coupe longitudinale du raisin

3.2. Développement de la baie

Les baies de raisin subissent une complexe série de changements physiques et biochimiques au cours de leur développement qui peut être divisé en deux phases de croissance sigmoïdales séparées par une phase de latence (figure 1.7) [89, 81, 88, 90, 91].

Phase 01 : elle consiste à la formation des embryons de pépins et de péricarpe. Cette étape est caractérisée par une croissance exponentielle rapide de la baie qui se dilate en volume du fait

de la multiplication cellulaire. La biosynthèse des tanins et des acides hydroxycinnamiques et l'accumulation des acides organiques comme le tartrate et le malate débutent à cette période [92, 90, 89].

Phase 02 : c'est une transition au cours de laquelle il n'y a pas d'augmentation de la taille des baies. La véraison marque le début de la troisième phase par l'initiation du développement de la couleur dû à l'accumulation des anthocyanes dans le raisin rouge [90, 89].

Phase 03 : la maturation, implique une croissance supplémentaire des baies en raison de l'expansion cellulaire. Il y a également une diminution de la teneur en malate et une accumulation des sucres simples (glucose et fructose) ainsi que des anthocyanes [89]. Les baies passent d'un état où elles sont petites, dures et acides à un état où elles sont plus grosses, plus sucrés, moins acides et fortement colorées et aromatiques [92].

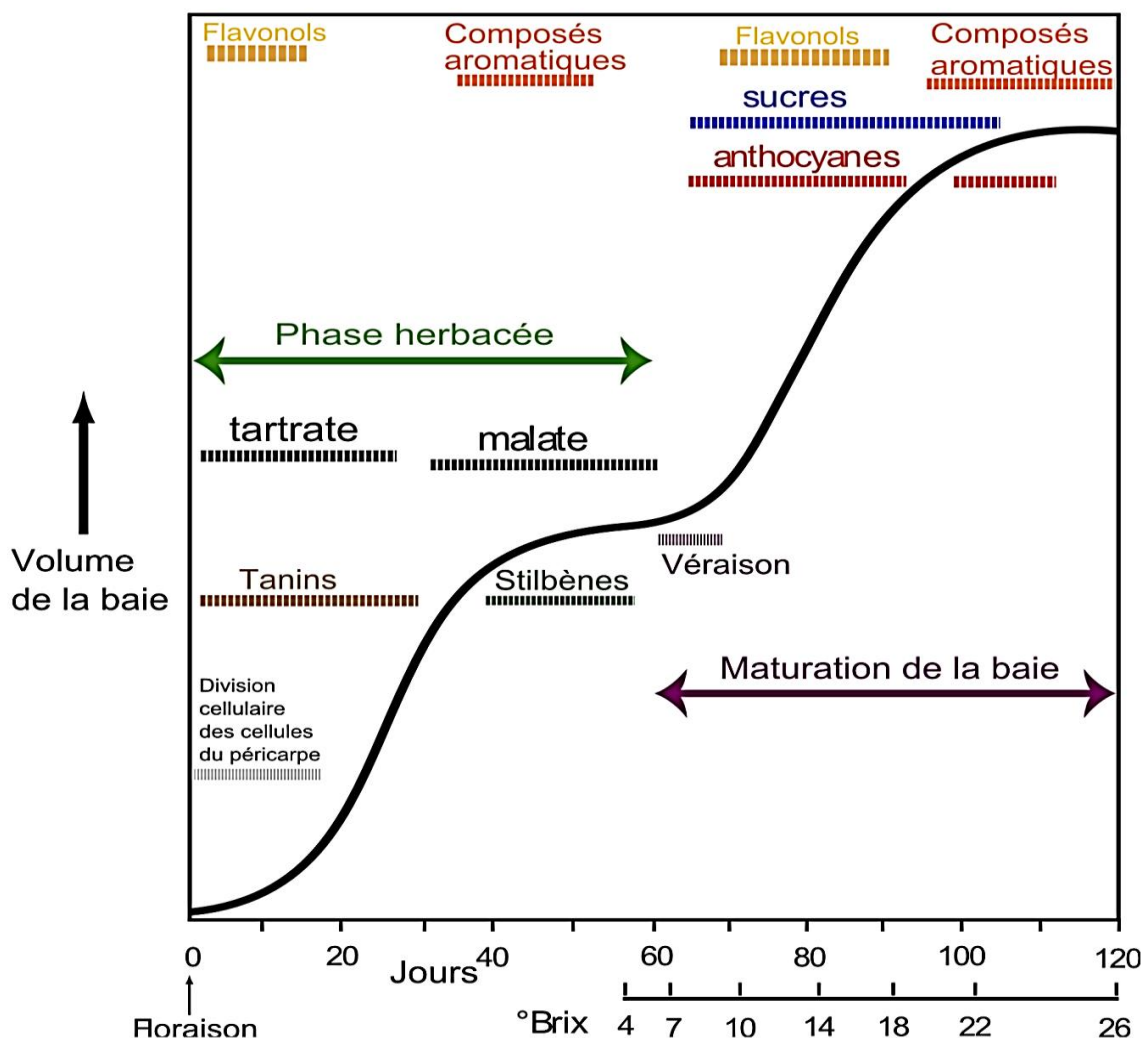


Figure 1.7 : Développement de la baie de *Vitis vinifera* cv Muscat [81, 87]

3.3. Variétés de raisins

Environ 10 000 cépages sont disponibles dans le monde dont 13 sont cultivées sur plus d'un tiers de la superficie viticole mondiale et 33 sur environ 50%. Certains cultivées dans plusieurs pays sont appelées variétés internationales, le Cabernet-Sauvignon est l'un des cépages les plus cultivés au monde, couvrant plus de 5% de la superficie viticole mondiale [83].

La couleur des baies varie selon le cépage et l'ensoleillement, il existe des baies blanches, jaunes, roses, violettes ou noires. Leur forme, aplatie, arrondie, ovoïde, arquée ou elliptique..., est également fonction des variétés, ainsi que la forme des grappes : cylindrique, conique, ailée ou encore en rameaux. La vigne rouge peut être classée parmi les cépages teinturiers à pellicule noire et à pulpe noire. Il existe trois catégories de cépages :

- Cépages à pellicule blanche et pulpe blanche = blanc de blanc ;
- Cépages à pellicule noire et pulpe blanche = blanc de noir ;
- Cépages à pellicule noire et pulpe noire = cépage teinturier [93].

On connaît aussi des cépages dont les baies sont roses (*Cardinal*), des formes roses de cépages blancs (*Clairette*) et des formes grises de cépages blancs ou noirs (*Grenache*) [94].

3.3.1. Raisins de table en Algérie

Les raisins de table sont destinés particulièrement à la consommation à l'état naturel. Le raisin de table doit avoir des qualités qui le distinguent des raisins de cuve à savoir ; grappes lâches, à baies assez grosses, à pulpe croquante et à peau résistante tels que le Dattier de Beyrouth, l'Italia, le Cardinal... [95]. L'époque de maturité joue un rôle économique et permet de classer les cépages suivant l'échelle commerciale en :

- **Cépages précoces** : sont considérés comme cépages précoces les raisins arrivant à maturité la première semaine de juillet. Ils présentent un grand intérêt de point de vue commercial, puisque ce sont les premiers qui apparaissent sur le marché [7]. Les plus importants sont la Chasselas et le Cardinal [7].
- **Cépages de saison** : ils renferment une gamme assez variée de raisins blancs et noirs de belle présentation (qualité gustative, beauté de la grappe et une bonne tenue au transport). Arrivent à maturité la Mi-août début Septembre. On rencontre, (l'Alphonse lavallée, le Muscat de Hambourg, Le Muscat d'Alexandrie, l'Italia, le Dattier de Beyrouth, le Dabouki ou Sabel) [7, 96].
- **Cépages tardifs** : arrivent à maturité après la Mi-septembre, ils renferment une gamme assez variée de raisins blancs et noirs. Parmi ces cépages ; (Ahmar Bou-Amar, le Valensi appelé aussi El Mokrani, l'Adari ; le Red Globe) [96].

3.3.2. Raisins de cuve en Algérie

La vigne de cuve constituée essentiellement des cépages classiques utilisés depuis la période coloniale en proportion variable selon le type de cépage. Selon la couleur de la peau on distingue deux catégories :

- **Cépages noirs ou rouges** : produisent des raisins à peau noir et à jus clair ou coloré destinés à l'élaboration des vins rouge rosé. Les plus importants sont : le Cinsault, le Carignan, le Grenache, l'Alicante Bouchet..., et d'autres qui sont cultivés en petites superficies mais qui donnent de bon vin : le Pinot, Mourvèdre, le Cabernet franc, le Cabernet sauvignon, la Syrah et le Merlot...[7].
- **Cépages blancs** : destinés à la production de vin blancs, essentiellement limités dans les coteaux de Tlemcen et Médéa, ils donnent des vins de qualité telle que la Clairette, L'Uni blanc.... Au niveau des plaines ces cépages produisent des vins courants légers [7].

La phytochimie du raisin est riche en une large gamme de métabolites ; beaucoup d'entre eux sont connus pour leurs nombreuses utilisations médicinales et sont célèbres pour leurs effets bénéfiques sur la santé humaine. Le métabolisme végétal est principalement divisé en deux types ; Le métabolite primaire et secondaire. Les métabolites primaires sont directement impliqués dans la croissance, le développement et la reproduction des végétaux, tandis que les métabolites secondaires jouent des fonctions physiologiques essentielles chez les plantes, y compris dans leur adaptation à l'environnement. Ils sont aussi très souvent déterminants dans la qualité des aliments (goût, arôme, couleur). Ils se composent d'un large éventail de groupes phytochimiques [93].

1. Composition chimique des principales parties du fruit

La composition chimique des baies de raisin a été intensément étudiée au cours des dernières décennies et le nombre de composés identifiés a augmenté de façon exponentielle depuis le développement des techniques analytiques [93].

1.1. Pellicule

Les cellules de la pellicule permettent une accumulation en composés chimiques divers, notamment l'eau, les matières odorantes et colorantes, on y retrouve aussi des matières pectiques qui rentrent dans la composition des parois cellulaires, des vitamines, des tanins, plus fins que ceux de la rafle, qui leurs confèrent des propriétés antidiarrhéiques. Les tanins s'accumulent jusqu'à la maturité, puis diminuent par dégradation [97, 93]. L'accumulation des anthocyanes, un groupe particulier de composés phénoliques, dans les différentes assises cellulaires de l'exocarpe, permet de distinguer les cépages blancs des cépages rouges [99, 98, 100]. La composition de la pellicule varie suivant le cépage, le millésime et le niveau de maturité de la baie [101]. Cependant, une composition moyenne a été établie (tableau 2.5).

Tableau 2.5 : Composition chimique de la pellicule [101]

| Constituants | Teneur exprimée en % de poids frais |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| Eau | 78 – 80 |
| Tanins | 0,4 – 3,0 |
| Acides organiques | 0,8 – 1,6 |
| Anthocyanes | 00 – 0,5 |
| Matières azotées | 1,5 – 2,0 |
| Matières minérales | 1,5 – 2,0 |
| Cires et substances aromatiques | 1,0 – 2,0 |

1.2. Pulpe

La pulpe est constituée par les cellules parenchymateuses du mésocarpe et est impliquée dans l'accumulation de l'eau, des sucres et des acides organiques [102]. Généralement incolore, la pulpe de la baie de raisin peut être colorée chez les cépages dits teinturiers [103]. A maturité, la pulpe représente 90 à 95% du poids du raisin. Les cellules qui composent la pulpe sont spécialisées dans l'accumulation des sucres (glucose et fructose en particulier), d'acides organiques (acide malique et tartrique) et d'eau. La pulpe est constituée essentiellement de ces trois éléments mais contient également des vitamines, des matières minérales et azotées [104, 100, 105]. Cependant, une composition moyenne a été établie (tableau 2.6).

Tableau 2.6 : Composition chimique de la pulpe [101]

| Constituants | Teneur exprimée en g/l |
|-------------------|------------------------|
| Eau | 700 - 850 |
| Oses | 140 - 250 |
| Polysaccharides | 3 - 5 |
| Acides organiques | 9 - 27 |
| Polyphénols | 0,5 |
| Composés azotés | 4 - 7 |
| Minéraux | 0,8 - 2,8 |
| Vitamines | 0,2-0,8 |

1.3. Pépins

Les pépins contiennent surtout de l'eau, des tanins (5 à 8 % du poids des graines) notamment les Oligomères procyanidoliques (OPC), qui sont présents avant la véraison, et des matières oléagineuses c'est-à-dire de l'huile [93]. Cependant, une composition moyenne a été établie (tableau 2.7).

Tableau 2.7 : Composition chimique des pépins [101]

| Constituants | Teneurs exprimées en % de poids frais |
|----------------------|---------------------------------------|
| Eau | 25 – 45 % |
| Composés glucidiques | 34 – 36 % |
| Lipides | 13 – 20 % |
| Matières azotées | 4,0 – 6,5 % |
| Tanins | 4,0 – 10 % |
| Matières minérales | 1,0 – 4,6 % |

2. Composants biochimiques de la baie

La composition chimique des baies de raisin évolue tout au long de sa maturation et elle est assez complexe. A sa maturité, le raisin contient principalement de l'eau et des sucres, mais il possède aussi d'autres composés, comme la large gamme de composés phénoliques (flavonoïdes, anthocyanes, tanins, stilbènes...) qui lui confèrent de nombreuses renommées dans le domaine de la santé [93]. La baie de raisin, renferme essentiellement ;

2.1. Eau

L'eau est le constituant principal du raisin. En effet, la pulpe qui représente la plus grande partie de la baie (85 à 90 % de la baie entière) est composée en grande partie d'eau (80 %) (tableau 2.8), le raisin possède des propriétés diurétiques exceptionnelles. La teneur en eau s'accroît avec la maturité du raisin. L'eau contenue dans le jus de raisin est issue du raisin. Cette eau est puisée par la vigne à travers son système racinaire qui peut filtrer un grand nombre de minéraux du sol ou en concentrer certains, par exemple le potassium [106, 93].

2.2. Sucres

La teneur en sucres dans le raisin est caractéristique du degré de maturité des baies. A partir de la véraison, les sucres s'accumulent dans les baies, essentiellement sous forme de glucose et de fructose (hexoses). Le jus de raisin mûr contient de 15 à 25 % de ces deux glucides. Ils sont facilement assimilables et répartis équitablement. Ils sont une source d'énergie rapidement disponible et facilement utilisable grâce à la présence d'une grande quantité d'acides organiques et de vitamines du groupe B. Le raisin est donc un fruit recommandé aux sportifs et aux enfants en croissance. Il bénéficie d'un index glycémique modéré [103]. Ces sucres seront par la suite transformés en alcool par la fermentation alcoolique des levures en milieu anaérobie, on dit que ce sont des sucres fermentescibles, mais il existe aussi dans le raisin des sucres non fermentescibles. Le saccharose n'est présent qu'à l'état de traces. Cependant, de nombreux autres sucres ont été identifiés tels que l'arabinose, le xylose, le rhamnose, le maltose ou encore le raffinose. L'accumulation des sucres dans les baies est liée d'une part à la photosynthèse, et d'autre part à la mobilisation des réserves en amidon et saccharose. En effet, le saccharose sera hydrolysé en glucose et fructose, et l'amidon quant à lui en glucose. Des conditions climatiques clémentes, une bonne alimentation hydrique de la vigne, un feuillage en bon état et suffisant, ainsi qu'une bonne taille seront des éléments favorisant cette accumulation de sucres dans les baies de raisin [107, 93].

Tableau 2.8 : Composition chimique de du fruit de raisin [108]

| Pulpe de raisin (jus) ; valeur nutritive en g / 100 g | | | |
|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------------|
| Eau : 80,54 | Cendres totales : 0,48 | Fibres : 0,9 | Valeur énerg. : 69 kcal |
| Protéines : 0,72 | Lipides : 0,16 | Glucides : 18,10 | Sucres simples 15,48 |
| Oligo-éléments (mg) | | | |
| Calcium : 10 | Fer : 0,36 | Magnésium : 7 | Phosphore : 20 |
| Potassium : 191 | Cuivre : 0,127 | Sodium : 2 | Zinc : 0,07 |
| Vitamines et Caroténoïdes (mg ou µg) | | | |
| Vitamine C : 10,8 | Vitamine B1 : 0,069 | Vitamine B2 : 0,070 | Vitamine B3 : 0,188 |
| Vitamine B5 : 0,070 | Vitamine B6 : 0,086 | Vitamine E : 0,19 µg | Vitamine K : 14,6 µg |
| Vitamine A : 05 µg | B Carotène : 59 µg | α Carotène : 1 µg | Lutéine et Zia-xanthine : 72 µg |
| | | | |
| Acides gras (g) | | | |
| Saturés : 0,054 | Mono-insaturés : 0,007 | Poly-insaturés : 0,048 | Cholestrol : 0 mg |
| Acides organiques (g/l) | | | |
| Acide Tartrique 6,17 | Acide Malique 4,07 | Acidité Totale 4,3 | pH 3,39 |

2.3. Acides organiques

Les acides organiques totaux dans les baies sont représentés par l'acide tartrique et l'acide malique, avec un taux de plus de 90 % (tableau 2.8). L'accumulation des acides dans la baie se fait durant la phase de croissance, puis leur concentration diminue fortement de la véraison jusqu'à la maturité. En effet, l'acidité du raisin est neutralisée petit à petit au cours de la maturation, elle peut également varier en fonction de conditions extérieures du milieu. Malgré leur présence en faible quantité, ces deux acides organiques contribuent au goût des raisins, ils leur confèrent une saveur rafraîchissante et équilibrent leur saveur sucrée mais permettent également une bonne conservation. Leur concentration a un effet notable sur l'intensité de la couleur des anthocyanes en modifiant le pH [97, 103, 93]. Le rapport entre ces deux acides varie considérablement selon la variété de la vigne et les conditions de maturation. La concentration en acide tartrique peut varier entre 3,8 et 11,3 g/l dans le moût à maturité. Elle varie principalement en fonction des cépages et de l'alimentation en eau de la vigne. La teneur

en acide malique varie beaucoup selon les cépages et en fonction de la température pendant la maturation. Dans les zones tempérées, sa concentration dans le moût varie entre 4 et 8 g/l, et dans les régions chaudes entre 1 et 2 g/l. Chacun de ces acides a des voies métaboliques différentes. Leur évolution n'est donc pas identique au cours de la maturation du raisin [109]. La proportion des autres acides organiques est très faible, mais ils sont nombreux. On retrouve des traces d'acide citrique, fumarique, ascorbique, galacturonique, glycolique, oxalique, oxaloacétique, pyruvique, etc. [97, 103, 93].

2.4. Eléments minéraux

La solution minérale puisée dans le sol par la vigne, passent des sarments dans les rafles et arrivent dans les baies où ils s'accumulent, dans la pellicule et dans la pulpe. Ils se retrouvent dans le raisin sous forme de phosphates, sulfates et sels organiques. Du plus au moins abondant nous avons : le potassium, le phosphore, le calcium, le magnésium, le soufre, le sodium, le chlore, le fer, le zinc, le cuivre, le manganèse, le fluor, le nickel, le chrome, le cobalt, le sélénium et l'iode (tableau 2.8). Toutes ces substances minérales vont se retrouver dans le moût, en proportions légèrement différentes selon leur localisation dans la baie de raisin et leur solubilité. Ils ont un rôle indispensable dans les différentes réactions biologiques/chimiques car ils agissent comme des catalyseurs. Le plus abondant de ces minéraux est le potassium. Il possède une grande importance dans l'équilibre ionique. En effet, il est le principal cation et neutralise les acides organiques du raisin, en particulier l'acide tartrique, qui donnera du bitartrate de potassium. Le potassium est un protecteur du système cardiovasculaire, il assure le bon fonctionnement des cellules nerveuses et régule également les fonctions surrénaliennes [110, 93]. Le taux de sodium est faible mais celui-ci est associé à une forte teneur en eau (80 %), ce qui confère au raisin des propriétés diurétiques exceptionnelles.

2.5. Vitamines

On retrouve beaucoup de vitamines dans le raisin, notamment les vitamines de la famille B, mais aussi de la vitamine A, C, K et E (tableau 2.8). Elles sont indispensables au bon fonctionnement des réactions chimiques. La vitamine C (acide ascorbique) est la plus abondante dans le grain de raisin. Celle-ci lui confère alors une multitude de propriétés. Elle a une action antioxydante propre qui va lui permettre de neutraliser les radicaux libres responsables du vieillissement cellulaire. De plus, elle a une action sur la régénération de la vitamine E, principal antioxydant de l'organisme. Leur association permet donc de mieux lutter contre le vieillissement prématuré des cellules. Elle va également contribuer au renforcement du système

immunitaire, aider à lutter contre la fatigue. Elle va favoriser l'absorption digestive et l'utilisation du fer ce qui accélère la fabrication des globules rouges et donc diminue les risques d'anémie. Elle a une action cicatrisante et elle favorise la formation de collagène. Les polyphénols contenus dans le raisin vont potentialiser son action. Les vitamines du groupe B vont permettre la métabolisation du sucre et celle du potassium. La vitamine B1 favorise la croissance et la coordination musculaire, la B2 joue un rôle dans la production des globules rouges et des hormones. La fabrication des globules rouges et des neurotransmetteurs est activée par la vitamine B6 [111, 112].

2.6. Composés phénoliques

Ce sont des composés importants, car ils sont doués de propriétés biologiques ayant des effets bénéfiques sur la santé. Ce qui fait du raisin un fruit à part, c'est sa richesse en antioxydants très puissants, tels que les polyphénols, dont il est une source majeure [93]. Ils sont présents en plus grande quantité dans les raisins après les glucides et les acides [113] et sont localisés principalement dans les pépins et les pellicules (figure 2.9) [114]. Les polyphénols ont une structure commune possédant un noyau aromatique avec un ou plusieurs groupements hydroxyles [115, 116]. Il existe environ 8000 composés [117, 118] solubles dans l'eau et dans les solvants organiques [119].

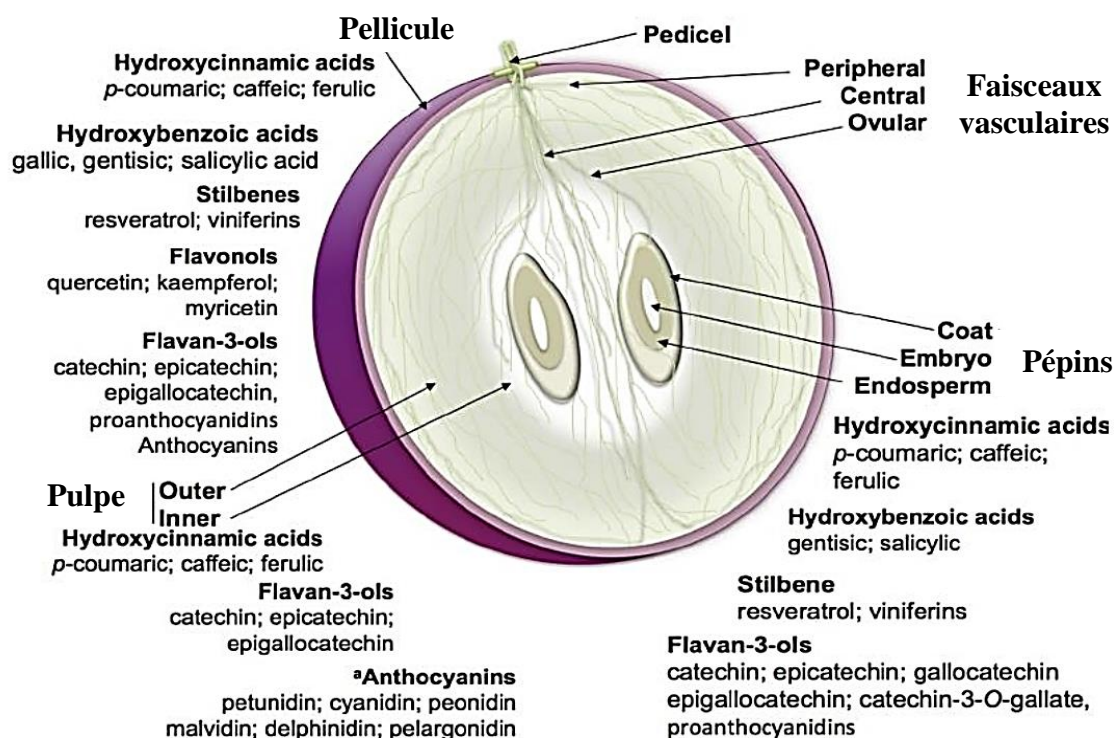


Figure 2.8 : Biosynthèse phénolique d'une baie de raisin mûre [120]

On distingue deux grandes familles : les flavonoïdes et les non flavonoïdes [121] (figure 2.10). Les polyphénols sont notamment responsables des propriétés organoleptiques du raisin comme l'astringence, la couleur, l'odeur, l'amertume et sont donc des éléments majeurs en œnologie. Ils vont jouer un rôle déterminant dans l'attractivité visuelle, les caractéristiques gustatives et la stabilité des produits [122]. Ils peuvent être classés par le nombre et l'arrangement des atomes de carbone les composant, en fonction de la nature de leur squelette carboné et en fonction de la longueur de la chaîne aliphatique liée au noyau benzénique [123, 124, 125, 93] (figure, 2.10).

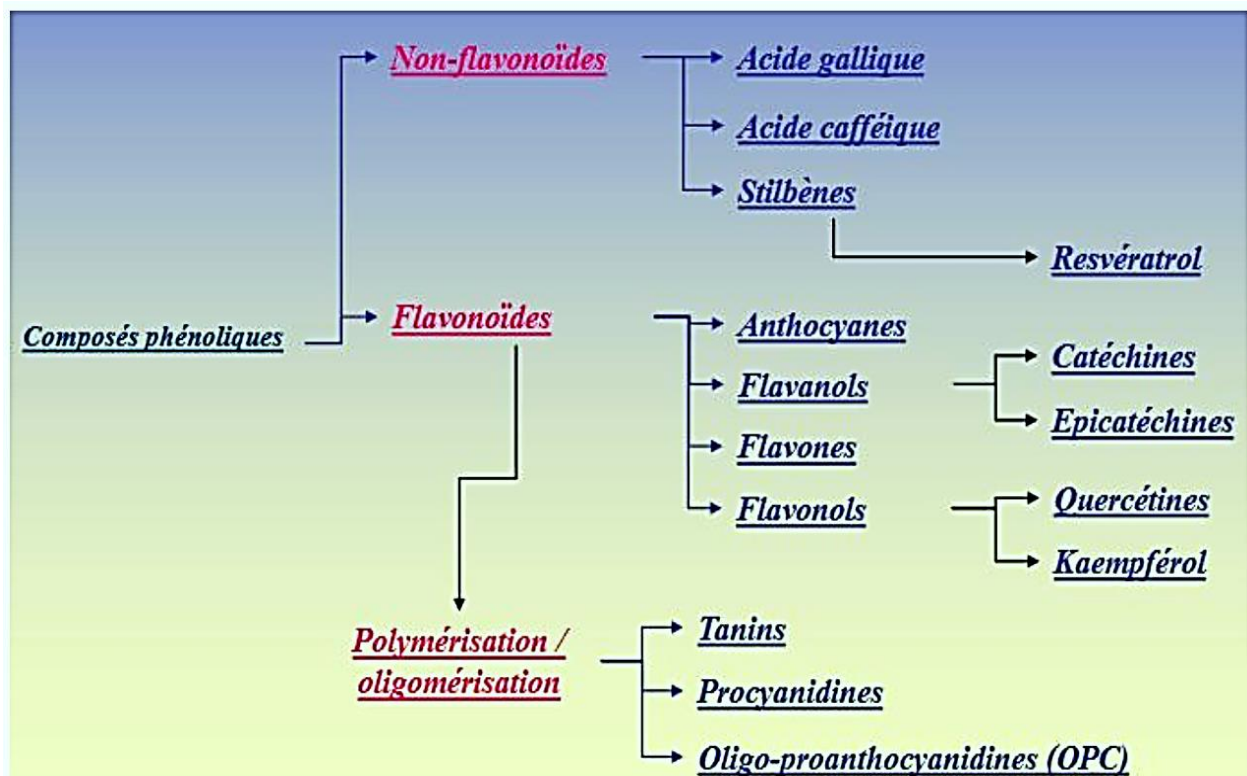


Figure 2.9 : Composés phénoliques du raisin [126]

2.7. Autres composés

- ✚ **Fibres** : Elles représentent environ 0,5 à 0,9 % du fruit. Elles sont constituées par des celluloses, hémicelluloses, mucilages, lignines et pectines (polysaccharides). Les substances pectiques entrent dans la constitution des matières de réserve et dans les matériaux structuraux et protecteurs des végétaux. La cellulose est la substance qui compose la paroi des cellules de presque tous les végétaux. Au fur et à mesure que la maturation du raisin a lieu, la cellulose se transforme en sucre (glucose) [110].
- ✚ **Substances azotées** : L'azote est l'un des 4 composés constitutifs des êtres vivants. Il existe sous 4 formes différentes dans le raisin, mais on le retrouve surtout sous forme

d'acide aminé. L'azote minéral arrive dans le circuit de la sève de la vigne, et de là, il se transforme en acide aminé. Les acides aminés se lient entre eux et donnent des peptides plus ou moins gros. Les peptides vont ensuite se combiner et les plus gros peptides deviennent des protéines. Les levures, pour se multiplier durant la fermentation alcoolique, auront besoin de consommer de l'azote, qu'elles trouveront via l'azote minéral ou les acides aminés [97, 93].

✚ **Substances aromatiques :** Elles sont localisées dans les cellules hypodermiques de la pellicule des baies. Leur quantité est très faible, mais leur pouvoir aromatique peut être fort. Elles sont composées par des terpènes, des caroténoïdes, des composés cystéinylés, qui sont les précurseurs des thiols volatils, et des pyrazines [97, 93]. - Etc.... Dans tous les cépages, les composés d'arôme sont présents dans les pellicules des baies de raisins. Ils peuvent être en plus grande quantité chez certains cépages et sont alors caractéristiques d'une variété (arôme variétal) [101]. Selon Ribéreau-Gayon et al. [127] le potentiel aromatique du raisin se décompose en :

- substances odorantes, libres et volatiles, issues de la variété ;
- précurseurs non volatils et non odorants (glycosides, dérivés de la cystéine, acides phénols et acides gras) ;
- composés volatils, odorants ou non, qui par leur instabilité s'autotransforment en composés odorants (terpinols, diols terpéniques, C13 norisoprénoides).

3. Activité Antioxydante

3.1. Espèces réactives oxygénées et stress oxydant

➤ Espèces réactives

Il existe deux grands types de molécules réactives au niveau cellulaire : les espèces réactives vis-à-vis de l'oxygène (ERO) et les espèces réactives vis-à-vis de l'azote (ERA) [128, 129]. Les deux types comprennent les radicaux libres qui sont des espèces chimiques réactives ayant un électron non apparié ou plus dans leurs orbitales ultrapériphériques [130, 131]. Cette configuration est instable ce qui rend les radicaux libres réactifs [130, 132]. La principale source endogène de la production des EROs est la chaîne respiratoire mitochondriale (figure 2.10) [131, 133] qui utilise environ 80 % à 90 % de l'oxygène consommé [34]. De plus, les espèces réactives pourraient résulter de sources exogènes comme l'exposition au rayonnement ionisant et aux polluants.

➤ Stress oxydatif

Le stress oxydatif provient d'un déséquilibre entre les oxydants et les antioxydants en faveur des oxydants [133, 134, 129]. Il résulte de la surproduction d'EROs et/ou de l'insuffisance des mécanismes de défense antioxydants [135, 136]. En fait, de nombreux composés cellulaires sont sensibles à ce déséquilibre, même léger, ce qui peut entraîner l'apparition de nombreuses maladies, y compris les maladies inflammatoires et chroniques telles que le cancer, le diabète de type 2, l'Alzheimer et les maladies cardiovasculaires [137, 138, 139]. Un équilibre correct entre les deux phénomènes antioxydation – oxydation est nécessaire pour un système biologique sain [133, 139] (figure 2.10).

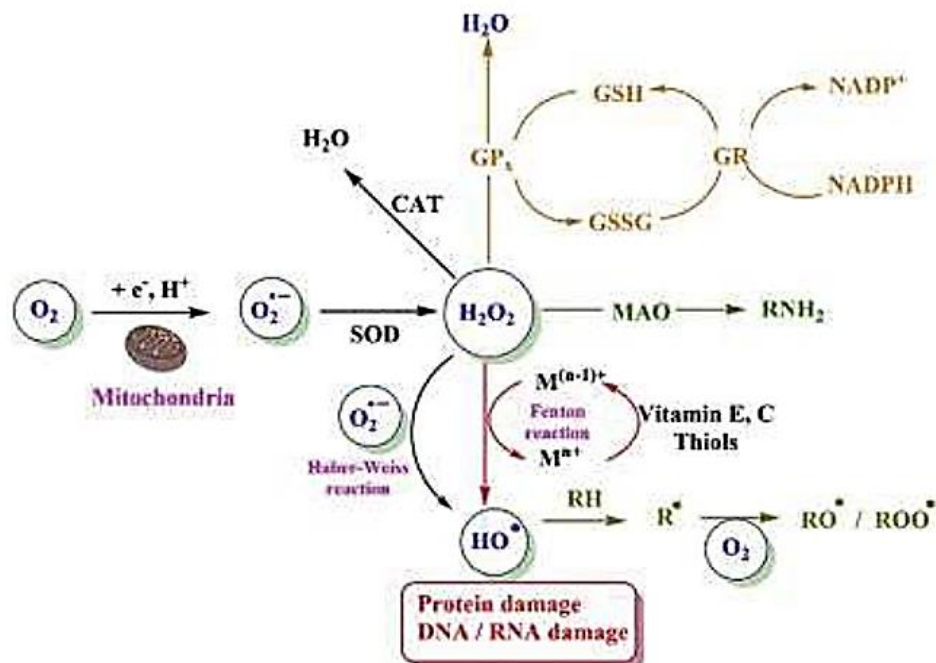


Figure 2.10 : Réactions impliquées dans la formation et l'élimination des ERO.

GPx: glutathion peroxydase, GR: glutathion réductase, GSH: glutathion réduit; GSSG: disulfure de glutathion ou glutathion oxydé, SOD: superoxyde dismutase, CAT: catalase, MAO: monoamine oxydase, RH: lipide [131].

3.2. Antioxydants

Les antioxydants sont des composés capables de réduire ou d'empêcher la destruction oxydative des composés biologiques [140]. Ils protègent les systèmes biologiques en utilisant différents mécanismes préventifs en tant que première ligne de défense tels que le piégeage des radicaux libres, la rupture des réactions en chaîne initiées par les radicaux libres et au final la réparation ou l'élimination des structures endommagées [128, 141]. Différents antioxydants

sont impliqués pour maintenir l'équilibre du système biologique, y compris des antioxydants endogènes (enzymatiques et non enzymatiques), [129, 139] et des antioxydants alimentaires [139]. Les deux types d'antioxydants agissent en synergie afin de maintenir ou rétablir l'homéostasie redox [141].

➤ **Antioxydants endogènes**

Ce sont des produits du métabolisme du corps, ils peuvent être enzymatiques ou non enzymatiques et ils interviennent en première ligne de défense (défense préventive).

➤ **Antioxydants alimentaires**

Les denrées alimentaires sont considérées comme des sources naturelles contenant différents composés antioxydants comme les caroténoïdes, les vitamines C et E et les polyphénols [132, 142, 143, 144]. Les polyphénols sont de puissants antioxydants naturellement présents dans le régime alimentaire, notamment dans les fruits, les légumes, les céréales et le thé [131, 139]. Les polyphénols neutralisent les radicaux libres en cédant un électron ou un atome d'hydrogène pour réduire le taux d'oxydation en inhibant la formation des radicaux libres ou en les piégeant [132]. Le raisin est classé parmi les aliments les plus riches en composés phénoliques. L'activité antioxydante du raisin est liée directement à la concentration, la composition phénolique [145], au nombre et à la position des groupements OH [131].

3.3. Antioxydants du raisin

3.3.1. Composés phénoliques

Ce sont des molécules actives regroupant un vaste ensemble de substances chimiques, caractérisées par une grande diversité de structure allant de molécules phénoliques simples de faible poids moléculaire (<100 g/mol) tels les acides phénoliques à des composés hautement polymérisés (>30 000 g/mol) comme les tanins [53]. D'un point de vue chimique, les composés phénoliques sont caractérisés par un noyau benzénique portant un ou plusieurs groupements hydroxyles et dérivent de la voie de l'acide shikimique [146, 125]. Leur nomenclature est basée sur la distinction entre les composés flavonoïdes et non-flavonoïdes qui ne possèdent pas de squelette « flavone » (figure 2.11, 2.12) [147, 148]. Ce sont de puissants antioxydants qui vont permettre de lutter contre un certain nombre de pathologies [149].

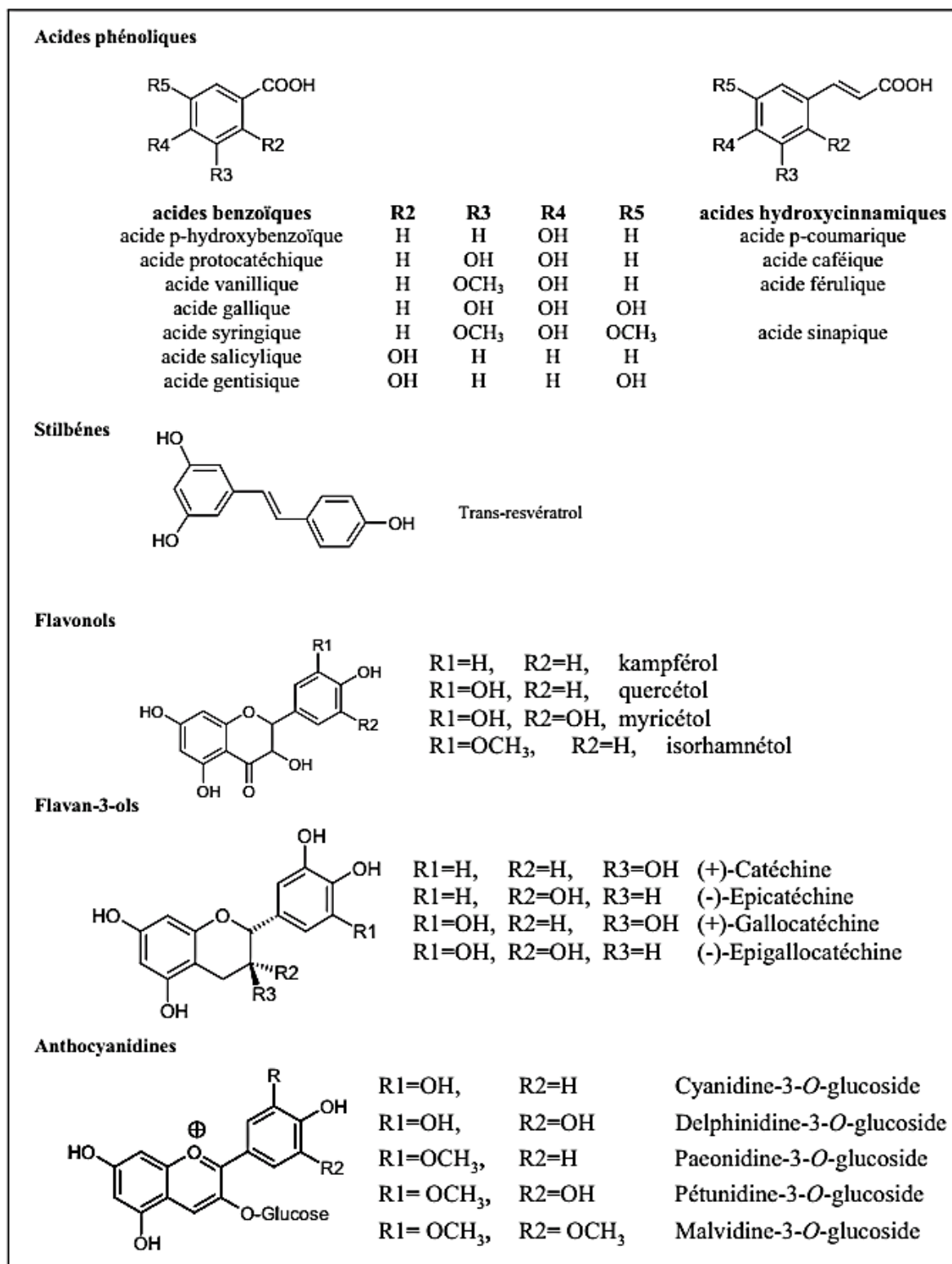


Figure 2.11 : Composés phénoliques non-flavonoïdes et flavonoïdes du raisin [123]

3.3.1.1. Composés phénoliques flavonoïdes

Les polyphénols flavonoïdes sont basés sur un squelette à 15 atomes de carbone (C6-C3-C6) correspondant à la structure de la 2-phényl-benzopyrone (figure 2.12).

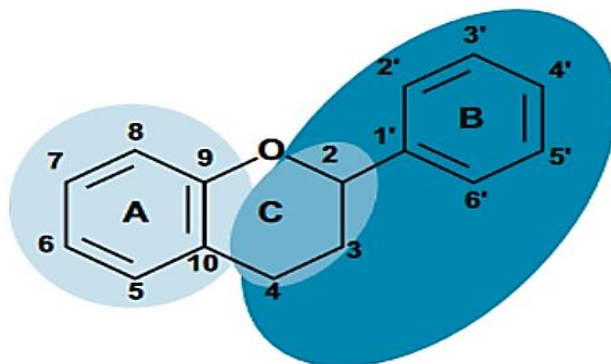


Figure 2.12 : Structure générale de la 2-phényl-benzopyrone [93]

Ils comprennent plusieurs familles qui se différencient par le degré d'oxydation de l'hétérocycle central en C3 (noyau pyrane central) (figure 2.12, 2.13) : anthocyanes, flavonols (ou flavones) et flavane-3-ols (flavanols) [149, 150, 126].

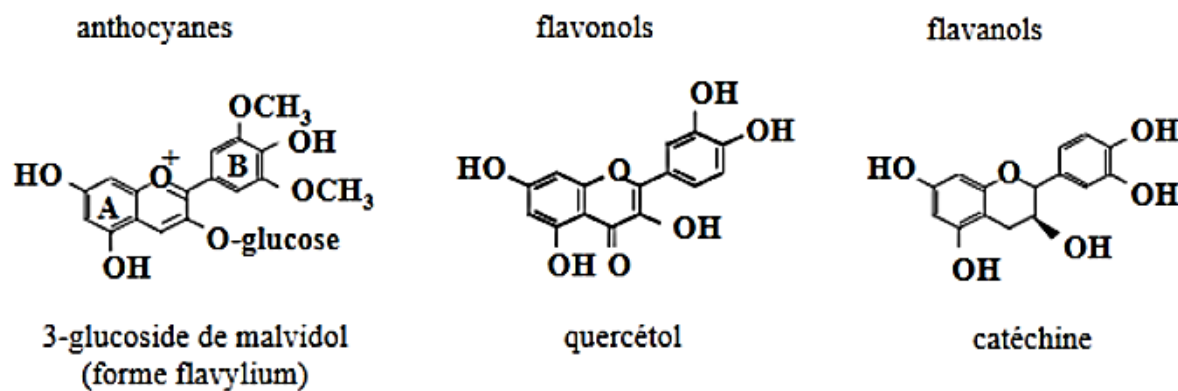


Figure 2.13 : Principaux groupes de flavonoïdes [126].

Les anthocyanes (anthocyanidols) et les flavane-3-ols (flavanols) sont particulièrement importants dans les raisins noirs puisqu'ils constituent respectivement les pigments rouges et les tanins.

✓ Anthocyanes

Les anthocyanes du genre *Vitis* reposent sur cinq anthocyanidines (figure 2.12, 2.14) :

- Cyanidine - Delphinidine - Péonidine - Pétunidine - Malvidine

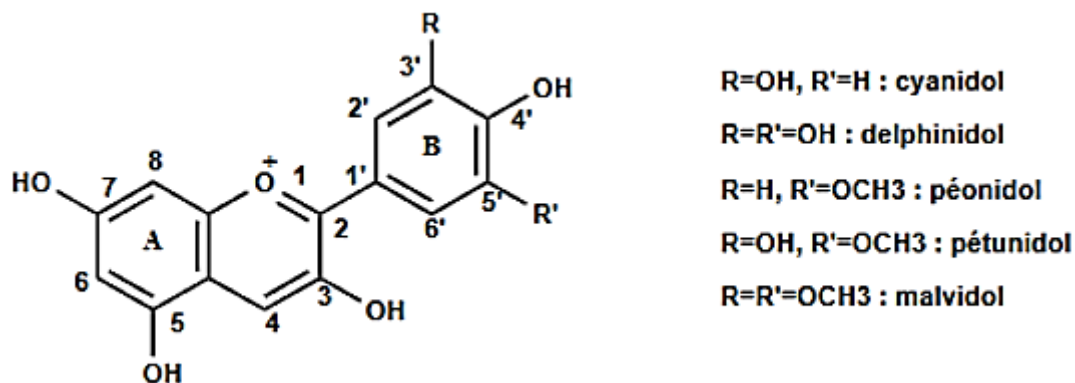


Figure 2.14 : Anthocyanidines du raisin sous forme de cation flavylium [126]

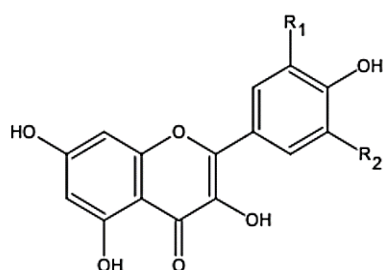
Ce sont des pigments, principalement sous formes de glycosides stables et hydrosolubles, rouges en milieu acide, virant au bleu-violet en milieu neutre ou faiblement alcalin. Les anthocyanes de *Vitis vinifera* sont glucosylés uniquement en position 3. Le glucose, le rhamnose, l'arabinose et le galactose sont les sucres les plus connus pour se lier aux anthocyanidines. Les principaux acides estérifiant ces sucres sont les acides hydroxycinnamiques à savoir l'acide acétique, l'acide para-coumarique et l'acide caféique : on parle alors d'anthocyanines acylés qui vont alors voir leur nuance modifiée et leur stabilité augmentée. C'est le cépage qui va conditionner la proportion de chaque anthocyanane alors que ce sont les conditions environnementales qui vont influencer la teneur globale. Chaque variété de raisin présente un profil typique d'anthocyanes. Les propriétés des pigments, en particulier la stabilité et la couleur sont liées directement à leur structure chimique. Par exemple, le 3-glucoside de cyanidol est plus rouge que le 3- glucoside de malvidol, particulièrement abondant dans le raisin, qui est plus violacé [149, 150, 151, 126].

Dans la baie de raisin, les anthocyanes ne sont détectées que dans la pellicule ; ainsi les cépages colorés constituent 20 à 40 % de la fraction totale des polyphénols [152, 153]. Leur accumulation débute après la véraison, puis se stabilise ou diminue légèrement à la maturité [152]. Chez *V. vinifera*, les anthocyanes les plus abondantes sont les dérivés 3- monoglucoside, 3-acétylglucoside et 3-*p*-coumarylglucoside de la malvidine, la péonidine, la pétunidine, la cyanidine et la delphinine [152, 92]. Néanmoins, la malvidine 3-O-glucoside reste l'anthocyanane majoritaire dans le raisin. La couleur des baies de raisin et du jus résultent de la composition et de la teneur en anthocyanes, mais également de leur interaction avec d'autres flavonoïdes,

notamment les flavonols, des ions métalliques tels que les ions Fe^{2+} et Mg^{2+} , des caroténoïdes ou encore d'autres composés phénoliques. Ce phénomène est appelé la co-pigmentation [154, 155].

✓ Flavonols

Les flavonols, eux, sont les pigments jaunes retrouvés dans la peau du raisin noir et du raisin blanc mais en faible concentration. Ils existent sous forme glycosylée en position 3. Dans le raisin, onze flavonols ont été identifiés dont les quatre majoritaires sont la quercétine, la myricétine, le kaempférol et l'isorhamnétine (figure 2.12, 2.15) [149, 150, 151, 126]. Les flavonols ont une double liaison entre les carbones C2 et C3, en plus d'un atome d'oxygène en position C4 et un hydroxyle en C3 (figure 2.15). Ils sont considérés parmi les phénols les plus présents dans les pellicules de raisin [116] mais ils sont présents en quantités beaucoup plus faible que les anthocyanes [120]. Dans les fruits, les flavonols augmentent la couleur en stabilisant la forme colorée de la molécule d'anthocyane [156]. Les flavonols sont généralement liés aux sucres comme le glucose, le rhamnose, le galactose et l'arabinose [157].



| Flavonols | R ₁ | R ₂ |
|---------------|------------------|------------------|
| Kaempferol | H | H |
| Quercétine | OH | H |
| Myricétine | OH | OH |
| Isorhamnétine | OCH ₃ | H |
| Syringétine | OCH ₃ | OCH ₃ |
| Ianicitrine | OH | OCH ₃ |

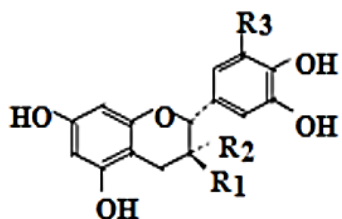
Figure 2.15 : Structure aglycone des flavonols du raisin [93]

✓ Flavanols, Flavan-3-ols ou encore tanins

Les flavan-3-ols ou dérivés de catéchine sont la catégorie de flavonoïdes la plus complexe. Ils se retrouvent dans la peau et les pépins du raisin sous forme de monomères, d'oligomères et de polymères. Ceux-ci vont être appelés tanins condensés ou proanthocyanidines parce qu'ils sont capables de libérer des anthocyanidines par chauffage en milieu acide (Réaction de Bate-Smith). Ils ont la propriété de tanner la peau c'est-à-dire de la transformer en cuir imputrescible et peu perméable [126]. Ils sont responsables de la sensation d'astringence (sensation tactile de sécheresse de la muqueuse buccale) en interagissant avec les

protéines salivaires. On distingue principalement deux classes de tanins : les tanins hydrolysables et les tanins condensés (il existe aussi des tanins complexes, qui sont un mixte de tanins hydrolysables et tanins condensés) [93]. Les monomères principaux dans le raisin sont la catéchine (C), l'épicatéchine (EC), l'épigallocatechine (EGC) et l'épicatéchine-3-gallate (ECG) (figure 2.12, 2.16). Les tanins condensés se divisent en plusieurs classes selon le schéma d'hydroxylation de leurs unités constitutives. Parmi elles, les prodelphinidines, constitués d'unités (épi) gallocatechine et les procyanidines, dérivés de l' (épi) catéchine, ont été mis en évidence dans le raisin. De plus certaines unités sont substituées par de l'acide gallique (figure 2.16). Les tanins des pépins sont des procyanidines, partiellement galloylés, basés sur des unités catéchine, épicatechine et 3-O-gallate d'épicatéchine, liées entre elles par des liaisons C4- C6 ou C4-C8. Les tanins de la pellicule renferment en plus des prodelphinidines et présentent des proportions de gallates en quantité moindre de ceux des pépins [149, 150, 158, 151]. Il existe aussi les tanins ellagiques représentés par l'acide ellagique et les tanins galliques représentés par l'acide gallique [149, 159, 160, 151].

monomères :



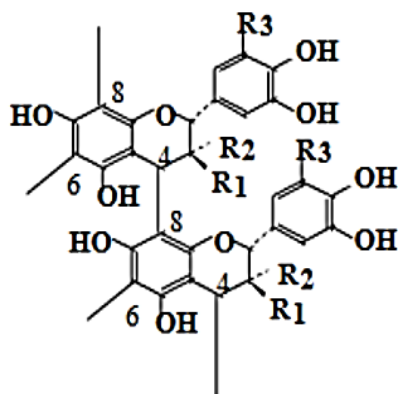
$R_1 = \text{OH}, R_2 = R_3 = \text{H}$: (+)-catechine

$R_1 = R_3 = \text{H}, R_2 = \text{OH}$: (-)-épicatechine

$R_1 = R_3 = \text{OH}, R_2 = \text{H}$: (+)-gallocatechine

$R_1 = \text{H}, R_2 = R_3 = \text{OH}$: (-)-épigallocatechine

proanthocyanidols :



$R_3 = \text{H}$: procyanidols

$R_3 = \text{OH}$: prodelphinidols

$R_1, R_2 = \text{H}, \text{OH}, \text{O-G}$

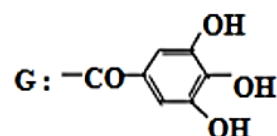


Figure 2.16 : Structure des tanins du raisin [126]

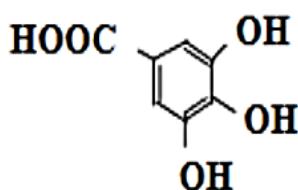
3.3.1.2. Composés phénoliques non-flavonoïdes

Les composés non-flavonoïdes recouvrent les acides phénoliques, divisés en acides hydroxybenzoïques (AHB) et acides hydroxycinnamiques (AHC), porteurs d'une chaîne latérale insaturée, mais également d'autres dérivés phénoliques tels que les stilbènes dont la molécule la plus connue, et qui fait de plus en plus parler d'elle, est le resvératrol. Ce sont eux les principaux non-flavonoïdes d'importance alimentaire [149, 150, 93].

a- Les acides phénoliques

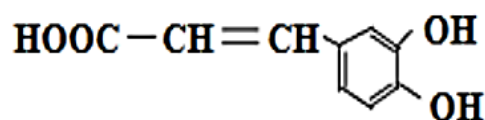
Ils appartiennent à deux groupes, les acides hydroxybenzoïques et les acides hydroxycinnamiques (figure 2.17). On les retrouve principalement stockés dans les vacuoles des cellules de la pellicule et pulpe de raisin [161, 93].

2. acides benzoïques



acide gallique

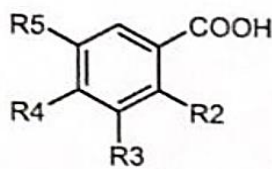
3. acides hydroxycinnamiques



acide caféique

Figure 2.17 : Acides phénoliques [93]

a.1. Les acides hydroxybenzoïques : Les acides hydroxybenzoïques (HBA) sont dérivés de l'acide benzoïque présentant une structure de base en C6-C1, composée donc d'un noyau benzénique sur lequel vient s'attacher une chaîne aliphatique à un carbone [162]. Dans le raisin, on retrouve l'acide vanillique, l'acide syringique, l'acide gentisique et l'acide gallique. Ils se différencient par la substitution de leur noyau benzénique. Le principal représentant des acides hydroxybenzoïques dans le raisin est l'acide gallique (voir figure 2.17 et 2.18), présent sous forme libre ou d'hétéroside [123, 125].



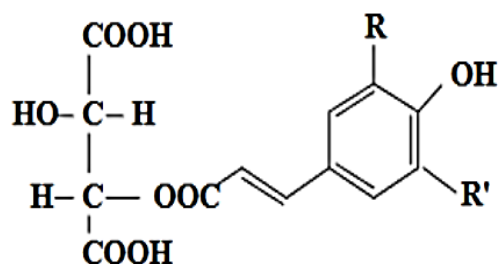
| acides benzoïques | R2 | R3 | R4 | R5 |
|--------------------------|----|------------------|----|------------------|
| acide p-hydroxybenzoïque | H | H | OH | H |
| acide protocatéchique | H | OH | OH | H |
| acide vanillique | H | OCH ₃ | OH | H |
| acide gallique | H | OH | OH | OH |
| acide syringique | H | OCH ₃ | OH | OCH ₃ |
| acide salicylique | OH | H | H | H |
| acide gentisique | OH | H | H | OH |

Figure 2.18 : Structures chimiques de quelques acides hydroxybenzoïques [93]

a.2. Les acides hydroxycinnamiques : sont constitués d'un noyau phénolique et d'une chaîne latérale insaturée en C3. Ce sont les composés les plus oxydables du raisin et ils sont impliqués dans les phénomènes d'oxydation enzymatique qui conduisent au brunissement du jus de raisin et du vin. Les trois structures de bases sont les acides coumarique, caftarique et fertarique, esters respectifs des acides p-coumarique, férulique et sinapique. Ils se différencient par les substituants du noyau aromatique [123, 163]. Dans le raisin, ils sont identifiés en faible quantité sous leur forme libre, on les retrouve plutôt sous forme d'ester tartrique, (figure 2.19) surtout dans les vacuoles des cellules de la pulpe et de la pellicule [123, 125].

- L'acide caféoyl tartrique (caftarique)
- L'acide para-coumaroyl tartrique (coutarique)
- L'acide féruloyl tartrique (fertarique)

La forme majoritaire est la forme trans (E) mais les isomères cis (Z) existent en faible quantité [149, 159, 164, 151].



- R = R' = H : acide trans-p-coumaroyltartrique
- R = OH, R' = H : acide trans-caféoyltartrique
- R = OH, R' = OCH₃ : acide trans-féruloyltartrique

Figure 2.19 : Structure et nomenclature des principaux acides hydroxycinnamiques du raisin [93]

b- Les stilbènes

Les stilbènes sont des composés phénoliques qui ont une structure en C6-C2-C6, deux noyaux aromatiques benzéniques reliés par un pont éthane ou éthène. Ils sont rencontrés par un certain nombre de familles de végétaux supérieurs et sont généralement produits par celles-ci en réponse à des attaques fongiques, bactériennes ou virales, ce qui a été démontré pour le *trans*-resvératrol [123]. Les raisins (et le vin) sont considérés comme la plus importante source alimentaire de ces substances, bien que leur concentration soit relativement faible par rapport aux autres composés phénoliques [161]. Les stilbènes les plus abondants dans le raisin sont le *trans*-resvératrol et son dérivé 3-*O*-glucoside : le *trans*-picéide, ainsi que leurs dimères : le resvératrol *trans*-déhydrodimère et l' ϵ -viniférine (figure 2.20) [125, 165]. Les stilbènes, dont le chef de file est le resvératrol, sont des composés constitutifs des organes ligneux de la vigne comme les racines, les ceps ou les sarments et des substances par contre induites dans les feuilles et les fruits en réponse à des stress biotiques et abiotiques [163, 165]. Le *trans*-resvératrol est justement une phytoalexine polyphénolique, avec un bon pouvoir antioxydant, des propriétés anti-inflammatoires, chimiopréventives contre certains cancers et protectrices contre les maladies cardiovasculaires, qui a suscité un grand intérêt chez les scientifiques. [161]. Ils sont capables de se polymériser pour former des oligomères complexes.

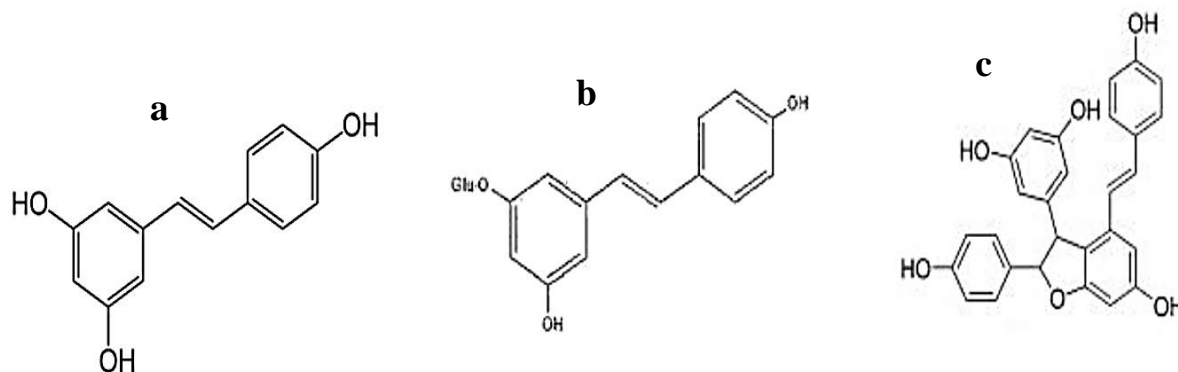


Figure 2.20 : Structures chimiques des stilbènes les plus abondants dans le raisin : resvératrol (a), picéide (b) et ϵ -viniférine (c) [93]

3.3.2. Caroténoïdes

Les caroténoïdes rassemblent plus de 600 composés, appartenant à la famille chimique des Tétrénoïdes, dont le point commun est une longue chaîne polyénique comportant en moyenne 11 doubles liaisons conjuguées (figure 2.21). Ils regroupent deux classes de composés : les carotènes et les Xanthophylles ; les carotènes sont des hydrocarbures polyéniques à 40 atomes de carbones (C40), tandis que les xanthophylles comprennent au moins une fonction

oxygénée (hydroxyle, époxyde, carbonyle ou carboxyle). La majorité des caroténoïdes appartiennent à cette dernière classe [166].

Les caroténoïdes du raisin les plus abondants sont : β -carotène et lutéine, représentant approximativement 85% de la totalité, et à ceux-ci sont accompagnés d'autres caroténoïdes minoritaires comme le néaxanthine, violaxanthine, luteine-5,6-époxyde, zéaxanthine, néochrome, flavoxanthine et lutéoxanthine [167].

Le bêta-carotène est le plus connu sont des précurseurs de la vitamine A. Ils jouent le rôle de pigments colorés jaunes à rouge dans beaucoup de fruits et de légumes. L'effet protecteur du β -carotène contre le cancer est lié à ses capacités immunostimulantes. Cela a été démontré chez le rat par un apport de vitamine A. De plus, la supplémentation protège contre les cancers induits par un rayonnement UV. La vitamine A est donc impliquée dans la prévention de certains cancers [168]. De plus, chez l'Homme et les animaux, la supplémentation en β - carotène permet de réduire la peroxydation lipidique. Chez des sujets ayant présenté un infarctus du myocarde, des niveaux plus faibles de β -carotène ont été rapportés. On peut donc dire que la vitamine A à un effet cardioprotecteur et lutte contre l'athérosclérose [169].

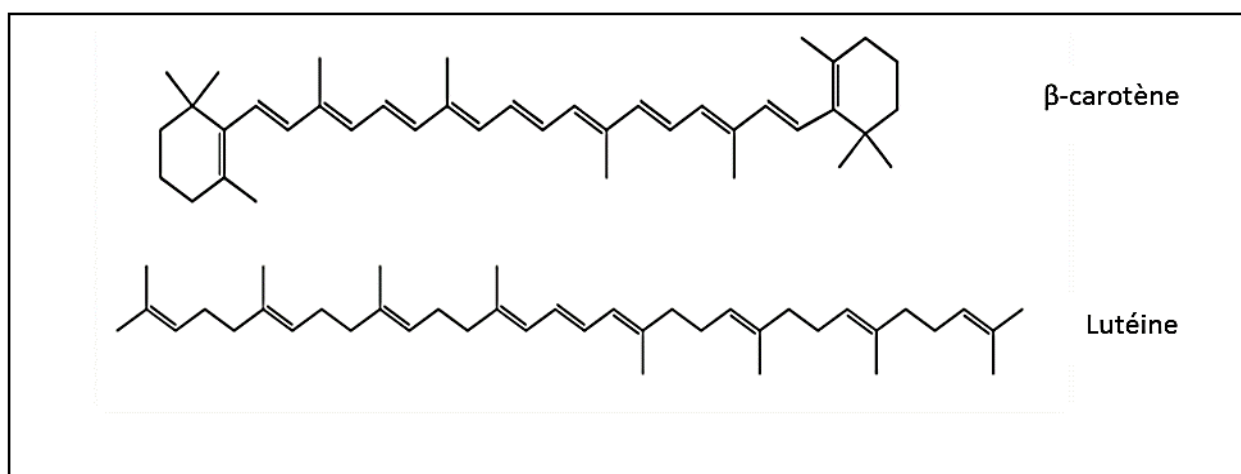


Figure 2.21 : Structures de quelques caroténoïdes de raisins [170]

Ils sont généralement responsables des couleurs rouge, jaune et orange des fruits, légumes et fleurs. Les caroténoïdes sont biosynthétisés par les plantes supérieures, les bactéries, dont les cyanobactéries, les algues, les champignons filamenteux et les levures. La présence des caroténoïdes dans les tissus des plantes vertes photosynthétiques peut être un indicateur sur le stade de maturité, la pertinence, la photoprotection et la sénescence [171]. Les caroténoïdes possèdent des propriétés spécifiques et remarquables. Ils sont une source de vitamine A. parmi

les quelques 700 caroténoïdes actuellement identifiés, environ 50 servent de précurseurs de la vitamine A, précisément l' α -carotène, la β -cryptoxanthine et le β -carotène [171].

3.3.3. Vitamine C

La vitamine C regroupe l'acide L-ascorbique et sa base conjuguée : l'ion acrobate. L'acide ascorbique (figure 2.22) est stable à l'état solide, à l'abri de la lumière et de l'humidité. En revanche, en solution aqueuse, il s'altère très rapidement au contact de l'oxygène. La chaleur, la présence d'ions métalliques ou un milieu basique accélèrent significativement ce phénomène d'oxydation [166]. Est une molécule hydrophile que l'on retrouve principalement dans les fruits frais (kiwi, agrumes) et par certains légumes comme les tomates, poivrons, brocolis. C'est une vitamine très fragile qui peut facilement être dégradée lors des modes de cuisson par exemple. La vitamine C intervient dans de nombreux métabolismes et renforce les défenses naturelles de l'organisme. La carence en vitamine C provoque le scorbut, mais on peut aussi observer une diminution de l'effet antioxydant, une augmentation du risque de développement d'un cancer et de cataracte. L'effet antioxydant de l'acide ascorbique pourrait inhiber les processus d'oxydation et les radicaux libres qui jouent un rôle dans l'initiation et la promotion du processus néoplasique [168].

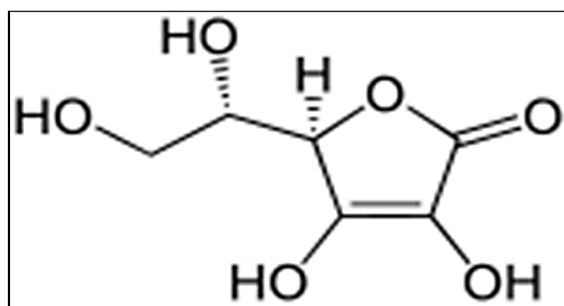


Figure 2.22 : Structure de base de l'acide L-ascorbique [166]

Partie II

Etude Expérimentale

1. Description de site de prélèvement

Le prélèvement des échantillons s’est déroulé au cour du mois d’Aout 2019 au niveau de la région de Tipaza (Latitude : 36°36',0"N Longitude : 2°27',0"E). La wilaya de Tipaza se situe au nord de l’Algérie, plus précisément au nord du Tell Central. Sa superficie est de l’ordre de 1707 Km². Elle est distante de 72 km de la capitale Alger. Elle est limitée au Nord par la mer Méditerranée, à l’Ouest par la wilaya de Chlef, au Sud-Ouest par la wilaya d’Ain-Defla, au Sud Est par la Wilaya de Blida et à l’Est par La Wilaya d’Alger. (figure 3.23).

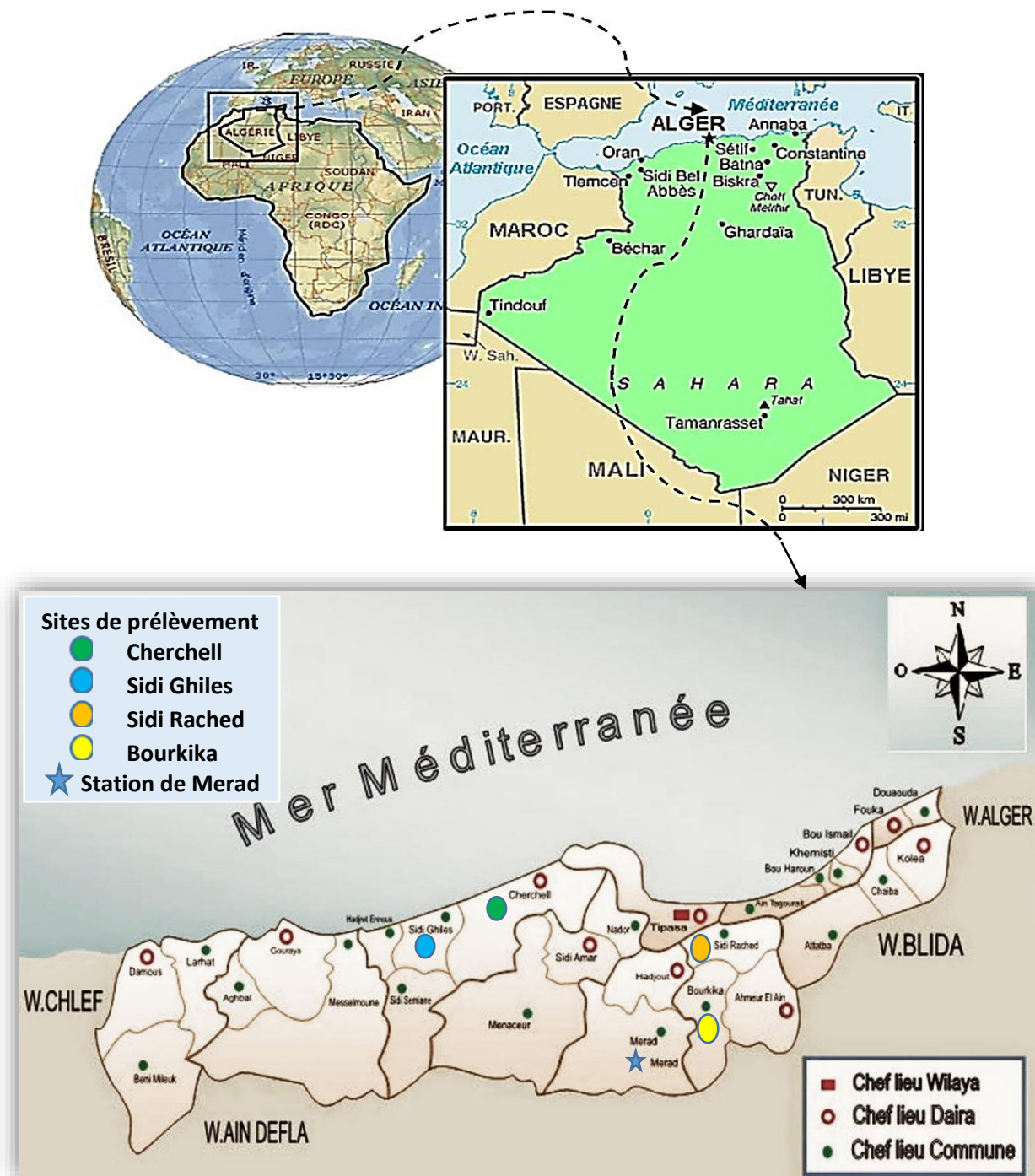


Figure 3.23 : Carte de prélèvement des échantillons

Son territoire est très diversifié composé de ; Montagnes : 336 Km², soit 20 % de la superficie totale de la wilaya ; de Collines et piémonts : 577 Km², soit 34 % de la superficie totale de la wilaya ; et de Plaines : 794 Km², soit 46 % de la superficie totale de la wilaya. Elle se situe dans un seul étage bioclimatique subdivisé en 02 variantes : - L'étage sub-humide caractérisé par un hiver doux, dans la partie Nord ; - L'étage sub-humide caractérisé par un hiver chaud, dans la partie Sud. Les vents ont des fréquences différentes durant l'année, les plus dominants sont de direction Sud et Ouest quant au Siroco, il est rarement enregistré au cours de l'hiver.

Les gelées sont fortement influencées par l'altitude. Les précipitations moyennes enregistrées par la station de Merad font ressortir une Pluviométrie moyenne annuelle de 616 mm durant la période 1991-2021 et de 642.4 mm en 2019. Les températures varient entre 33 °C pour les mois chauds de l'été (juillet, août), à 5,7 °C pour les mois les plus froids (décembre à février). Durant cette même période Il a été observé que le mois du Mai présente l'humidité relative la plus élevée, avec un pourcentage de 75.67. D'autre part, Juillet présente l'humidité relative la plus faible, avec un taux approximatif de 70.82. Selon les données, Novembre est observé comme le mois avec le maximum de jours de pluie (11.33) tandis que Juillet a enregistré un minimum de précipitations (0.53) [60].

2. Matériel biologique et origines des échantillons

Durant cette étude, quarante-cinq « 45 » échantillons de raisins issus de 5 cépages de raisin de table et de 3 de raisin de cuves (figure 3.24) ont été sélectionnés afin de déterminer les caractéristiques pomologiques et sensorielles des raisins, les caractéristiques physico-chimiques et biochimiques des jus extraits. Ces échantillons ont été récoltés à maturité optimale, durant le mois d'août de l'année 2019, dans deux daïras ; Cherchell (Latitude : 36.6085, Longitude : 2. 19718 36° 36' 31" Nord, 2° 11' 50" Est) et Ahmer El Aïn (Latitude : 36.4782, Longitude : 2.56393 36° 28' 42" Nord, 2° 33' 50" Est) situées dans la région de Tipaza (figure 3.26). Ces endroits ont été sélectionnés en fonction des critères suivants : (i) l'existence d'une tradition culturelle profondément ancrée pour la consommation locale des cépages de table et de cuve ; (ii) une culture et une production intense des différents cépages utilisés pour la consommation en frais ou pour la vinification ; (iii) une différenciation facile, en termes de nombre et de types, des différents cépages présents dans ces lieux. Les échantillons à raison de 4 à 5 kg chacun ont été clairement identifiés et les baies ont été séparées manuellement et placées dans des récipients propres, secs, rigides et hermétiques jusqu'à leur utilisation. Les caractéristiques des échantillons prélevés sont indiquées dans le tableau 3.9.

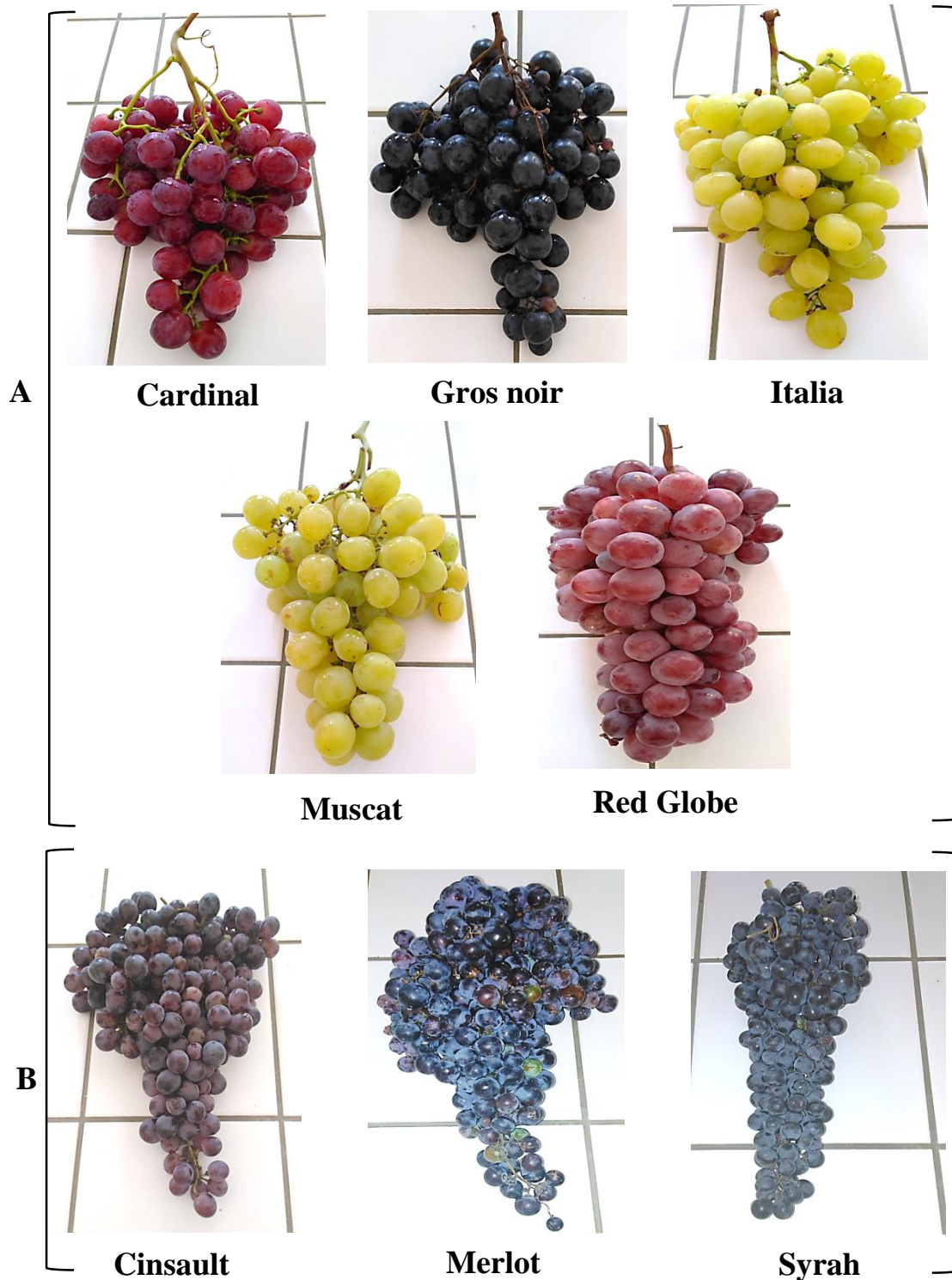


Figure 3.24 : Variétés de raisin étudiées « photos originales »

A ; Raisins de table

B ; Raisins de cuve

Tableau 3.9 : Caractéristiques des échantillons analysés

| Sites | Date 2019 | Cépages | Nbr Echan | Type de conduite | versant | Irrigation |
|-------------------------------|---------------------------|-----------|-----------|------------------|-------------|------------|
| Cherchell (Sidi Ghiles) | 03/ 8 | Cardinal | 03 | Cordon Royat | N ; p 30% | - |
| | 19/ 8/ | Gros noir | 03 | Guyot double | N ; p 30% | - |
| | | Muscat | 03 | libre | N ; p 30% | - |
| Ahmer El Aïn (Sidi Rached) | 03/ 8/ | Cardinal | 03 | Cordon Royat | S ; p 0% | - |
| | 19/ 8/ | Gros noir | 03 | Cordon Royat | S ; p 0% | - |
| | | Red Glob | 03 | Pergola | S ; p 0% | + |
| Ahmer El Aïn (Bourkika) | 03/ 8/ | Cardinal | 03 | Cordon Royat | S.O ; p 30% | - |
| | | Italia | 03 | Pergola | S.O ; p 30% | + |
| | 18/ 8/ | Cinsault | 03 | Guyot simple | N ; p 40% | - |
| | | Merlot | 03 | Guyot simple | N ; p 40% | - |
| | | Syrah | 03 | Guyot simple | N p 40% | - |
| | 19/ 8/ | Italia | 03 | Pergola | N ; p 0% | + |
| | | Red Glob | 03 | Pergola | N ; p 0% | + |
| | | Muscat | 03 | Pergola | N ; p 0% | + |
| | | Gros noir | 03 | Cordon Royat | N ; p 15% | - |
| | Total/Echantillons | | | 45 | | |

(+) irriguée, (-) non irriguée

3. Protocole expérimental

Notre étude a porté sur six axes majeurs :

- Caractérisation pomologique des raisins frais ;
- Test de dégustation ;
- Caractérisation physico-chimiques et biochimiques des jus extraits ;
- Evaluation de la composition en antioxydants ;
- Etude in vitro de l'activité anti-oxydante ;
- Caractérisation des extraits méthanoliques par HPLC.

La figure (figure 3.25) illustre les étapes suivies pour la réalisation de cette étude :

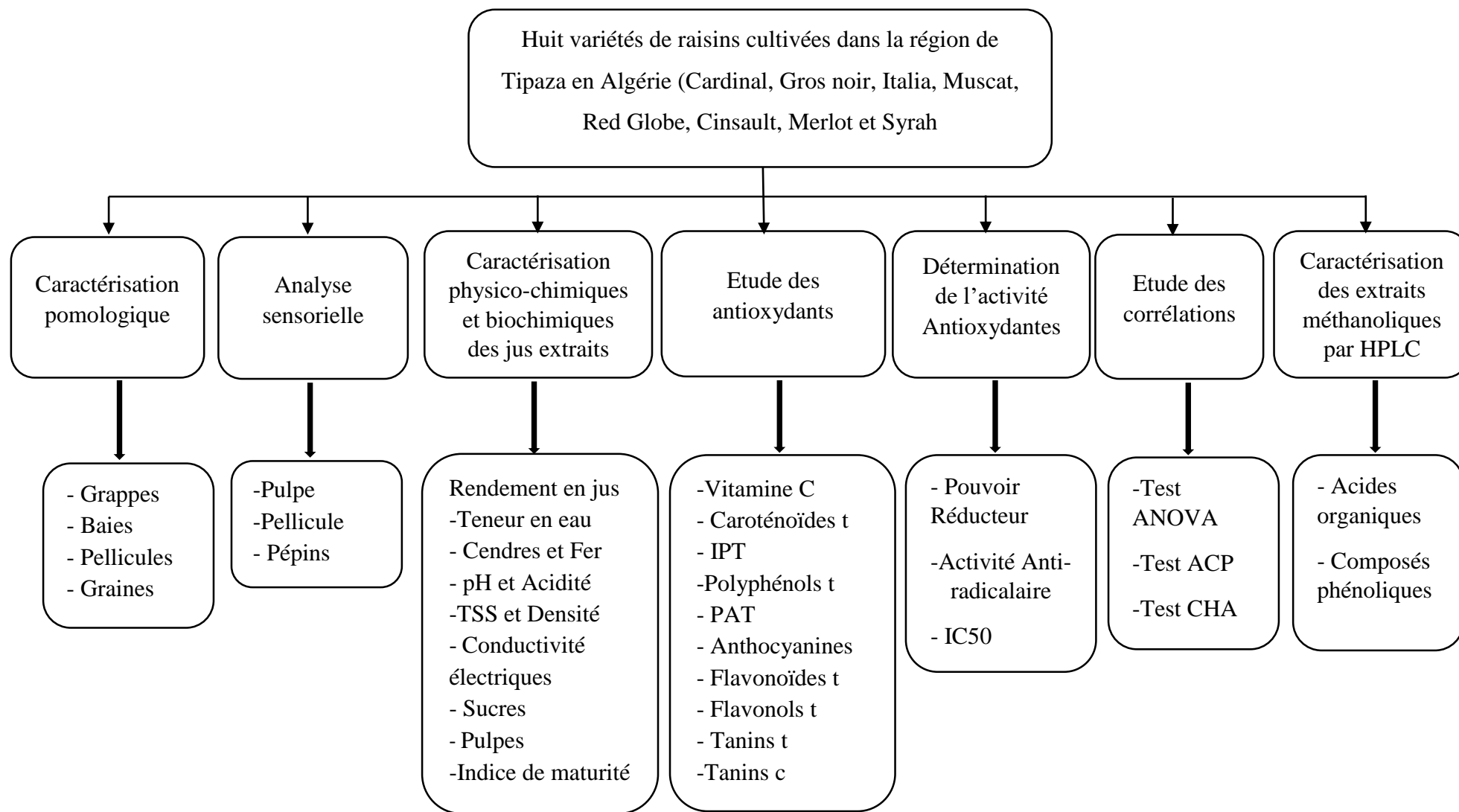


Figure 3.25 : Protocol expérimental

4. Méthodes d'analyse

Les jus obtenus à partir de huit variétés de raisin étudiées, ont subi des analyses physicochimiques correspondant aux critères de qualité, après avoir été pressés et séparés par filtration. Les analyses ont été effectuées au niveau du laboratoire de Contrôle de la Qualité de l'INSFP Ksar Elboukhari de la wilaya de Médéa (Annexe A) et les méthodes utilisées sont celles décrites dans la norme algérienne du journal officiel NA 301 : Jus de raisin : spécification – 1989 [172].

4.1. Caractéristiques pomologiques des raisins

En se basant sur les études menées par (Ribereau-Gayon et Peynaud., Galet., et Agrolib.rs, [173, 174, 175, 176] ; durant notre travail nous avons choisi douze (12) descripteurs pomologiques ; pour caractériser morphologiquement les huit variétés de raisin étudiées. Les échantillons objet de l'étude sont caractérisés sur la base de ses descripteurs ; ainsi, les variables mesurées s'attachent à la détermination :

- Dimensions des grappes et baies (Longueur et largeur) au moyen d'un pied à coulisse numérique (Annexe A).
- Poids, des grappes, des baies, des graines et des pellicules au moyen d'une balance analytique $\pm 0,001$ de marque Orma (Annexe A).
- Poids secs des graines et des pellicules, après avoir évaporée l'eau contenue au moyen d'une étuve dessiccateur, à une température de 40° C jusqu' à l'obtention d'un poids stable.

4.2. Test de dégustation

L'analyse sensorielle descriptive et quantifiée constitue un outil intéressant de caractérisation, à condition de reposer sur des descripteurs précis et rigoureusement définis. L'expression «évaluation sensorielle» doit être comprise comme l'examen d'un échantillon au moyen des sens et la réponse étant transmise sous forme d'un message déjà interprété par le sujet [177].

Les échantillons objet de l'étude ont été analysés selon la méthode de Rousseau [178], telle que modifiée par (Pedneault *et al.*) [179]. Il s'agit d'une méthode de base d'analyse sensorielle du raisin élaboré selon les règles de la métrologie sensorielle, conformément à la norme ISO 11035 [180].

4.2.1. Principe général

La méthode repose sur la segmentation de l'analyse selon les trois principaux compartiments de la baie (Pulpe, pellicule et pépins). La première analyse est réalisée au laboratoire de l'INSFP, pour la caractérisation des baies et pulpes, au moment de la récolte même et à l'entreprise Agrana Fruits sise à Tahracht Akbou Bejaia pour les pellicules et graines ; après avoir séchés, broyés et conservés pour le moment d'analyse. Une liste de 25 descripteurs permet à tous les dégustateurs d'utiliser les mêmes termes pour caractériser la même sensation. Chaque descripteur est quantifié sur une échelle de notation structurée, l'analyse sensorielle fait appel à tous les sens : appréciation visuelle, tactile, et gustative. Une grille d'aide à l'interprétation des résultats a été mise au point. Les échantillons codés sont présentés et il est demandé aux dégustateurs de les examiner et de les goûter successivement, puis procéder à la notation de chaque descripteur porté sur le formulaire en question (Annexe D).

4.2.2. Procédure détaillée

Pour cette étude, un panel de 12 personnes (huit femmes et quatre hommes entre 24 et 40 ans) expérimentées en profil sensoriel des aliments (personnel de l'entreprise AGRANA fruit) a été constitué. Ce panel est préalablement entraîné pour la méthode d'analyse sensorielle du raisin afin d'élaborer un lexique définissant chacun des attributs et à évaluer leur intensité sur une échelle linéaire [101]. Le protocole sensoriel final comporte vingt-cinq descripteurs sensoriels, d'aspect, de texture, de saveur et d'arôme. Chacun des 25 descripteurs est évalué en utilisant une échelle de notation de 1 à 4 excepté la couleur des baies et pellicules ; une échelle de notation de 1 à 8 est employée.

L'analyse sensorielle porte sur des lots de trois principaux compartiments de la baie : examen visuel et tactile des baies, analyse gustative de la pulpe, examen visuel et gustatif de la pellicule, examen visuel et éventuellement analyse gustative des pépins :

4.2.3. Examen visuel, tactile baies et dégustation des pulpes

Procédure : Dans un premier temps réaliser un examen visuel approfondi des baies de raisins, notamment au point d'insertion du pédicelle ; noter sa couleur (descripteur 1) et évaluer son apparence (descripteur 2). Avant de détacher les baies du pédicelle, presser légèrement les baies en exerçant la même pression à chaque fois pour un même opérateur, et évaluer l'aptitude à l'écrasement (descripteur 3). Puis détacher la baie du pédicelle en évaluant l'aptitude à l'égrenage (descripteur 4). Mettre le raisin en bouche ; extraire la pulpe en pressant

successivement chaque baie entre la langue et le palais ; extraire le jus en écrasant complètement la pulpe entre la langue et le palais, noter la sensation sucrée (descripteur 5), acide (descripteur 6), la nature des arômes (descripteurs 7) puis évaluer le degré d'appréciation de goût (descripteurs 8) .

4.2.4. Examen visuel et dégustation de la pellicule

Procédure : Après avoir séparés, séchés et broyés les pellicules, visualiser soigneusement et noter leurs couleurs (descripteurs 9), renifler et déterminer l'intensité des arômes dominants (descripteurs 10) puis évaluer leurs appréciations (descripteurs 11). Mettre en bouche les pellicules et mastiquer de 10 à 15 fois (chaque dégustateur doit veiller à pratiquer toujours le même nombre de mouvements de mâchoires). Au cours de la mastication, évaluer successivement le sucré (descripteurs 12), l'acidité (descripteurs 13), l'arôme dominant (descripteurs 14) et l'appréciation de goût (descripteurs 15). Puis passer le broyat ainsi obtenu sur le palais, sur les joues, entre les gencives et les muqueuses labiales. Après avoir recraché le broyat, passer deux fois la langue d'arrière en avant sur le palais et noter l'astringence (descripteur 16) ; en fin examiner l'aspect du broyat et noter la résistance des pellicules (descripteur 17).

4.2.5. Examen visuel et gustatif des pépins

Procédure : Examiner la couleur des pépins (descripteur 18). Renifler les broyats des graines et déterminer l'intensité des arômes dominants (descripteurs 19) puis évaluer leurs appréciations (descripteurs 20). Puis mastiquer les pépins selon la même procédure que la pellicule et noter l'amertume (descripteurs 21), la nature des arômes (descripteur 22), leur appréciation (descripteur 23) et leur astringence (descripteur 24). Croquer les pépins entre les incisives et noter leur dureté (descripteur 25).

Expression des résultats

L'ensemble des dégustateurs ont reçu des fiches destinées à noter le produit, ainsi qu'a donné leurs appréciations (Annexe C).

4.3. Caractéristiques physicochimiques et biochimiques des jus extraits

4.3.1. Rendement en jus

Les baies de raisin préalablement lavées et débarrassées de leurs pépins sont pesées puis introduites dans un broyeur (Retsch GM 200) de laboratoire à panier cylindrique, muni d'un disque abrasif au centre pour extraire le jus. Un petit pressoir métallique à vis et ressort, muni d'assiettes de répartition et d'un récipient pour le jus extrait, fournissant une pression unitaire de l'ordre de 2 kg/cm². En fin une opération de filtration est envisagée pour séparer les jus produits des pulpes et pellicules. Le rendement en jus est calculé selon la formule [181] (Annexe A).

$$\text{Rendement (\%)} = (\text{Masse de jus obtenue} / \text{Masse de pulpe}) \text{ traitée} \times 100$$

4.3.2. pH

La détermination de potentiel Hydrogène pH a été effectuée conformément à la norme AFNOR (NF V 05-108, 1970) [182]. Le principe de la méthode consiste en la mesure de l'acidité ou la basicité d'une eau. Le pH interfère avec d'autres paramètres de la qualité dans les complexes réactions chimiques : dureté, alcalinité, turbidité, conductivité [183].

La détermination du pH est réalisée à l'aide d'un pH-mètre (Hanna, pH-210). Ce dernier est équipé d'une sonde de température et une sonde de pH. Il doit être étalonné chaque fois avant de commencer l'analyse [182] (Annexe A).

Expression des résultats :

Lecture directe de la valeur du pH sur le pH-mètre.

4.3.3. Acidité

C'est la concentration des acides dans les aliments, tels que les acides acétique, citrique, lactique, tartrique et malique, pour le jus de fruit. La méthode utilisée est celle décrite par la norme AFNOR (NF V 05-101, 1974) [184] dont le principe est le suivant : Titrage d'une prise d'essai à l'hydroxyde de sodium jusqu'à un virage à un pH de 8,1 ou en présence de l'indicateur coloré phénolphtaléine jusqu'à l'obtention d'une coloration rose persistant pendant 30s [184] (Annexe A).

Expression des résultats :

$$\text{Acidité (g/l)} = V \times 2 \times 0,75$$

Où : V : volume de chute de burette en (ml).

0,75 : facteur d'acide tartrique.

4.3.4. Densité

La détermination de la densité a été effectuée conformément à la méthode décrite par Euloge [185]. Le principe de la méthode consiste en la mesure de la densité à l'aide d'un densimètre, ce dernier s'enfonce plus au moins profondément dans le liquide suivant la densité de celui-ci.

Expression des résultats : Lire la valeur indiquée par la surface de séparation de jus avec le densimètre [185].

4.3.5. Teneur en eau

La détermination de la teneur en eau et matières volatiles a été effectuée conformément à la norme AFNOR (NF : 04-207,1970) [186]. Le principe repose sur la dessiccation d'une denrée alimentaire par évaporation de l'eau sous forme absorbée ou adsorbée. Pesée du résidu.

Expression des résultats : La teneur en eau et en matières volatiles exprimée en pourcentage en masse est calculée selon la formule suivante [186] (Annexe A) :

$$H (\%) = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100$$

Où : m_0 : est la masse, en grammes, de la capsule.

m_1 : est la masse, en gramme, de la capsule et de la prise d'essai.

m_2 : est la masse, en grammes, de la capsule et du résidu après chauffage.

4.3.6. Teneur en cendres

La détermination de la teneur en cendres a été effectuée conformément à la norme AFNOR (NF V 05-113,1972) [187]. Il s'agit de molécules complexes constituées majoritairement des éléments C, H, O et N. Un chauffage puissant au four à moufle, à 500°C permet la destruction et l'élimination totale des matières organiques qui se trouvent totalement dégradées en matières minérales qui s'échappent du creuset sous forme gazeuse, c'est la minéralisation : Matières organiques \longrightarrow $CO_2 + H_2O + NH_3$; Il reste alors dans le creuset les sels minéraux sous forme de cendres blanches [187] (Annexe A).

Expression des résultats :

$$MO (\%) = \frac{(M_1 - M_2)}{P} \times 100$$

Soit : MO (%) : Matières organiques ;

M1 : Masse des capsules + la prise d'essai ;

M2 : Masse des capsules + les cendres ;

P : Masse de la prise d'essai.

La teneur en cendre (Cd), exprimée en %, est calculée comme suit :

$$\text{Cd (\%)} = 100 - \text{MO}$$

4.3.7. Conductivité électrique

La détermination de la conductivité électrique a été effectuée conformément à la norme AFNOR (NF T 90-111) [188]. La détermination de la conductivité est réalisée à l'aide d'un conductimètre (Hanna). Elle est déterminée après rinçage plusieurs fois de l'électrode, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de jus à examiner, faire la mesure en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée.

Expression des résultats : Le résultat de conductivité est donné directement en us/cm [188].

4.3.8. Teneur en Fer

L'estimation de la teneur en Fer contenues dans les jus extraits est réalisée par la méthode décrite par (Vignes et al.,) [189]. Le principe de la méthode consiste à oxyder la totalité des ions ferreux Fer (II) présents dans le jus de raisin par l'eau oxygénée en milieu acide en ions ferrique Fer (III). Les ions Fer (III) formés sont révélés par une solution de thiocyanate de potassium qui permet la formation du complexe $\text{Fe}[(\text{SCN})]^{+2}$ de couleur rouge. La concentration massique de ce complexe est déterminée grâce à un dosage par étalonnage à l'aide d'un spectrophotomètre (Shimadzu UV-1280). La longueur d'onde pour les jus blanc est de 470 nm et pour les jus rouge est de 500 nm [189].

Expression des résultats

La concentration en Fer est déduite à partir d'une gamme d'étalonnage établie avec une solution acide de Fer (III) de titre en Fer compris entre 1 et 10 mg/l. Elle est exprimée en mg Fer (III) équivalent/ Kg poids, en se référant à une courbe d'étalonnage ; $y = 10,262 x + 0,0076$, $R^2 = 0,9998$ (Annexe B).

4.3.9. Solides solubles

Le degré Brix exprime le pourcentage de la concentration des solides solubles (TSS) contenus dans un échantillon. Ces solides solubles représentent le total de tous les solides dissous dans l'eau incluant : les sucres, alcools, les sels, protéines et acides. Le taux de solides

solubles (TSS), exprimé en degré Brix, est déterminé conformément à la norme AFNOR (NF : T 60-212, 1984) et à la norme AOAC (AOAC, 2002) [190, 191]. Dont le principe est : Mesurer à l'aide d'un réfractomètre le Degré Brix, à une température constante ; quelques gouttes de l'échantillon sont étalées sur le prisme du réfractomètre, puis le taux de résidu sec soluble exprimé en degré Brix est lu sur l'échelle de cet appareil à l'intersection des zones claires et sombres.

Expression des résultats : La lecture directe, sur le réfractomètre. Prendre comme résultats, la moyenne arithmétique de deux Déterminations [190, 191] (Annexe A).

4.3.10. Teneur en Pulpes

La détermination de la pulposité a été effectuée conformément à la méthode décrite par Barkatove et al., [192]. Elle consiste à la centrifugation d'un certain volume de jus et la pesée de la pulpe précipitée après égouttage de surnageant (Annexe A).

Expression des résultats :

$$\text{La teneur en pulpe \%} = \text{R/P} \cdot 100$$

Où ; R : poids de la pulpe = $R_u - T_u$:

R_u ; poids du tube après centrifugation

T_u ; poids de tube vide

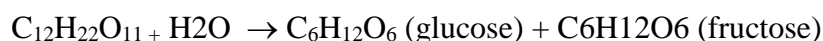
P : poids de la boisson = $P_u - T_u$:

P_u ; poids du tube rempli de boisson

4.3.11. Teneur en sucres ;

- **Teneur en sucres totaux**

Les sucres totaux ont été déterminés par Titration indirecte par iodométrie en appliquant la méthode décrite par (EASTON et MACK,) [193]. En outre le glucose et fructose le jus de raisin contient également du saccharose $C_{12}H_{22}O_{11}$ que l'on peut hydrolyser en milieu acide en glucose et en fructose :



Les sucres totaux seront ensuite déterminés par titration indirecte par iodométrie. L'oxydation du glucose sera réalisée dans l'obscurité pour éviter l'oxydation d'un autre sucre, le fructose, qui est aussi présent dans le jus [193] (Annexe A).

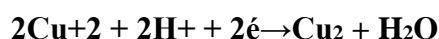
Expression des résultats :

$$C_0 = [(2c_1 \cdot V_1 - c_2 \cdot V_{2E}) / 2V_0] \cdot 2$$

Soit : C_0 : Concentration en Glucose total ; V_0 : volume de la prise d'essai
 C_1 : Concentration I_2 ; V_1 : Volume I_2
 C_2 : Concentration $Na_2S_2O_3, 5H_2O$; V_{2E} : volume équivalent $Na_2S_2O_3, 5H_2O$;

- **Teneur en sucres réducteurs**

Cette méthode est basée sur la détermination du volume de solution de glucose à doser, nécessaire pour réduire en totalité une prise de solution en liqueur de Fehling (NAVARRE,) [85]. Les sucres réducteurs ont la propriété de réduire à chaud et en milieu alcalin le sulfate de cuivre de couleur bleue en oxyde cuivreux qui donne un précipité rouge brique.



Il s'agit de connaître le volume de solution sucrée nécessaire pour décolorer une solution de liqueur de Fehling, à laquelle on a ajouté deux à trois gouttes de bleu de bromothymol, et qui est constamment maintenue à l'ébullition. Ce volume est en raison inversement proportionnel à sa richesse en sucre [194, 195] (Annexe A).

Expression des résultats :

$$R = 5 \times (N/\dot{N}) \times F$$

Où ; **R** : Quantité des sucres réducteurs en g/l
N : Nombre de ml de solution de glucose à 5% utilisée
 \dot{N} : Nombre de ml de filtrat utilisé pour la décoloration de la liqueur de Fehling.
F : Facteur de dilution.

- **Teneur en sucres non réducteurs :**

La teneur en sucres non réducteurs est obtenue par la différence entre la teneur en sucres totaux et les sucres réducteurs présents dans l'échantillon.

$$\text{Sucres non réducteurs (\%)} = \text{Sucres totaux (\%)} - \text{Sucres réducteurs (\%)}$$

- **Teneur en glucose**

Le glucose fait partie des composés appelés oses. Il comporte une fonction aldéhyde : $C_5H_{11}O_5 - CHO$. Pour cette raison le glucose est réducteur : couple (acide gluconique / glucose) ou en milieu basique (ion gluconate / glucose). Le glucose sera dosé par une solution de diiode en milieu basique et en excès (dosage en retour). Le diiode en excès est dosé par une solution d'ions thiosulfate. Le diiode en excès réapparaît si l'on acidifie le milieu réactionnel.

L'oxydation du glucose sera réalisée dans l'obscurité pour éviter l'oxydation d'un autre sucre, le fructose, aussi présent dans le jus [193].

Expression des résultats :

$$C_0 = (2c_1 \cdot V_1 - c_2 \cdot V_{2E}) / 2V_0$$

Soit : C_0 ; Concentration en Glucose total ;

V_0 : volume de la prise d'essai

C_1 : Concentration I_2 ;

V_1 : Volume I_2

C_2 : Concentration $Na_2S_2O_3, 5H_2O$;

V_{2E} : volume équivalent $Na_2S_2O_3, 5H_2O$;

- **Teneur en fructose :**

La teneur en fructose est obtenue par la différence entre la teneur en glucose libre et les sucres réducteurs présents dans l'échantillon.

$$\text{Fructose (\%)} = \text{Sucres réducteurs (\%)} - \text{Glucose libre (\%)}$$

- **Indice de maturité :**

L'indice de maturité est obtenu par le rapport entre le taux de solides solubles et l'acidité.

$$I.M = \text{TSS en } ^\circ\text{Brix} / A \text{ g.L}^{-1}$$

Où ; IM : Indice de maturité ;

TSS : Taux de solides solubles ;

A : Acidité titrable.

4.4. Etude des antioxydants et activités antioxydantes des jus extraits

4.4.1. Acide ascorbique

La méthode de titrage en retour a été utilisée pour la détermination de la teneur en vitamine C ; conformément au protocole décrit par Pourmaghi-Azar et Ojani [196]. Un excès connu de diiode dans le jus de raisin réagit avec l'acide ascorbique jusqu'à ce qu'il soit entièrement consommé. L'excès de diiode, qui n'a pas réagi avec l'acide ascorbique, sera ensuite titré et dosé avec une solution de thiosulfate de sodium $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (thiosulfate de sodium pentahydraté, 99 % extra pur, ACROS Organics™) [196] (Annexe A).

Expression des résultats :

$$C_0 \text{ (mg/100g de jus)} = (2c_1 \cdot V_1 - c_2 \cdot V_{2E}) / 2V_0$$

C_0 ; Concentration en vitamine C (mg/100g de jus) ; V_0 : volume de la prise d'essai

C_1 : Concentration I_2 ; V_1 : Volume I_2

C_2 : Concentration $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3, 5\text{H}_2\text{O}$; V_{2E} : volume équivalent $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3, 5\text{H}_2\text{O}$.

4.4.2. Caroténoïdes totaux

L'extraction et le dosage des caroténoïdes totaux ont été effectués conformément à la méthode décrite par Sass-Kiss et al., [197]. Le principe de la méthode consiste en la mesure de l'absorbance de l'extrait hexanique à 480 nm et la teneur en caroténoïdes est exprimée en mg équivalent de β -carotène par 100 g de jus en se référant à la courbe d'étalonnage. Brièvement, 20 ml de solvants d'extraction mixtes (hexane/acétone/éthanol, 2:1:1) ont été ajoutés à 10 g de raisins frais écrasés. Après agitation pendant 30 min, la phase supérieure a été récupérée. 10 ml d'hexane ont été ajoutés pour une seconde extraction. Le mélange des deux phases hexaniques a été utilisé pour doser les caroténoïdes totaux à 480 nm. La quantification a été estimée par référence à la courbe d'étalonnage utilisant le β -carotène comme standard ; $y = 6.21 x + 0.032$, $R^2=0,998$) (Annexe B). Les valeurs ont été exprimées en mg d'équivalent β -carotène (EBC) pour 100g de jus de raisin [197] (Annexe A).

4.4.3. Indice de polyphénol total " IPT

La méthode utilisée consiste à mesurer l'absorbance à 280 nm du jus de raisin traité avec de l'éthanol et de l'acide chlorhydrique, puis dilué 100 fois dans de l'eau distillée (Delso et al., [198]. Un volume de 50 g de jus de raisin a été mélangé avec 15 ml d'éthanol (à 95%) et 85 ml de solution d'HCl (à 37 % diluée à 0.1 % dans de l'eau distillée). Après macération à température ambiante pendant une heure avec une agitation manuelle d'une minute tous les

quarts d'heure, le broyat est filtré sur de la laine de verre. Par la suite, ce filtrat sera soumis à une dilution au 1/100^{ème} avec de l'eau déminéralisée qui sert à déterminer l'absorbance DO à 280 nm contre un blanc d'eau distillée sous 1 cm de trajet optique [199, 200].

Expression des résultats :

Les composés phénoliques totaux seront estimés par cette mesure d'absorbance à 280 nm en utilisant la formule suivante :

$$\text{Indice de polyphénol total " IPT " = DO}_{280} \times 100 \times [(\text{poids du broyat} + 100) / (\text{poids du broyat})]$$

100 : représente le volume de la solution rajoutée au broyat

4.4.4. Préparation des extraits méthanoliques

L'extraction des polyphénols totaux a été réalisée selon le protocole proposé par Ali et *al.*, [201]. Chaque échantillon écrasé (10 g) a été extrait par agitation avec 20 ml de méthanol à 80 % dans des flacons coniques jusqu'à obtenir une consistance uniforme. Les échantillons ont été ensuite agités pendant 24 h à 4°C, et les extraits obtenus ont été filtrés à travers un papier filtre, et évaporés sous vide jusqu'à sécheresse et correctement protégés et stockés dans un réfrigérateur (4 °C) jusqu'à une analyse ultérieure dans un délai maximum d'une semaine. La procédure d'extraction a été répétée trois fois successivement sur les résidus solides obtenus par centrifugation à 3000rpm/15min [201] (Annexes A et B).

4.4.5. Contenu phénolique total (CPT)

La teneur en composés phénoliques totaux des extraits méthanoliques a été déterminée par calorimétrie en utilisant la méthode de Folin Denis conformément au protocole décrit par Singleton et *al.*, ; Teow et *al.*, [202, 203]. 0,5 ml de l'extrait méthanolique est dilué avec 5 ml de l'eau distillée, puis 0,5 ml de réactif de Folin–Ciocalteu 1 N (50% ; v/v) a été ajouté. Après 3 minutes, 0,5 ml de carbonate de sodium (20%) sont ajoutés, puis le mélange est incubé à l'obscurité pendant une heure à température ambiante. L'absorbance de la réaction a été mesurée à 765 nm et les résultats ont été exprimés en milligramme d'équivalent acide gallique (EAG) pour 100 g d'extrait. Une courbe d'étalonnage a été réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide gallique comme témoin positif ; $y = 6.67 x + 0.0099$, $R^2=0,999$ [Annexe A et B].

4.4.6. Flavonoïdes totaux (FT)

La concentration en ces composés a été déterminée en appliquant la méthode colorimétrique rapportée par Djeridane et *al.*, [204]. Les groupements hydroxydes OH des

flavonoïdes forment un complexe coloré très stable avec le chlorure d'aluminium (AlCl_3). Ce complexe jaune absorbe la lumière visible à une longueur d'onde de 430 nm [205]. 1 ml de la solution d'extrait de chaque échantillon est ajouté à 1 ml de solution de chlorure d'aluminium à 2% (préparée dans du méthanol). Après 10 minutes d'incubation à température ambiante, l'absorbance est lue au spectrophotomètre à 430 nm. La teneur en flavonoïdes totaux a été calculé à partir de l'équation de régression linéaire de la courbe d'étalonnage de la quercétine ($y = 6x + 0.0003$, $R^2 = 0,997$). Elle est exprimée en mg d'équivalent quercétine / 100g d'extrait (mg EQ/100g d'extrait) [Annexe B].

4.4.7. Flavonols (FI)

Le contenu de ces composés a été quantifié en appliquant la méthode colorimétrique rapportée par Djeridane et al., [204]. Le chlorure d'aluminium (AlCl_3) et l'acétate de sodium CH_3COONa ont été associés pour former un complexe coloré. Un volume de 500 μl d'extrait est ajouté à 500 μl d'eau distillée, 500 μl de chlorure d'aluminium (2 %) et 500 μl d'acétate de sodium (50 g/l). Après 30 min, l'absorbance est lue à 440 nm. La teneur en flavonols a été calculé à partir de l'équation de régression linéaire de la courbe standard de la rutine ($y = 4.77x + 0.0024$, $R^2 = 0,999$) et exprimée en équivalents de rutine en milligrammes par 100g d'extrait (mg ER/100g d'extrait) (Annexe B).

4.4.8. Tanins totaux (TT)

Le dosage des tanins totaux a été effectué par la méthode spectrophotométrique conformément au protocole décrit par Cayla et al., [206]. En milieu acide, les tanins se transforment en anthocyanes qui après chauffage donnent un pigment rouge. 2 ml de l'extrait dilué à 1/50 a été mélangé avec 3 ml d' HCl (12 N) et 1 ml d'éthanol (95 %). Une fois chauffé à 97° et après 30 min d'incubation, l'absorbance est lue à 550 nm et les résultats ont été exprimés en milligramme d'équivalent acide tannique (EAT) pour 100 g d'extrait. Une courbe d'étalonnage a été réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide tannique comme témoin positif $y = 4.51 x + 0.024$, $R^2 = 0,998$) (Annexe B).

4.4.9. Tanins condensé (TC)

Le dosage des tanins condensé a été effectué par la méthode spectrophotométrique selon Škerget et al., [207]. En présence du réactif " butanol + sulfate de fer ", les tanins précipitent plus ou moins rapidement, selon leur état de condensation (les composés les moins condensés restent en solution). 0,2 ml de solution d'extrait sont additionnés à 2 ml de réactif de butanol sulfate de fer ; le mélange est incubé au bain marie à 95°C pendant 20 minutes, l'absorbance

est mesurée à 530nm. Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent acide catéchine (EAC) /100g d'extrait. Une courbe d'étalonnage a été réalisée en parallèle dans les mêmes conditions opératoires en utilisant l'acide catéchine comme témoin positif $y=3.92 x - 0.09$, $R^2=0,990$ (Annexe B).

4.4.10. Anthocyanes et potentiel anthocyanique total

La méthode utilisée consiste à mesurer l'absorbance à 520 nm du jus de raisin traité avec de l'éthanol et de l'acide chlorhydrique, puis dilué 20 fois dans de l'eau distillée [198]. Un volume de 50 g de jus de raisin a été mélangé avec 15 ml d'éthanol (à 95%) et 85 ml de solution d'HCl (à 37 % diluée à 0.1 % dans de l'eau distillée). Après macération à température ambiante pendant une heure avec une agitation manuelle d'une minute tous les quarts d'heure, le broyat est filtré sur de la laine de verre. Par la suite, ce filtrat sera soumis à une dilution au 1/20^{ème} avec une solution d'HCl à 1% puis l'absorbance est lue à 520 nm contre un blanc d'eau distillée sous 1 cm de trajet optique. La concentration en anthocyanes et le potentiel anthocyanique total seront estimés par cette mesure d'absorbance à 520 nm de la solution d'extraction en utilisant les formules suivantes [198].

$$\text{Anthocyanes (A) (mg/l)} = \text{DO}_{520} \times 22,75 \times 20$$

22,75 : pente de la droite d'étalonnage obtenu à partir de cyanidine -3-glucoside.

Le potentiel anthocyanique total sera calculé par la formule suivante

$$\text{PAT} = \text{Anthocyanes (mg/l)} \times 100 \times [(\text{poids du jus de raisin} + 100) / \text{poids du jus de raisin}].$$

Les résultats ont été obtenus en mg d'équivalent cyanidine-3-glucoside pour 1Kg de jus de raisin. Bien que deux autres méthodes ont été appliquées dans un but de comparaison, suivant le protocole décrit par Jakobek et al. [208] ; en se basant sur les propriétés de décoloration des anthocyanes soit sous l'effet du pH ou encore l'action des ions bisulfite.

4.4.11. Activités anti radicalaires

Essai DPPH ; Le dosage du radical 2,2-diphényl 1-picrylhydrazyl (DPPH) a été réalisé par la méthode décrite par (Molyneux,) [209]. Le test de l'effet piègeur du DPPH est basé sur l'existence de composés phénoliques naturels et leur activité à donner un ion hydrogène pour convertir les radicaux DPPH de radical libre stable (DPPH-) en non-radical (DPPH-H). Ce changement dépend du nombre d'atomes d'hydrogène absorbés, qui peut être contrôlé par

spectrophotométrie en mesurant le blanchiment de la couleur DPPH- du violet au jaune. La perte d'absorbance reflète donc l'activité de piégeage des radicaux. Le protocole utilisé dans cette méthode est celui de Milardović et *al.*, [210]. Il consiste à mélanger 2,9 ml de la solution DPPH* (6×10^{-5}) avec 0,1 ml de chaque extrait à différentes concentrations ; la mesure de la réaction de réduction de la solution du DPPH* a été faite à 515 nm après incubation de 30 min. L'acide tannique et la rutine ont été utilisés comme étalons antioxydants pour comparer l'activité. Le pourcentage de neutralisation du radical de DPPH* est calculé selon la formule suivante [209] :

$$\% \text{ d'inhibition du DPPH}^* = (\text{Abscontr} - \text{Abséch} / \text{Abscontr}) 100$$

Où : Abscontr : Absorbance du contrôle.

Abséch : Absorbance de l'échantillon.

4.4.12. Pouvoir réducteur (PR)

La propriété réductrice ou pouvoir réducteur a été déterminée selon la méthode d'Oyaizu [211], rapportée par Kumar et *al.*, [212]. Le pouvoir réducteur des extraits méthanoliques de jus de raisin est basé sur leur capacité à réduire les ions du complexe chlorure ferrique/ferricyanure à la forme ferreuse et l'intensité de la couleur bleu-vert résultante a été mesurée à 700 nm. Un volume de 1mL de chaque extrait, à différentes concentrations, est ajouté à 2,5mL de tampon phosphate (pH 6,6 ; à 0,2M), suivi de 2,5ml de ferricyanure de Potassium ($\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$) à 1% ; après agitation, le mélange est soumis à l'incubation à 50°C pendant 20min. 2,5mL d'acide trichloracétique à 10% sont additionnés au mélange qui est centrifugé à 3000 tpm pendant 10 min. Un volume de 2,5ml d'eau distillée est ajouté à 2,5mL du surnageant, puis 0,5ml de chlorure ferrique à (0,1%) est ajouté au mélange. Le mélange préalablement homogénéisé est incubé pendant 10min à l'abri de la lumière, l'absorbance est lue à 700nm. Le pouvoir réducteur est déterminé en se référant à la courbe d'étalonnage établie avec l'acide gallique et les résultats sont exprimés en mg d'antioxydants équivalents en acide gallique/g de matières fraîches (mg EAG/g MF) $y = 0.24 x + 0.005$ $R^2 = 0.995$ (Annexe B).

4.5. Caractérisation des extraits méthanoliques par Chromatographie liquide à haute performance

La séparation chromatographique des composés phénoliques a été effectuée avec un équipement YL 9100 HPLC, une colonne AGILENT XDB ECLIPSE C18 HPLC (250 mm X 4,6 mm, 5 ml, 5microns), chauffée à 40 °C et un logiciel YL-CLARITY. La première phase mobile (A) utilisée pour la séparation est composée d'eau, et d'acide acétique avec les proportions 99/1(v/v). La deuxième phase mobile (B) est formée du méthanol grade HPLC.

En mode gradient, la détection a été réalisée à 254 nm et 280 nm. Le volume d'extrait injecté est de 20 µl. Après chaque cycle, le système est reconditionné pendant 60 minutes. L'identification et la quantification des composés phénoliques contenu dans les extraits se fait par comparaison du temps de rétention, des surfaces des standards utilisés par rapport à ceux obtenus en analysant les extraits. Les analyses ont été répétées 3 fois.

Tableau 3.10 : Gradient de l'analyse par chromatographie

| Temps (min) | Phase mobile A | Phase mobile B |
|-------------|----------------|----------------|
| 0 | 95% | 5% |
| 55 | 5% | 95% |
| 60 | 95% | 5% |

4.6. Analyse statistiques

Durant cette étude, nous avons pu qualifier et/ou quantifier un grand nombre de facteurs, c'est pourquoi nous avons opté pour l'analyse statistique. En effet, cette analyse permet de déterminer la variabilité d'un grand nombre de facteurs, mais également d'établir l'ensemble des corrélations mathématiques existantes entre les différents facteurs, ainsi que d'obtenir des représentations graphiques (répartition des différents facteurs et des individus au sein de deux axes orthonormés).

L'interprétation des résultats est basée sur l'utilisation d'un logiciel XLSTAT professionnel 1.1.1089 2021. L'analyse statistique consiste :

- En une analyse de la variance à un seul facteur au seuil de 5 %.
- En une analyse par corrélation entre les différents paramètres physicochimiques étudiés au seuil de 5 %.
- En une analyse par composant principales ACP au seuil de 5 %.
- Et en Classification ascendante hiérarchique (CAH).

1. Caractéristiques pomologiques des raisins

Le tableau 4.11 présente les résultats des caractéristiques physiques des raisins de différents cépages de vigne étudiés

1.1. Dimensions et poids des grappes

Une 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 ou grains de raisin [213, 214].

Les caractéristiques pomologiques étudiées à savoir la longueur, le diamètre et le poids des grappes, manifestent pour l'ensemble des variétés de raisin testées ; des valeurs significativement différentes ; elles sont comprises respectivement entre $(18,7 \pm 2,46)$; le Cinsault et $(24,17 \text{ cm} \pm 0,17)$; le Red globe, entre $(9,37 \pm 1,48)$; la Syrah et $(14,89 \text{ cm} \pm 1,02)$; l' Italia et entre $(258 \pm 46,52)$; la Syrah et $(1074,33 \text{ g} \pm 126,33)$ le Red globe (tableau 4.11).

Les grappes de raisin sont toujours petites chez les espèces sauvages et plus ou moins grandes chez les variétés cultivées [179]. Chez ces dernières, elles varient de 6 à 24 centimètres (cm) de longueur et de 100 à 500 gramme du poids [214]. Quelques fois, chez quelques raisins de table (Dattier de Beyrouth, Dabouki, Sabelle,...etc.), le poids de la grappe peut largement dépasser 1 kg [175].

Les caractéristiques d'une grappe sont souvent utilisées Pour définir une variété. En fonction du type de raisin, sa longueur peut atteindre 10 cm et moins (petit), jusqu'à 18 cm (moyen), jusqu'à 26 cm (grand) et au-dessus de cette taille - très grande [176].

Agouazi et Amir [215] dans la caractérisation pomologique et physico-chimique de cépages de *Vitis vinifera ssp vinifera* autochtones d'Algérie enregistre des poids variant de 119.86 g (Chaouche) et 696.42 g (Valenci Noire) ;

Il est donc très difficile de dresser la description d'une grappe-type pour chaque cépage, ce qui rend pratiquement impossible l'établissement d'une classification des cépages à partir des caractères provenant uniquement de grappes. Néanmoins, on peut retenir les éléments suivants : la dimension, la forme (cylindrique, tronconique) et la compacité des grappes (lâche, compacte, boudinée) [173, 174, 216].

Shellie [217], note que le stress hydrique affecte certains paramètres agronomiques du raisin tels que le poids des grappes, le poids des baies et le rendement.

Tableau 4.11 : Caractéristiques pomologiques des raisins étudiés

| Cépages | Caractères physiques « Grappes et Baies » | | | |
|-----------|---|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| | Longueur des grappes en Cm | Largeur des grappes en Cm | Poids des grappes en g | Poids de 100 baies en g |
| Cardinal | 23,25 ± 0,87 ^{AB} | 14,55 ± 0,78 ^A | 636,34 ± 53,4 ^C | 799,22 ± 55,99 ^B |
| Gros noir | 22,23 ± 2,18 ^{AB} | 14,66 ± 1,54 ^A | 616,66 ± 77,13 ^C | 775,66 ± 57,17 ^B |
| Italia | 24 ± 0,57 ^A | 14,89 ± 1,02 ^A | 818,25 ± 74,95 ^B | 810,76 ± 65,79 ^B |
| Muscat | 20,5 ± 1,80 ^{AB} | 12,61 ± 1,62 ^{AB} | 532,77 ± 2,17 ^C | 653,55 ± 51,92 ^B |
| Red Globe | 24,17 ± 0,17 ^A | 14,33 ± 0,33 ^A | 1074,33 ± 126,33 ^A | 1025,66 ± 131 ^A |
| Cinsault | 18,7 ± 2,46 ^B | 10,7 ± 1,47 ^{BC} | 339 ± 54,06 ^D | 272,96 ± 29,39 ^C |
| Merlot | 21 ± 2,64 ^{AB} | 13 ± 1 ^{AB} | 386 ± 89,42 ^D | 163,78 ± 18,55 ^C |
| Syrah | 19,7 ± 2,46 ^{AB} | 9,37 ± 1,48 ^C | 258 ± 46,52 ^D | 134,02 ± 10,16 ^C |

| Cépages | Caractères physiques « Grappes et Baies » | | | |
|-----------|---|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | Longueur des baies en Cm | Largeur des baies en Cm | Rapport longueur/Largeur | Poids des baies en g |
| Cardinal | 2,45 ± 0,08 ^B | 2,35 ± 0,03 ^A | 1,05 ± 0,02 ^{CD} | 8,45 ± 0,47 ^B |
| Gros noir | 2,46 ± 0,06 ^B | 2,34 ± 0,05 ^A | 1,05 ± 0,02 ^{CD} | 8,36 ± 0,72 ^B |
| Italia | 2,74 ± 0,08 ^A | 2,19 ± 0,02 ^A | 1,25 ± 0,05 ^{AB} | 8,48 ± 0,26 ^B |
| Muscat | 2,68 ± 0,19 ^A | 2,05 ± 0,16 ^{AB} | 1,32 ± 0,21 ^A | 6,94 ± 0,85 ^C |
| Red Globe | 2,79 ± 0,11 ^A | 2,53 ± 0,08 ^A | 1,1 ± 0,01 ^{CD} | 10,81 ± 1,1 ^A |
| Cinsault | 1,92 ± 0,11 ^C | 1,65 ± 0,08 ^B | 1,16 ± 0,01 ^{BC} | 3,24 ± 0,5 ^D |
| Merlot | 1,39 ± 0,06 ^D | 1,42 ± 0,06 ^B | 0,98 ± 0,02 ^D | 1,77 ± 0,14 ^E |
| Syrah | 1,37 ± 0,06 ^D | 1,23 ± 0,01 ^B | 1,11 ± 0,04 ^{CD} | 1,35 ± 0,06 ^E |

| Cépages | Caractères physiques « Graines et Pellicules » | | | |
|-----------|--|---------------------------------------|--|--|
| | Poids frais ; graines (g/100g de baies) | Poids sec ; graines (g/100g de baies) | Poids frais ; pellicules (g/100g de baies) | Poids sec ; pellicules (g/100g de baies) |
| Cardinal | 7,03 ± 0,87 ^A | 5,48 ± 0,69 ^A | 8,24 ± 0,47 ^C | 2,03 ± 0,1 ^C |
| Gros noir | 6,56 ± 1,15 ^A | 4,99 ± 0,87 ^{AB} | 11,32 ± 0,15 ^{AB} | 3,33 ± 0,22 ^B |
| Italia | 4,66 ± 0,95 ^B | 3,51 ± 0,79 ^B | 7,99 ± 0,95 ^C | 2,13 ± 0,16 ^C |
| Muscat | 2,51 ± 0,61 ^C | 1,77 ± 0,38 ^C | 10,51 ± 0,28 ^B | 3,24 ± 0,09 ^B |
| Red Globe | 7,17 ± 0,39 ^A | 4,2 ± 0,26 ^{AB} | 12,5 ± 0,42 ^A | 3,22 ± 0,3 ^B |
| Cinsault | 7,35 ± 0,61 ^A | 5,6 ± 0,47 ^A | 9 ± 0,34 ^C | 3,02 ± 0,22 ^B |
| Merlot | 4,67 ± 0,58 ^B | 3,56 ± 0,5 ^B | 12,35 ± 1,81 ^A | 5,07 ± 0,92 ^A |
| Syrah | 4,72 ± 0,36 ^B | 3,54 ± 0,27 ^B | 13,18 ± 0,52 ^A | 5,13 ± 0,29 ^A |

1.2. Dimensions et poids des baies

Les résultats obtenus pour les paramètres ; poids de 100 baies, poids d'une baie, longueur et largeur des baies pour l'ensemble des variétés de raisin étudiées, présentent des différences significatives au seuil de 5%. Elles sont comprises respectivement entre $(134,02 \pm 10,16)$ et $(1025,66 \text{ g} \pm 131)$, entre $(1,35 \pm 0,06)$ et $(10,81 \text{ g} \pm 1,1)$, entre $(1,37 \pm 0,06)$ et $(2,79 \text{ cm} \pm 0,11)$ et entre $(1,23 \pm 0,01)$ et $(2,53 \text{ cm} \pm 0,08)$ pour les mêmes cépages ; la Syrah et le Red globe (tableau 4.11).

Le poids de 100 baies est une composante de production à partir de laquelle nous pouvons évaluer les performances d'un cépage aussi bien sur le plan quantitatif que qualitatif. Selon Galet [31], on peut apprécier la dimension des baies par le poids de 100 baies, ce qui permet de faire 5 classes :

Baies très petites : Le poids des 100 baies est moins de 35 g ;

Baies petites : Le poids des 100 baies est de 36 g à 111 g ;

Baies moyennes : Le poids des 100 baies est de 111 g à 300 g ;

Baies grosses : Le poids des 100 baies est de 331g à 700g.

Baies très grosses : Le poids des 100 baies dépasse les 700 g.

On s'appuyant sur cette classification et les résultats obtenus pour ce paramètre, nous avons pu établir 3 groupes de cépages distincts ; qui sont :

- Le premier groupe, à baies moyennes ; rassemble les cépages de cuves à savoir ; la Syrah, le Merlot et le Cinsault, enregistrant respectivement des poids moyens de 100 baies de $(134,02 \pm 10,16)$, $(163,78 \pm 18,55)$ et $(272,96 \text{ g} \pm 29,39)$.
- Le deuxième groupe à grosse baies était la caractéristique d'un seul cépage de table ; le Muscat avec un poids moyen de 100 baies de l'ordre de $(653,55 \text{ g} \pm 51,92)$.
- Le Troisième groupe, qualifié de baies très grosses ; rassemblant le reste des cépages de table étudiés à savoir ; Le Gros noir, le Cardinal, l'Italia et le Red globe, enregistrant respectivement des poids moyens de 100 baies de $(775,66 \pm 57,17)$, $(799,22 \pm 55,99)$, $(810,76 \pm 65,79)$ et $(1025,66 \text{ g} \pm 131)$ (tableau 4.11).

Le poids moyen d'une baie à maturité est un facteur important de la qualité de la vendange puisqu'il intervient dans le rapport surface/volume des grains : plus le poids (et donc le volume) de la baie est faible, plus la contribution des pellicules dans le poids de la baie est élevé [218]. Cela est important pour la vinification car les pellicules contiennent une partie importante des composés phénoliques (notamment la totalité des anthocyanes) ainsi qu'une partie non négligeable des composés aromatiques.

Agouazi et Amir [215] ; enregistrent respectivement pour les deux paramètres poids d'une baie et de 100 baies des valeurs variant de 1,16 (Ferrana) à 5,30 g (Aberkan) et de 129,03 (Valenci blanc) à 529,71 g (Ahmar de Mascara). Ezzahouani [8] dans l'étude de l'effet de certaines pratiques culturales sur la qualité des raisins de table marocains note pour la variété Cardinale un poids des baies de 5,1 à 6,4 g, légèrement inférieur à notre cas avec un poids moyen de 8,45 g

Comme pour le poids nous retiendrons quelques éléments descriptifs : la dimension est un élément important que l'on peut apprécier de plusieurs façons ; par le diamètre des baies ; (Petite - jusqu'à 13 mm, Moyenne - de 13 à 18 mm, Large - de 18 à 23 mm et excessivement grand - à partir de 23 mm), le volume ou encore le rapport longueur/largeur. La forme des baies est un caractère intéressant pour distinguer les cépages entre eux (sphérique, arrondie, oblate, aplatie, ellipsoïde, ovoïde, ovale, ovale allongé, obovoïde, cylindroïde...). On peut également noter aussi la couleur (uniforme, nuancée depuis le blanc clair jusqu'au noir foncé), la consistance et la saveur des baies (neutre, musquée) [174, 176].

Suivant la classification des cépages de raisins par le biais de la taille des baies et les résultats obtenu pour ce paramètre, on peut distinguer quatre groupes de cépage qui sont :

- Le premier groupe avec un diamètre $\leq 1,3$ cm ; caractérisé par un seul cépage de cuve la Syrah avec un diamètre de $(1,23 \text{ cm} \pm 0,01)$
- Le deuxième groupe dont le diamètre est compris entre 1,3 et 1,8 cm ; regroupe les deux cépages de cuve restant à savoir le Merlot et le Cinsault avec des diamètres moyens respectifs de $(1,42 \pm 0,06)$ et $(1,65 \text{ cm} \pm 0,08)$.
- Le troisième groupe dont le diamètre est compris entre 1,8 et 2,3 ; concerne deux cépage de raisin de table ; Le Muscat et l'Italia avec des diamètres moyens respectifs de $(2,05 \pm 0,16)$ et $(2,19 \text{ cm} \pm 0,02)$.
- Le quatrième groupe avec un diamètre $> 2,3$ cm ; caractérise les trois cépages de table restant ; le Gros noir, le Cardinal et Red globe avec des diamètres moyens respectifs de $(2,34 \pm 0,05)$, $(2,35 \pm 0,03)$ et $(2,53 \text{ cm} \pm 0,08)$ (tableau 4.11).

En s'appuyant sur les résultats de paramètre longueur/ largeur et la classification des cépages de raisin suivant leur forme [180], en qualifié quatre classes qui sont :

- Première classe de forme aplatie ou oblate : concerne un seul cépage de cuve ; le merlot avec un rapport L/l de $(0,98 \pm 0,02)$.
- Deuxième classe de forme arrondie légèrement aplatie ; caractérise deux cépage de raisin de table ; Cardinale et Gros noir avec un rapport moyen de $(1,05 \pm 0,02)$ pour les deux cépages.

- Troisième classe de forme arrondie légèrement ovale ; regroupe un cépage de table et deux cépages de cuve ; le Red globe, la Syrah et Cinsault avec des rapports moyens respectifs de $(1,11 \pm 0,04)$, $(1,1 \pm 0,01)$ et $(1,16 \pm 0,01)$.
- Quatrième classe de forme ovale : concerne les deux cépages de table restant ; Italia et Muscat avec des rapports moyens respectifs de $(1,25 \pm 0,05)$ et $(1,32 \pm 0,21)$ (tableau 4.11).

1.3. Poids des graines et pellicules

Le raisin est une baie charnue constituée d'un péricarpe et de graines appelées pépins. Le péricarpe se compose d'un exocarpe appelé pellicule et d'un mésocarpe appelé pulpe [219].

Les pourcentages en poids frais des trois compartiments composant une baie de raisin à savoir la graine, la pellicule et la pulpe sont représentés par la figure 4.26 ; ainsi ses derniers présentent des différences significative et elles sont comprises respectivement entre $(2,51 \pm 0,61)$; le Muscat et $(7,35 \pm 0,61)$; Cinsault, entre $(7,99 \pm 0,95)$; Italia et $(13,18 \pm 0,52)$; Syrah et entre $(80,35 \pm 0,03)$; Red Globe et $(87,35 \% \pm 1,86)$; l'Italia. (tableau 4.11, figure 4. 26)

Ses résultats sont en accord ou légèrement différent par rapport aux données bibliographiques ; Lemoigne [101], note que la pellicule représente en moyenne 10 à 15 % du poids de la baie, les pépins : représentent 0 à 6 % du poids total du raisin. Pascal-Antoine et Olivier [220] évoquent que La pulpe, représente la plus grande partie du raisin. À sa maturité, elle représente 75 à 85 % du grain entier. La pellicule, quant à elle, représente 6 à 9 % de la masse du raisin et les pépins représentent 3 à 6 % du poids total du raisin. A maturité, la pulpe représente 90 à 95% du poids du raisin, ses cellules possèdent des vacuoles représentant 99% de leur volume remplies majoritairement d'acides organiques et de sucres [104].

La pulpe représente la plus grande partie de la baie, à la maturité, elle peut atteindre jusqu'à 85 à 90 % du grain entier. Elle est généralement incolore sauf chez les cépages teinturiers. Les raisins de cuve contiennent beaucoup moins de pulpe que les raisins de table [93].

Agouazi et Amir [215] ; enregistrent pour le paramètre poids de 100 pépins des valeurs comprises entre 2,85 pour la variété Sbaa Tolba et 5,11 g pour Bezoul El khadem.

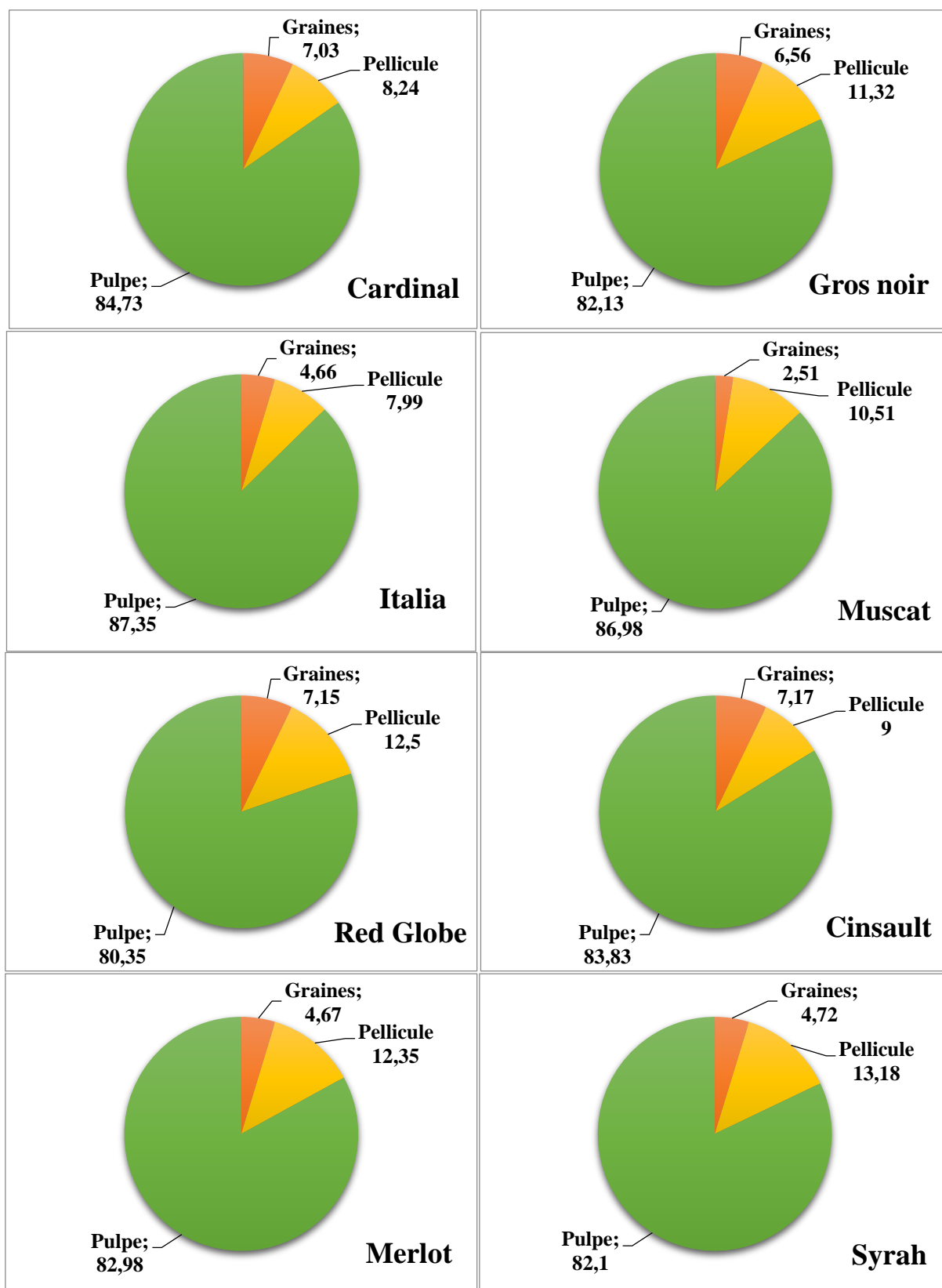


Figure 4.26 : Proportion des graines, pellicules et pulpes contenue dans les baies des cépages étudiés.

Pour mieux apprécier l'apport en pellicule et en graines dans la baie entière on a procédé à la détermination des poids secs ainsi que des teneurs en eau seront déduites. Les masses secs des graines et pellicules obtenus ainsi que les teneurs en eau associées présentent des différences significatives. Elles sont comprises respectivement entre $(1,77 \pm 0,38)$; Muscat et $(5,48 \text{ g} \pm 0,69)$; Cardinal et entre $(2,03 \pm 0,1)$; Cardinal et $(5,13 \text{ g} \pm 0,29)$; Syrah (tableau 4.11) pour les masses, entre $(21,88 \pm 1,48)$; Cinsault et $(41,27 \% \pm 0,43)$; Red glaobe et entre $(59,04 \pm 2,44)$; Merlot et $(75,35 \% \pm 0,18)$, Cardinal pour les teneurs en eau.

Selon Valnet, [221] la teneur moyenne en eau dans la pellicule du raisin est de 72,92% comparés aux travaux de Lemoigne [101] qui note une teneur de l'ordre de 78 à 80 %. Pascal-Antoine et Olivier [220], signale que les graines de raisin renferment une teneur en eau de l'ordre de 25 à 45% de poids total de pépin.

1.4. Analyse en composantes principales (ACP)

Une Analyse par Composante Principale (ACP) est réalisée en considérant les différents paramètres pomologiques étudiés et les variétés de raisin en question. L'ACP montre que 74,94 % de la variance totale est représentée sur l'axe 1 et 2, avec 52,09 % pour l'axe 1 et 22,86% pour l'axe 2 (figures 4.27 et 4.28).

La première carte factorielle (ACP) ; caractérise les variables étudiées (figure 4.27) ; en effet 52,09 % de l'information est portée sur l'axe F1 expliquant les corrélations positives ; regroupant les descripteurs pomologiques caractérisant le poids, les dimensions des grappes et baies. Une deuxième corrélation positive sur le même axe est enregistrée entre la teneur en pulpe et le rapport L / l des baies de raisin avec un coefficient de corrélation "r² de 0,624 (tableau 4.12). Ce groupe de corrélation positif s'oppose à un paramètre ; le poids sec des pellicules, porté sur l'axe F2 représentant 22,86% de l'information. Ce paramètre présente une corrélation négative avec les descripteurs pomologiques caractérisant les grappes, baies de raisin et la teneur en pulpe (longueur, largeur et poids des baies) en premier lieu suivie par ceux des grappes en deuxième degré, avec des coefficients de corrélation respectifs "r² de -0,780, -0,734, -0,714, -0,469, -0,554, -0,552 et -0,499 . Une autre corrélation négative s'opère entre le poids des graines et le rapport L/l des baies de raisin avec un coefficient de corrélation "r² de -0,477 (tableau 4.12).

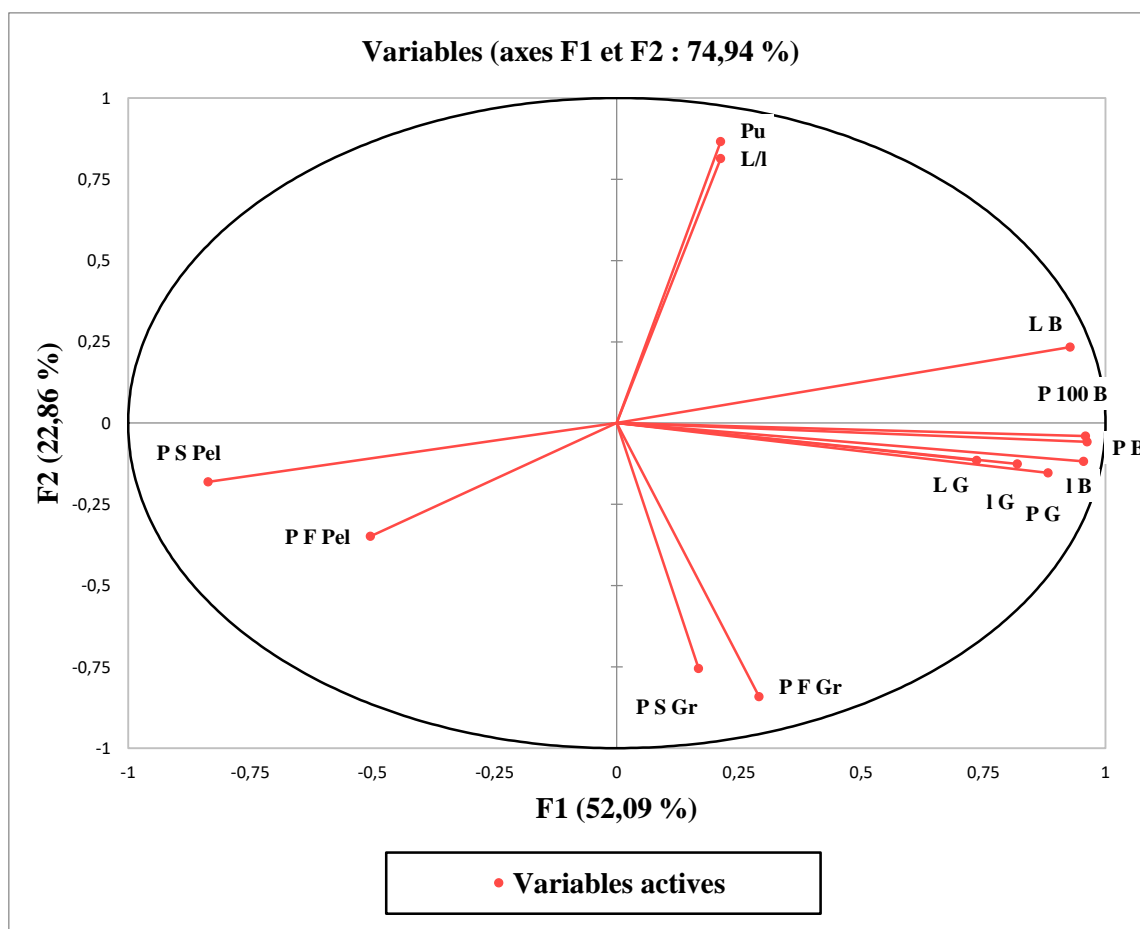


Figure 4.27 : Carte factorielle des corrélations entre les paramètres pomologiques

Lacompagne, [218] rapporte qu'il existe une relation inversement proportionnelle entre le poids de la baie et la pellicule, ainsi plus le poids de la baie est faible, plus la contribution des pellicules dans le poids de la baie est élevé. Cela est important pour la vinification car les pellicules contiennent une partie importante des composés phénoliques (notamment la totalité des anthocyanes) ainsi qu'une partie non négligeable des composés aromatiques.

Selon Galet, [222] il existe une relation étroite entre la taille des baies et le développement des pépins.

Tableau 4.12 : Matrice des corrélations entre les descripteurs pomologiques étudiés

| Variables | L G | I G | P G | L B | I B | L/l | P B | P 100 B | P F Gr | P S Gr | P F Pel | P S Pel | Pu |
|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| L G | 1 | 0,799 | 0,760 | 0,530 | 0,621 | -0,083 | 0,662 | 0,674 | 0,157 | 0,039 | -0,228 | -0,469 | 0,079 |
| I G | 0,799 | 1 | 0,757 | 0,646 | 0,766 | -0,103 | 0,749 | 0,743 | 0,200 | 0,129 | -0,321 | -0,554 | 0,126 |
| P G | 0,760 | 0,757 | 1 | 0,799 | 0,844 | 0,114 | 0,893 | 0,897 | 0,298 | 0,067 | -0,157 | -0,552 | -0,077 |
| L B | 0,530 | 0,646 | 0,799 | 1 | 0,917 | 0,484 | 0,938 | 0,936 | 0,078 | -0,055 | -0,435 | -0,780 | 0,303 |
| I B | 0,621 | 0,766 | 0,844 | 0,917 | 1 | 0,100 | 0,985 | 0,976 | 0,339 | 0,191 | -0,344 | -0,734 | 0,049 |
| L/l | -0,083 | -0,103 | 0,114 | 0,484 | 0,100 | 1 | 0,177 | 0,191 | -0,497 | -0,495 | -0,343 | -0,354 | 0,624 |
| P B | 0,662 | 0,749 | 0,893 | 0,938 | 0,985 | 0,177 | 1 | 0,997 | 0,271 | 0,100 | -0,305 | -0,714 | 0,064 |
| P 100 B | 0,674 | 0,743 | 0,897 | 0,936 | 0,976 | 0,191 | 0,997 | 1 | 0,247 | 0,074 | -0,295 | -0,702 | 0,072 |
| P F Gr | 0,157 | 0,200 | 0,298 | 0,078 | 0,339 | -0,497 | 0,271 | 0,247 | 1 | 0,945 | -0,132 | -0,297 | -0,582 |
| P S Gr | 0,039 | 0,129 | 0,067 | -0,055 | 0,191 | -0,495 | 0,100 | 0,074 | 0,945 | 1 | -0,278 | -0,306 | -0,424 |
| P F Pel | -0,228 | -0,321 | -0,157 | -0,435 | -0,344 | -0,343 | -0,305 | -0,295 | -0,132 | -0,278 | 1 | 0,859 | -0,729 |
| P S Pel | -0,469 | -0,554 | -0,552 | -0,780 | -0,734 | -0,354 | -0,714 | -0,702 | -0,297 | -0,306 | 0,859 | 1 | -0,499 |
| Pu | 0,079 | 0,126 | -0,077 | 0,303 | 0,049 | 0,624 | 0,064 | 0,072 | -0,582 | -0,424 | -0,729 | -0,499 | 1 |

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,05$

L G : Longueur des grappes, I G : Largeur des grappes, P G : Poids des grappes, L B : Longueur des baies, I B : Largeur des baies, P B : Poids des baies, P F Gr : Poids frais des graines, P S Gr : Poids secs des graines, P F Pel : Poids frais des pellicules, P S Pel : Poids secs des pellicules, Pu : Pulpes

Le second seconde carte factorielle caractérisant les observations (figures 4.28 a et 4.28 b), classe les variétés de raisin étudiées en trois groupes distincts d'où moins pour les paramètres étudiés ; deux groupes sont répartis sur l'axe F1 qui porte 52,09 % de l'information, ses deux derniers appartiennent aux cépages de table caractérisées par leurs valeurs en descripteurs pomologiques les plus élevées, notamment le poids et dimensions des baies et grappes de raisin. ainsi en notait respectivement pour le paramètre poids des baies 8,36, 8,45 et 10,81g pour le premier groupe composé des variétés Gros noir, Cardinal et Red globe , pour le second groupe composé des cépages Muscat et Italia en notait respectivement 6,94 et 8,48 g .Tout fois il ya lieu de faire une distinction entre ses deux groupes par les rapports L/ l les plus élevés enregistrées par le deuxième groupe avec respectivement 1,32 et 1,25. Le troisième groupe composé des variétés de raisin de cuve ; Cinsault, Merlot et Syrah, se trouve sur le deuxième axe F2 portant 22,86 % de total de l'information ; caractérisé par des niveaux en descripteurs pomologiques les plus bas, notamment le poids et dimensions des baies et grappes de raisin. Ainsi en notait respectivement pour le paramètre poids 3,24, 1,77 et 1,35 g.

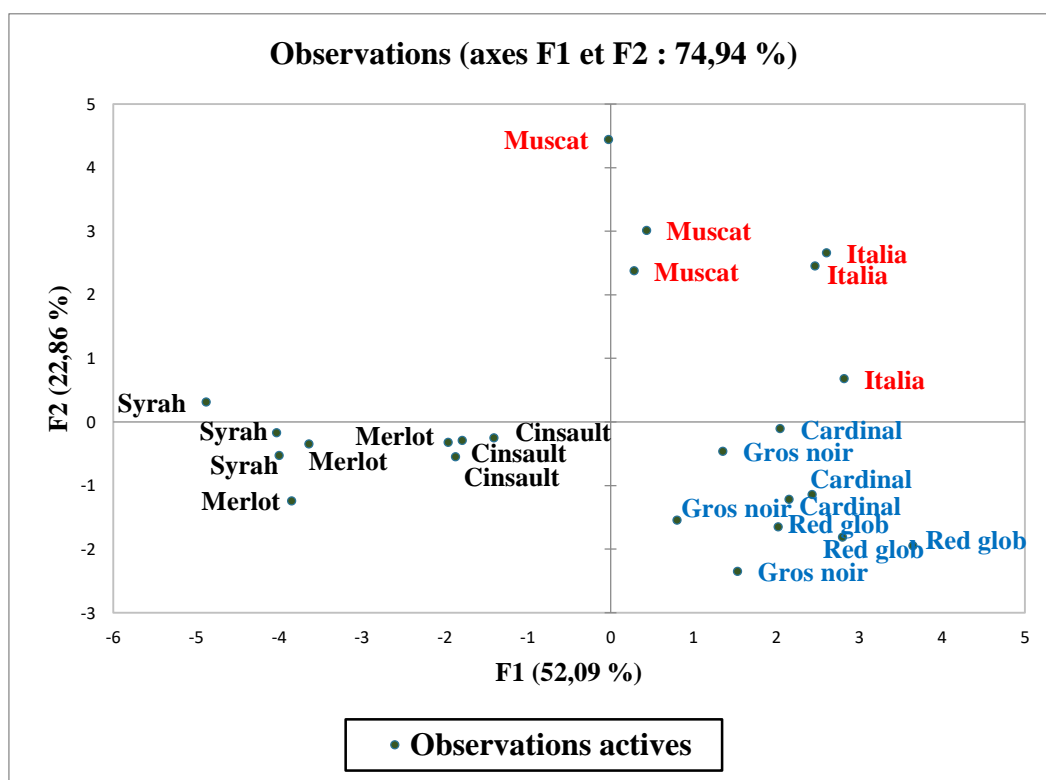


Figure 4.28 a : Carte factorielle de l'ensemble des observations.

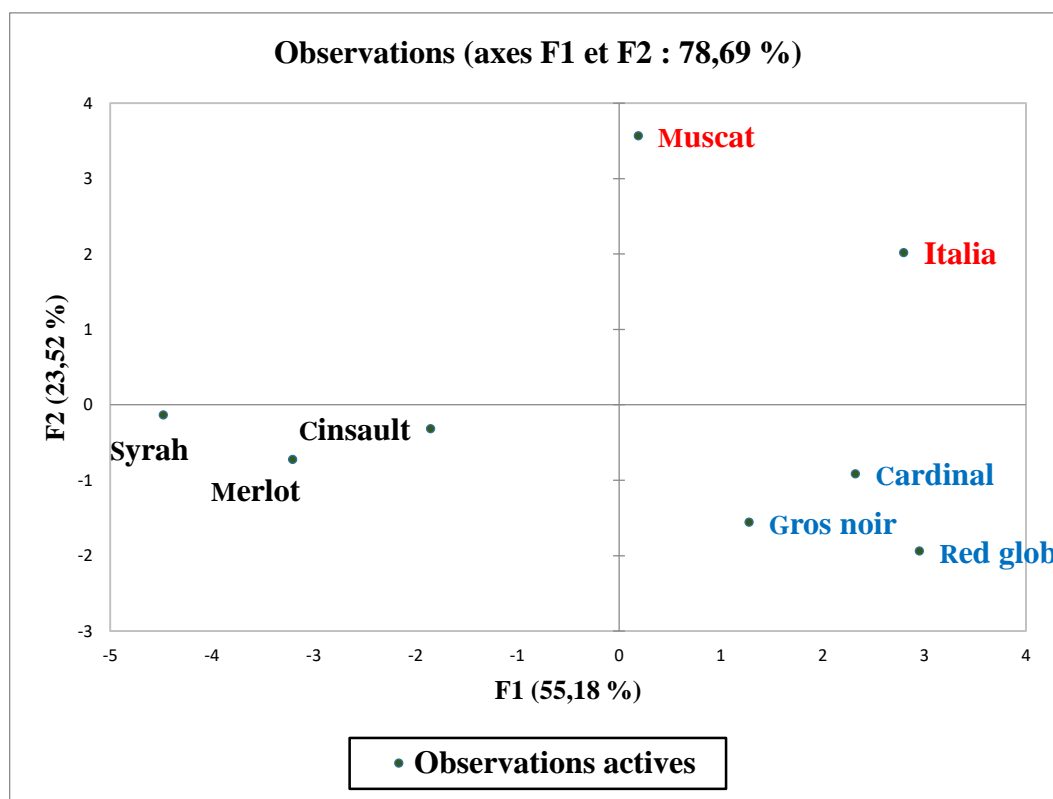


Figure 4.28 b : Carte factorielle des valeurs moyennes en descripteurs pomologiques des observations.

1.5. Classification hiérarchique ascendante (CAH) :

La classification hiérarchique ascendante (figures 4.29 a et 4.29 b) des cépages étudiés, nous a permis de confirmer les remarques soulevée par l'établissement de l'ACP. Ainsi on distingue deux grands ensembles de variétés ; le premier regroupe les cépages de cuve ; Cinsault, Merlot et Syrah ayant comme particularités communes ; les masses et dimensions des baies de raisins les plus faible et niveau élevée en poids pelliculaire notamment pour les cépages Merlot et Syrah avec des teneurs respectives de 12,35 et 13,18 g/100g de baie à l'état frais, de 5,07 et 5,13 g/100g de baie à l'état sec. Contrairement à l'ACP ; dans le second ensemble regroupant les raisins de table en ressortie la variété Red globe en tant que groupe à part et en rassemble les autres ; Cardinal, Gros noir, Italia et Muscat en un autre groupe. Ceci s'explique d'une part, par les niveaux en descripteurs pomologiques les plus élevées enregistrés par ce cépage, de l'autre part par sa teneur en eau des graines la plus élevée qui soit le double de c'elle enregistrée par les autres cépages étudiés avec 41,27 % de poids totale de pépin.

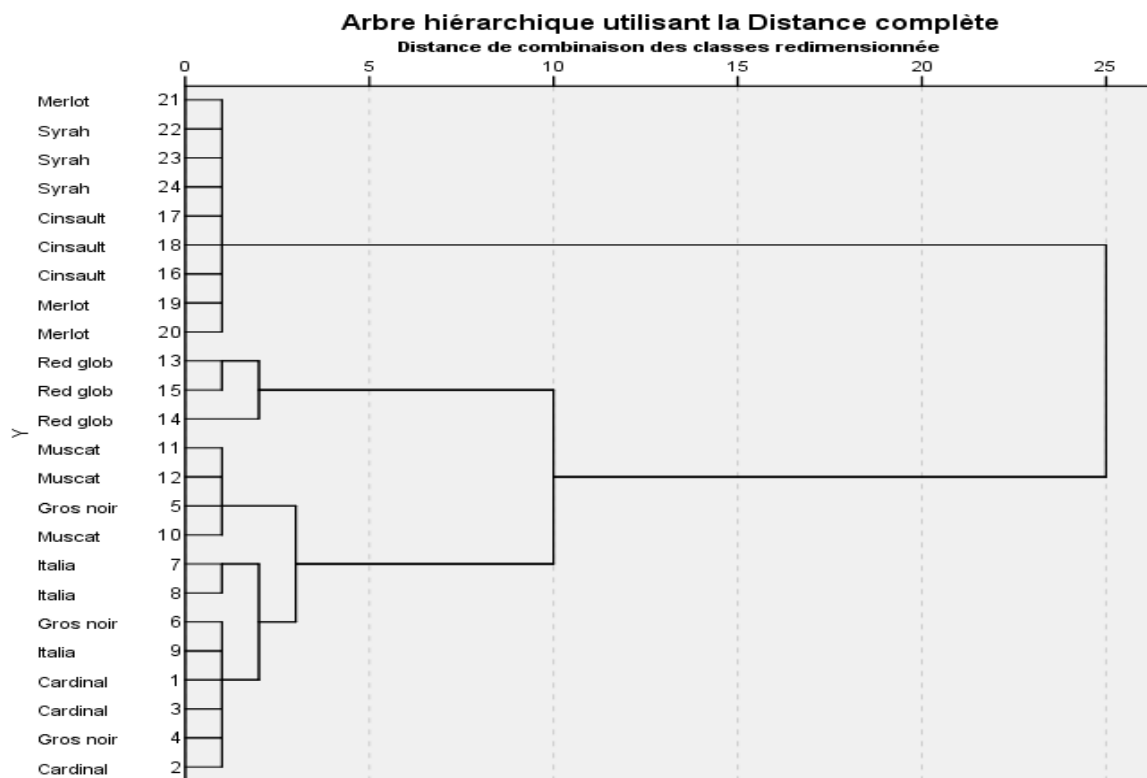


Figure 4.29 a : Classification hiérarchique ascendante de l'ensemble des observations

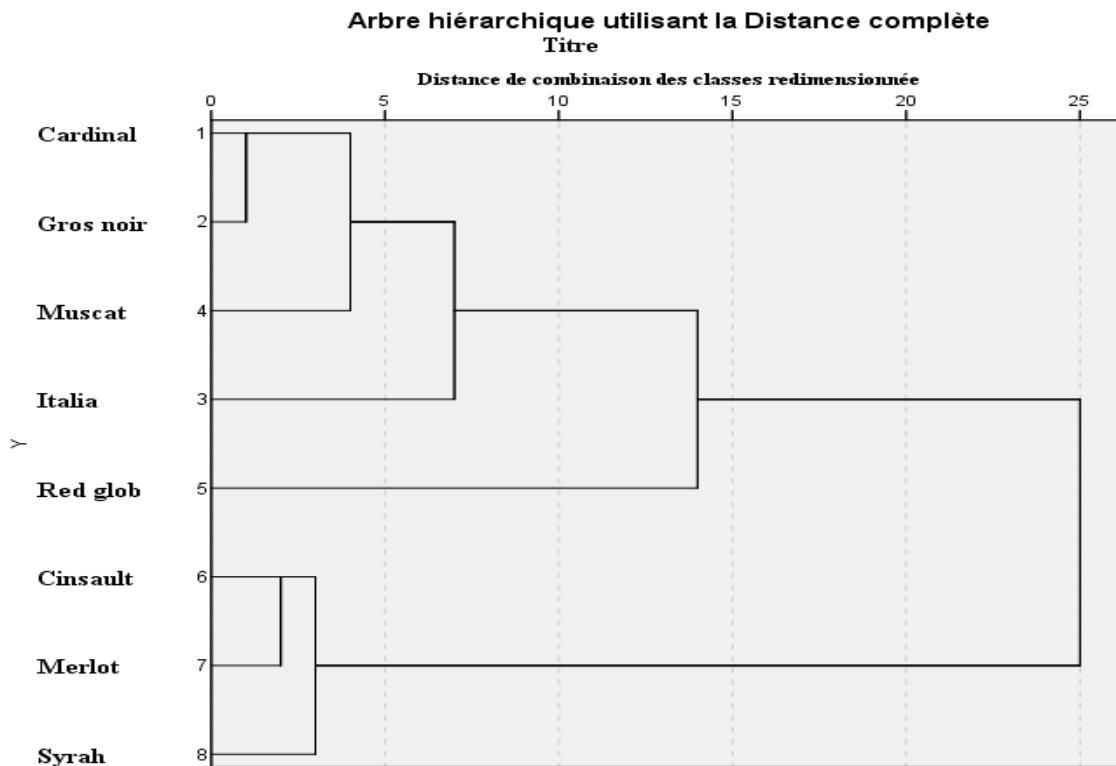


Figure 4.29 b : Classification hiérarchique ascendante des valeurs moyenne en descripteurs pomologiques des observations.

2. Evaluation de raisins par analyse sensorielle

L'analyse sensorielle du raisin est habituellement considérée comme un outil réservé au suivi de la maturité. Dans le cadre de ce projet, nous nous sommes intéressés aux attributs sensoriels des différents cépages à la récolte commerciale, dans le but, d'une part, de déterminer le profil sensoriel des baies au moment de la récolte, selon les 25 descripteurs utilisés dans l'analyse sensorielle du raisin et, d'autre part, de corrélérer certains composés chimiques avec les attributs sensoriels des baies afin d'identifier des marqueurs de qualité pour les cépages.

2.1. Baies et pulpes

Les résultats d'analyse sensorielle, des baies et pulpes de raisin de différents cépages, sont regroupés dans le tableau 4.13. 7/8 des descripteurs mesurés, concernant ses deux paramètres ont montré des différences très hautement significatives entre les cépages, soient la couleur, l'aspect et apparence, l'aptitude à l'écrasement et l'aptitude à l'engrenage des baies, le sucré, l'acidité, et l'appréciation de goût des pulpes. Tandis que le descripteur arôme dominant des pulpes a montré uniquement une différence significative entre les cépages (tableau 4.13). Ceci s'explique par le fait que les cépages utilisés dans cette étude ont tous atteint une maturité commerciale à la récolte d'où les notes de l'attribut arôme dominant des pulpes se rapprochent toutes de la perception fruité « note 3 » ; ainsi les résultats obtenus pour ce descripteur variaient entre $2,32 \pm 0,78^{AB}$ (Red Globe) et $3,66 \pm 0,51^B$ (Cinsault). Le même constat a été soulevé par Pedneault [223] ; dans l'évaluation de la qualité du raisin lors de la récolte de cinq cépages rouges cultivés au Québec, selon des paramètres sensoriels, technologiques, phénoliques et aromatiques ; les résultats trouvés pour le descripteur arôme dominant de la pulpe ne manifeste aucune différence significative et les notes variaient entre 2,6 (Marquette) et 3,5 (Maréchal Foch).

Une analyse en composante principale a été réalisée sur l'ensemble des échantillons, en considérant les différents descripteurs sensoriels étudiés et les cépages de raisin testés. L'ACP montre que 75,25 % de la variance totale est représentée sur l'axe 1 et 2, avec 50,91 % pour l'axe 1 et 24,33% pour l'axe 2 (figures 4.30 et 4.30 a).

Tableau 4.13 : Evaluation du fruit par analyse sensorielle ; cas des baies et pulpes

| Cépages | Descripteurs sensoriels étudiés | | | | | | | |
|------------------|--|--|--|---|--|--|--|---|
| | Couleur des baies ; Echelle de notation (de 1 à 8) | Aspect et apparence des baies ; Echelle de notation (de 1 à 4) | Aptitude à l'écrasement Echelle de notation (de 1 à 4) | Aptitude à l'engrenage Echelle de notation (de 1 à 4) | Sucré de la pulpe Echelle de notation (de 1 à 4) | Acidité de la pulpe Echelle de notation (de 1 à 4) | Arôme de la pulpe Echelle de notation (de 1 à 4) | Appréciation de goût Echelle de notation (de 1 à 4) |
| Cardinal | 6,60 ± 0,49 ^C | 3,65 ± 0,50 ^B | 2,35 ± 0,50 ^B | 2,33 ± 0,51 ^B | 1,85 ± 0,37 ^{AB} | 1,69 ± 0,48 ^A | 2,83 ± 0,74 ^{AB} | 2,70 ± 0,47 ^A |
| Gros noir | 8,00 ± 0,00 ^D | 3,50 ± 0,55 ^B | 2,50 ± 0,55 ^B | 1,50 ± 0,55 ^A | 1,69 ± 0,48 ^{AB} | 1,70 ± 0,47 ^A | 2,52 ± 0,84 ^A | 2,50 ± 0,55 ^A |
| Italia | 2,50 ± 0,55 ^A | 2,83 ± 0,41 ^{AB} | 1,20 ± 0,40 ^A | 3,50 ± 0,55 ^C | 2,50 ± 0,55 ^{BC} | 1,32 ± 0,50 ^A | 2,42 ± 0,91 ^A | 3,50 ± 0,55 ^B |
| Muscat | 2,00 ± 0,00 ^A | 2,85 ± 0,37 ^{AB} | 1,35 ± 0,50 ^A | 3,35 ± 0,50 ^C | 3,50 ± 0,55 ^C | 1,50 ± 0,55 ^A | 2,75 ± 0,61 ^{AB} | 3,70 ± 0,47 ^B |
| Red Globe | 5,20 ± 0,40 ^B | 3,65 ± 0,50 ^B | 1,15 ± 0,37 ^A | 1,35 ± 0,50 ^A | 1,15 ± 0,37 ^A | 1,15 ± 0,37 ^A | 2,32 ± 0,78 ^{AB} | 2,50 ± 0,55 ^A |
| Cinsault | 6,50 ± 0,55 ^C | 2,50 ± 0,55 ^A | 2,50 ± 0,55 ^B | 3,35 ± 0,50 ^C | 3,65 ± 0,48 ^C | 3,33 ± 0,51 ^B | 3,66 ± 0,51 ^B | 3,50 ± 0,55 ^B |
| Merlot | 7,70 ± 0,47 ^{CD} | 2,50 ± 0,55 ^A | 3,50 ± 0,55 ^C | 2,50 ± 0,55 ^B | 3,69 ± 0,55 ^C | 3,69 ± 0,48 ^B | 3,60 ± 0,97 ^B | 3,66 ± 0,51 ^B |
| Syrah | 8,00 ± 0,00 ^D | 2,50 ± 0,55 ^A | 3,50 ± 0,55 ^C | 3,50 ± 0,55 ^C | 3,36 ± 0,55 ^C | 3,83 ± 0,41 ^B | 2,92 ± 0,79 ^{AB} | 3,69 ± 0,48 ^B |
| Valeur P | 0,0001*** | 0,0001*** | 0,0001*** | 0,0001*** | 0,0001*** | 0,0001*** | 0,031* | 0,0001*** |

La première ACP caractérise les variables étudiées (figure 4.30) ; en effet 50,91 % de l'information est portée sur l'axe F1 expliquant les corrélations positives ; le premier agrégat regroupe les descripteurs sensoriels caractérisant la facilité à détacher le raisin de la grappe, le degré d'appréciation de goût et le sucré de la pulpe avec des coefficients de corrélation " r^2 " soit supérieur à 0,700 (tableau 4.14). Le deuxième agrégat regroupe l'aptitude à l'écrasement des baies, l'acidité et l'arôme dominant des pulpes. Ce groupe de corrélation positif s'oppose à un paramètre ; l'apparence des baies de raisins, porté sur l'axe F2 représentant 24,33% de total de l'information.

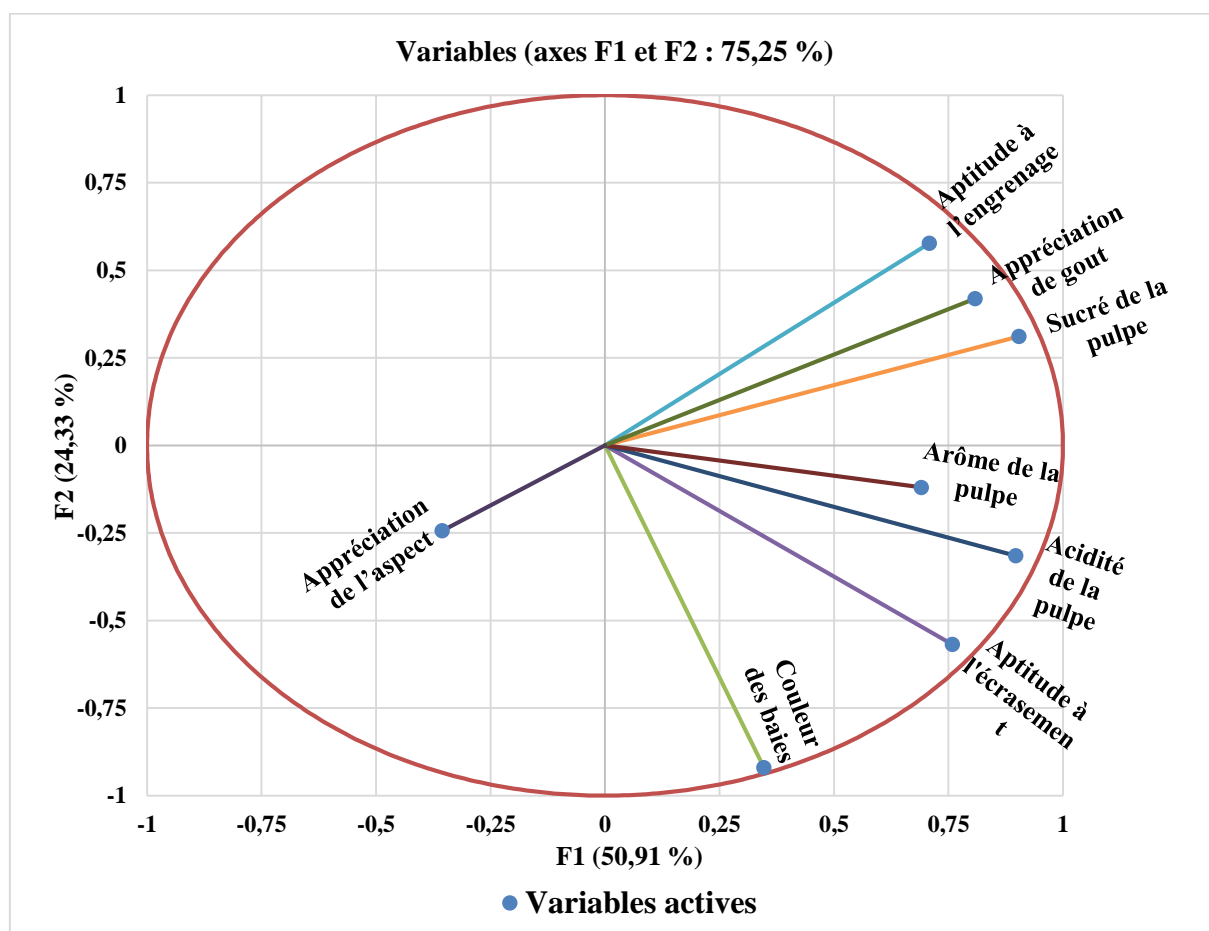


Figure 4.30 : Carte factorielle des corrélations entre les attributs sensoriels étudiés ; cas des baies et pulpes.

Il ressort de l'interprétation de ce premier carré d'ACP la forte implication des sucres dans le degré d'appréciation des baies de raisin avec un coefficient de corrélation " r^2 " de 0,831 (tableau 4.14). AHMED *et al.*, [224] notent que les glucides ont une influence remarquable sur les constituants volatiles du jus et modifie en effet ; la perception sensorielle des arômes. Dans une autre étude menée par Meziane, [225] sur la caractérisation nutritionnelle, hygiénique et organoleptique de quelques marques de jus d'orange commercialisées en Algérie il a été révélé que les jus des marques Daily et Candia riche en saccharose sont plus appréciées

par l'ensemble des dégustateurs. Une deuxième remarque importante stipule la relation entre l'attribut arôme dominant de la pulpe et l'acidité ; ainsi une corrélation positive a été relevée avec un coefficient "r²" de 0,717 contre 0,552 (tableau 4.14) avec l'attribut sucré de la pulpe. Se référant aux résultats portés sur le tableau 3.12 on notait pour la variété Italia dont l'attribut acidité de la pulpe de 1,32 une note aromatique de 2,42 légèrement proche de fruité. Alors que la variété Merlot dont l'attribut acidité de la pulpe de 3,69, enregistre une note aromatique de 3,6 ; manifestant ainsi une sensation de fruité légèrement proche de la confiture. Ce résultat a été même constaté par Pedneault [223], en notant pour la variété Frontenac dont l'attribut acidité de la pulpe de 2,2, une note aromatique de 2,7 proche de fruité et pour la variété (Maréchal Foch) dont l'attribut acidité de la pulpe de 3,8, une note aromatique de 3,5 fruité proche de la confiture.

Tableau 4.14 : Matrice des corrélations entre les descripteurs sensoriel des baies et pulpes de raisin étudiés

| Variables | Couleur des baies | Aptitude à l'écrasement | Aptitude à l'engrenage | Sucré de la pulpe | Acidité de la pulpe | Arôme de la pulpe | Appréciation de gout | Appréciation de l'aspect |
|--------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------|-------------------|---------------------|-------------------|----------------------|--------------------------|
| Couleur des baies | 1 | 0,779 | -0,264 | 0,025 | 0,612 | 0,280 | -0,103 | 0,056 |
| Aptitude à l'écrasement | 0,779 | 1 | 0,276 | 0,499 | 0,823 | 0,484 | 0,391 | -0,073 |
| Aptitude à l'engrenage | -0,264 | 0,276 | 1 | 0,754 | 0,426 | 0,357 | 0,813 | -0,257 |
| Sucré de la pulpe | 0,025 | 0,499 | 0,754 | 1 | 0,717 | 0,552 | 0,831 | -0,450 |
| Acidité de la pulpe | 0,612 | 0,823 | 0,426 | 0,717 | 1 | 0,551 | 0,561 | -0,386 |
| Arôme de la pulpe | 0,280 | 0,484 | 0,357 | 0,552 | 0,551 | 1 | 0,500 | -0,022 |
| Appréciation de gout | -0,103 | 0,391 | 0,813 | 0,831 | 0,561 | 0,500 | 1 | -0,133 |
| Appréciation de l'aspect | 0,056 | -0,073 | -0,257 | -0,450 | -0,386 | -0,022 | -0,133 | 1 |

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0,05

Davaux et Cottureau, [226] note que la perception des principales nuances aromatiques détectées par les dégustateurs est nettement influencée par le degré d'acidité ; ainsi les vins acidifiés présentent une plus grande intensité et complexité aromatique au nez. La perception en bouche est modifiée pour l'ensemble des vins acidifiés et l'on observe une diminution du volume et de la sucrosité avec un renforcement de la structure tannique. Globalement, les vins acidifiés sont dans la majorité des cas mieux appréciés par les dégustateurs.

La seconde ACP caractérisant les observations (figures 4.31 a et 4.31 b), classe les variétés de raisin étudiées en trois groupes distincts d'où moins pour les paramètres étudiés ; le premier groupe réparti sur l'axe F1 qui porte 50,91 % de l'information, appartenant aux cépages de cuve « Cinsault, Merlot et Syrah) caractérisées par leurs notes en descripteurs sensoriels ; Aromes dominants et Acidités les plus élevées. Le second groupe est reparti sur les deux axes F1 et F2 comprenant les deux cépages de tables Muscat et Italia caractérisés notamment par la note de l'attribut sucré de la pulpe la plus élevée soit 3,5 pour la variété Muscat et 2,5 pour la variété Italia (tableau 4.13). En outre ses deux cépages présentent la faculté d'être facile à se détacher de la grappe avec des notes respectives de 3,25 et 3,5 (tableau 4.13). De ces faits ses deux premiers groupes se trouvent plus appréciés par l'ensemble de dégustateur notamment pour les deux cépages Muscat et Syrah avec des notes respectives de l'attribut appréciation de gout de 3,7 et 3,69 (tableau 4.13) ; qualifiés ainsi de très bon gout. La variété Muscat possède une saveur musquée spéciale et très apprécié par les consommateurs [96].

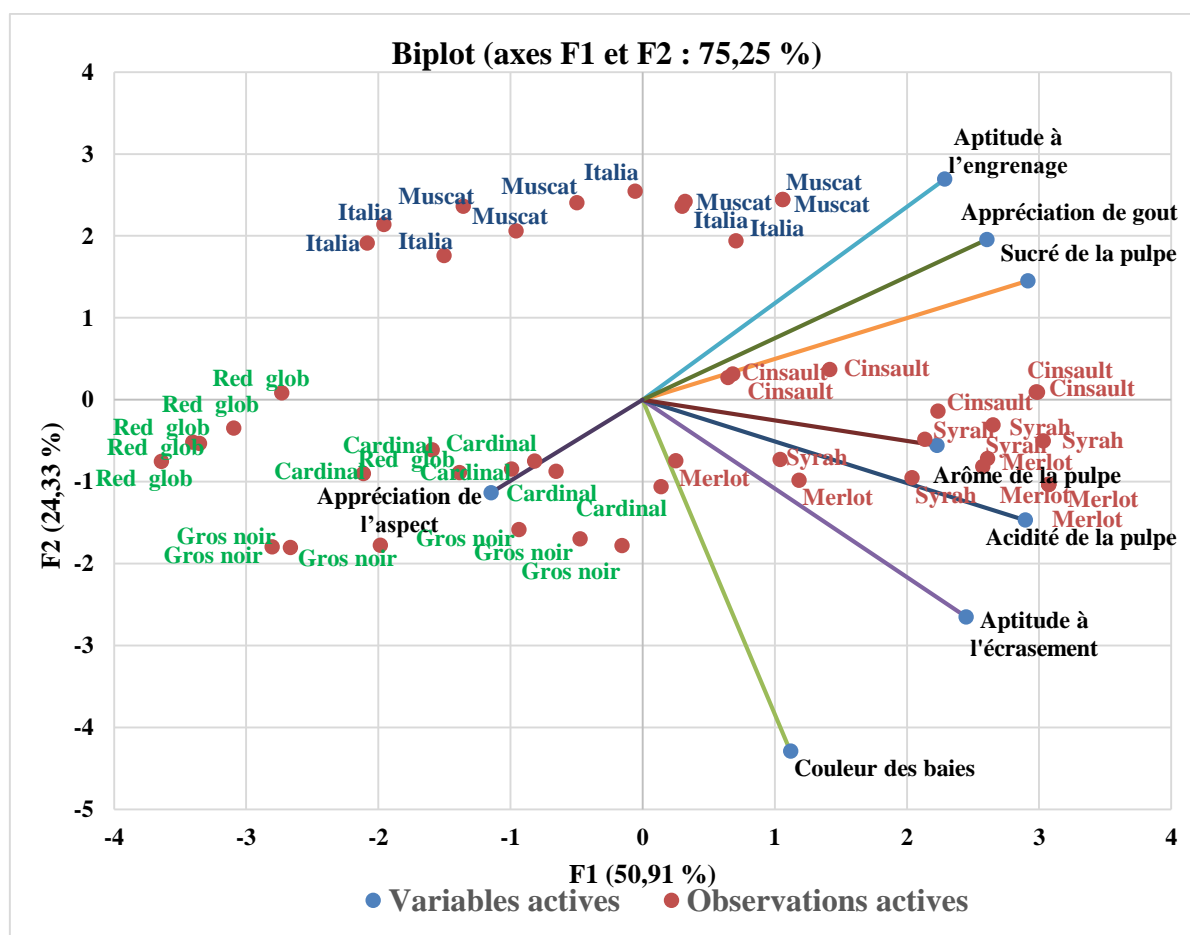


Figure 4.31 a : Carte factorielle des variables et observations de l'ensemble de descripteurs sensoriels des baies et pulpes.

Le troisième groupe composé de reste des variétés de raisin de table ; Cardinal, Gros noir et Red Globe, se trouve sur le deuxième axe F2 portant 24,33 % de total de l'information ; caractérisé par les notes les plus élevés en descripteur sensoriel appréciation de l'aspect ou apparence des baies avec respectivement 3,65, 3,5 et 3,65, (tableau 4.13) qualifiés de ce fait de très bonne apparence. En outre par des niveaux faibles ou intermédiaires pour le reste de descripteurs étudiés. Cette bonne apparence est liée au gros calibre, la forme sphérique et à la brillance des couleurs des baies, respectivement de rouge violacée, de noir et de rose violacée. L'institut technique d'arboriculture fruitière et de la vigne l'ITAFV [96] note pour le cépage Red globe sa grande attractivité visuelle sur le marché par sa taille et sa couleur. De même en note pour ce cépage une saveur neutre légèrement fruitée, ce qui est similaire au résultat de la présente étude avec une note de l'attribut arôme dominant de la pulpe de l'ordre de 2,32 (tableau 4.13).

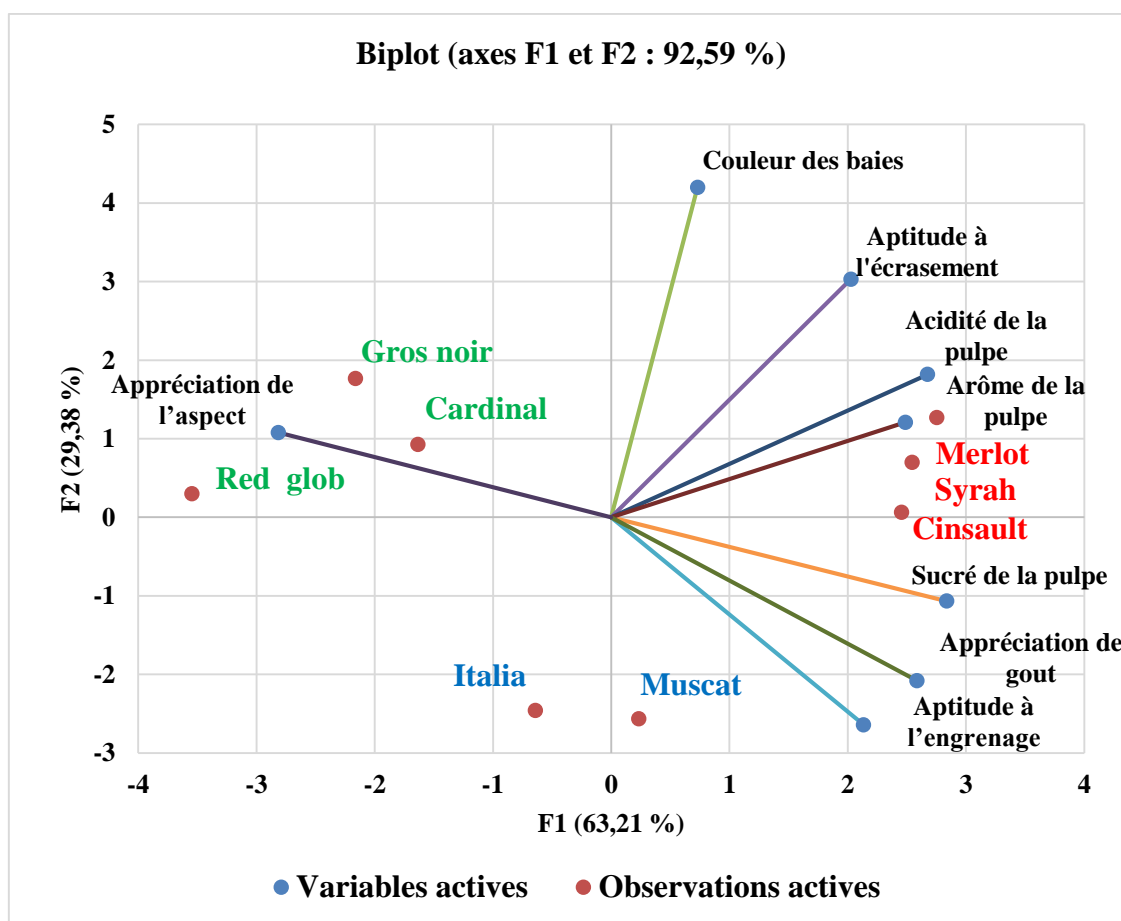


Figure 4.31 b : Carte factorielle des valeurs moyennes en descripteurs sensoriels des baies et pulpes (variables et observations).

La classification hiérarchique ascendante (figures 4.32 a et 4.32 b) des variétés de raisin étudiées suivant les descripteurs sensoriels des baies et pulpes de raisin, consolident les résultats montrés par la carte factorielles des variables et observations. ; Ainsi les cépages de raisin étudiés peuvent être classés en trois agrégat différents :

- Groupe I : rassemble trois cépages de table ; le Cardinal, le gros noir et Red globe, ayant comme caractéristiques commune la bonne apparence des baies, ainsi que des notes aromatiques qui tendent de neutre au fruité, notamment pour le cépage Cardinal qui enregistre une note aromatique très proche de fruité soit de 2,83 contre 2,52 pour le gros noir et 2,32 pour le Red globe (tableau 4.13).
- Groupe II : regroupe deux cépages de table (Muscat et Italia) ; présentant à la fois la faculté d'être facile à se détacher de la grappe et la forte appréciation de leur gout par l'ensemble de dégustateur. Aubert et Chalot, [227] dans l'étude de la composition chimique, composés d'intérêt nutritionnel et arômes de six (6) variétés de raisins de table ; note que le Muscat montre à la fois des qualités nutritionnelles intéressantes pour la santé et un goût plus sucré, plus juteux et plus aromatique que les autres variétés. Au cours de l'analyse sensorielle, Centennial Seedless, Italia et Alphonse Lavallée se sont révélées plus fermes que les autres variétés. L'arôme floral typique des variétés Muscat est ainsi particulièrement apprécié, on le doit aux monoterpénols ; des composés volatiles d'arôme. Au cours de l'étude, les teneurs les plus élevées en monoterpénols ont été observées chez Muscat de Hambourg (plus de 2000 µg/kg). Des teneurs importantes de ces composés volatils ont également été observées dans la variété Italia (environ 1 000 µg/kg) [227].
- Groupe III : Cépages de cuve ; composés de trois variétés ; Cinsaults, Merlot et Syrah ; caractérisées par des notes en attributs sucré et acidité de la pulpe les plus élevées ; ce qui a engendré des notes aromatiques spéciales allant de fruité prononcé au gout de la confiture. Les cépages Cinsault et merlot enregistrent respectivement une note de sucrée de la pulpe soit de 3,65 et 3,69 qualifiés de très sucrée, ceci a nettement influencé la perception aromatique qui tend de fruité léger au gout de la confiture. Quant à elle la variété syrah en dépit de la note sucrée élevée soit de 3,36 à manifester un excellent gout fruité voir même prononcé ; ceci s'explique par la note de l'attribut acidité de la pulpe la plus élevée soit de 3,83 (tableau 4.13). Gerbaux, [228] a noté que Les caractéristiques

aromatiques des vins de Chardonnay sont sensiblement influencées par le niveau d'acidité. La note "citron", mais également les caractères "végétal" et "minéral" augmentent avec le niveau d'acidité. Les vins les moins acides expriment mieux les notes de "pêche, poire et fruits exotiques". Les caractéristiques aromatiques des vins de Pinot Noir sont peu influencées par le niveau d'acidité ; seule la note "confiture" augmente lorsque l'acidité est basse. Schneider, [229] note pour les vins de cépage Syrah une essence aromatique de type florale fruité.

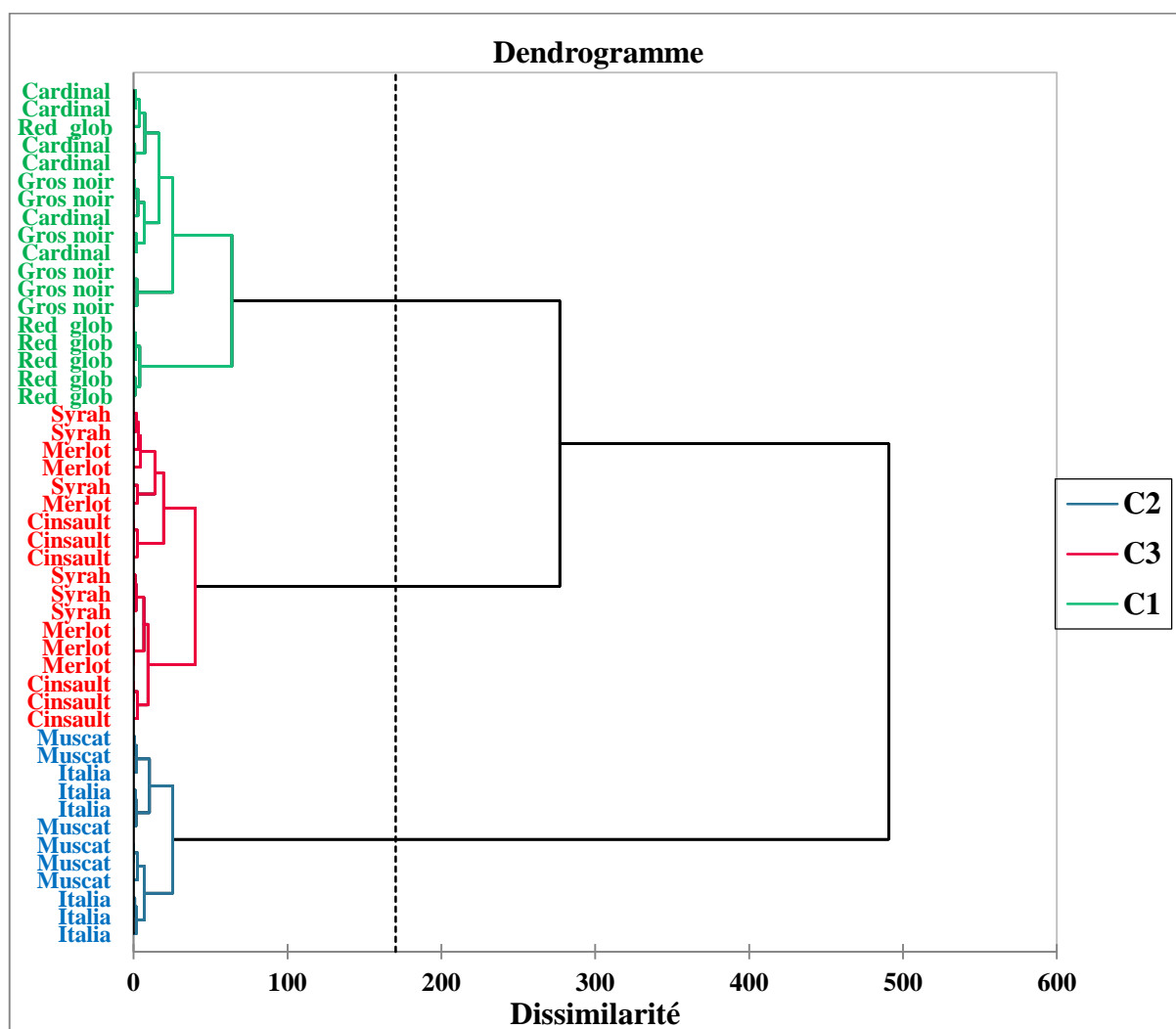


Figure 4.32 a : Classification hiérarchique ascendante de l'ensemble des observations

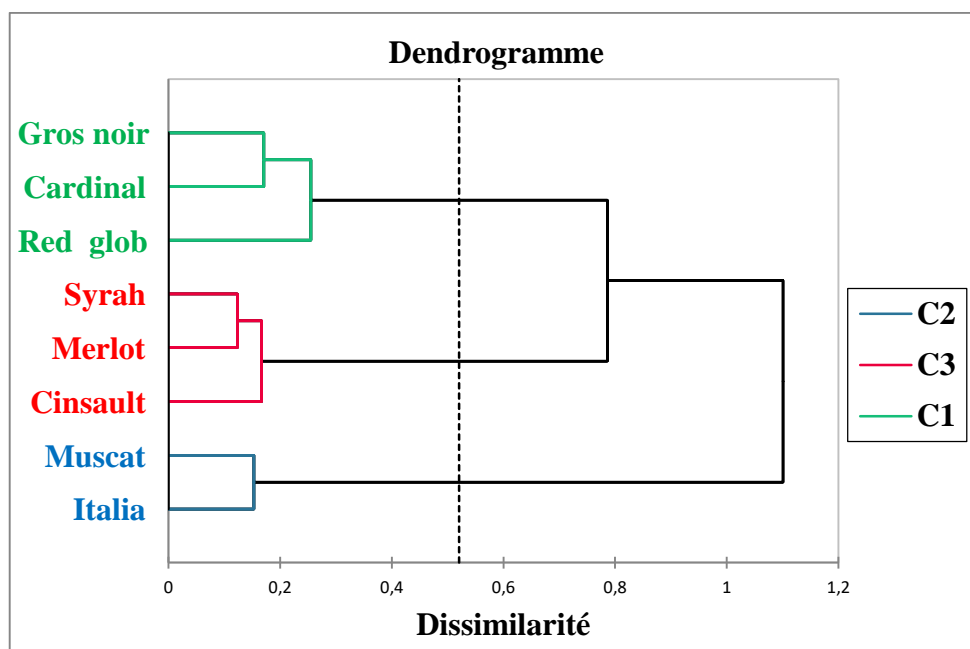


Figure 4. 32 b : Classification hiérarchique ascendante des valeurs moyennes des observations.

2.2. Pellicules

Les résultats d'analyse sensorielle des pellicules de différentes variétés de raisin étudiées sont résumés dans le tableau 4.15. 7/9 des descripteurs mesurés, concernant ce paramètre ont montré des différences très hautement significatives entre les cépages, soient la couleur, l'intensité des arômes, le sucré, l'Acidité, l'appréciation de goût, l'astringence et la résistance des pellicules.

Un seul attribut, soit l'arôme des pellicules a montré une différence hautement significative tandis que l'appréciation de l'odeur dominante des pellicules n'a pas montré de différence significative. Comme, déjà été signaler dans le cas de l'analyse sensorielle des baies et pulpes de raisins ; ceci pourrait être expliqué par le fait que les cépages utilisés dans cette étude ont tous atteint une maturité commerciale à la récolte ; d'où les notes de l'attribut odeur dominante des pellicules se rapprochent toutes de la perception appréciable et bonne « note entre 2 et 3 ». Ainsi les résultats obtenus pour ce descripteur variaient entre $2,25 \pm 0,41$ (Cinsault) et $2,50 \pm 0,55$ (Cardinal, Italia et Muscat) (tableau 4.14). De façon générale plus les notes sont élevées (vers 3 et 4), plus la maturité est avancée. Tout fois l'interprétation des résultats d'analyses sensorielle est rarement noir ou blanche, la plus part du temps quelques descripteurs sont satisfaisant pour le type de vin que vous voulez faire, alors que d'autres ne correspondront pas exactement à la maturité [179].

Tableau 4.15 : Evaluation du raisin par analyse sensorielle ; cas des pellicules

| Cépages | Descripteurs sensoriels étudiés | | | | | | | | |
|------------------|--|--|---|---|---|---|--|---|---|
| | Couleur des pellicules ; Echelle de notation (de 1 à 8) | Intensité des arômes ; Echelle de notation (de 1 à 4) | Appréciation de l'odeur Echelle de notation (de 1 à 4) | Sucré de la Pellicule Echelle de notation (de 1 à 4) | Acidité de la pellicule Echelle de notation (de 1 à 4) | Arôme de la pellicule Echelle de notation (de 1 à 4) | Appréciation de gout Echelle de notation (de 1 à 4) | Astringence de la pellicule Echelle de notation (de 1 à 4) | Résistance des pellicules Echelle de notation (de 1 à 4) |
| Cardinal | 6,35 ± 0,78 ^C | 3,42 ± 0,49 ^C | 2,50 ± 0,55 | 2,25 ± 0,27 ^B | 1,92 ± 0,37 ^B | 2,92 ± 0,38 ^{AB} | 2,59 ± 0,49 ^{AB} | 3,00 ± 0,32 ^B | 3,25 ± 0,27 ^B |
| Gros noir | 7,59 ± 0,49 ^D | 1,75 ± 0,27 ^A | 2,35 ± 0,50 | 2,00 ± 0,32 ^B | 1,59 ± 0,28 ^{AB} | 2,65 ± 0,39 ^A | 2,19 ± 0,40 ^A | 1,82 ± 0,38 ^A | 2,59 ± 0,49 ^A |
| Italia | 3,42 ± 0,49 ^A | 1,50 ± 0,32 ^A | 2,50 ± 0,55 | 2,92 ± 0,37 ^C | 1,16 ± 0,39 ^A | 2,67 ± 0,51 ^A | 3,25 ± 0,42 ^B | 3,35 ± 0,50 ^B | 3,17 ± 0,40 ^B |
| Muscat | 2,85 ± 0,37 ^A | 2,50 ± 0,45 ^B | 2,50 ± 0,55 | 2,94 ± 0,54 ^C | 1,91 ± 0,36 ^B | 2,68 ± 0,50 ^A | 2,86 ± 0,34 ^{AB} | 3,00 ± 0,45 ^B | 3,44 ± 0,47 ^B |
| Red Globe | 5,15 ± 0,37 ^B | 2,50 ± 0,55 ^B | 2,42 ± 0,49 | 1,15 ± 0,37 ^A | 1,32 ± 0,25 ^A | 2,65 ± 0,39 ^A | 2,42 ± 0,49 ^A | 2,94 ± 0,54 ^B | 3,00 ± 0,31 ^B |
| Cinsault | 6,44 ± 0,87 ^C | 2,59 ± 0,49 ^B | 2,25 ± 0,41 | 3,33 ± 0,51 ^C | 2,84 ± 0,51 ^C | 3,35 ± 0,58 ^{AB} | 2,59 ± 0,49 ^{AB} | 1,75 ± 0,27 ^A | 2,59 ± 0,49 ^A |
| Merlot | 7,57 ± 0,48 ^D | 3,42 ± 0,49 ^C | 2,32 ± 0,50 | 3,50 ± 0,55 ^C | 2,92 ± 0,49 ^C | 3,59 ± 0,49 ^B | 3,25 ± 0,42 ^B | 2,15 ± 0,23 ^A | 2,50 ± 0,55 ^A |
| Syrah | 7,82 ± 0,40 ^D | 3,59 ± 0,49 ^C | 2,42 ± 0,49 | 3,16 ± 0,39 ^C | 3,32 ± 0,50 ^C | 3,00 ± 0,32 ^{AB} | 2,92 ± 0,19 ^{AB} | 1,75 ± 0,27 ^A | 2,42 ± 0,49 ^A |
| Valeur P | 0,0001*** | 0,0001*** | 0,982 | 0,0001*** | 0,0001*** | 0,003** | 0,0004 *** | 0,0001*** | 0,001*** |

Une analyse en composantes principales a été réalisée sur l'ensemble des échantillons, en considérant les différents descripteurs sensoriels étudiés et les pellicules testées. L'ACP montre que 69,89 % de la variance totale est représentée sur l'axe 1 et 2, avec 37,78 % pour l'axe 1 et 24,12% pour l'axe 2 (figures 4.33).

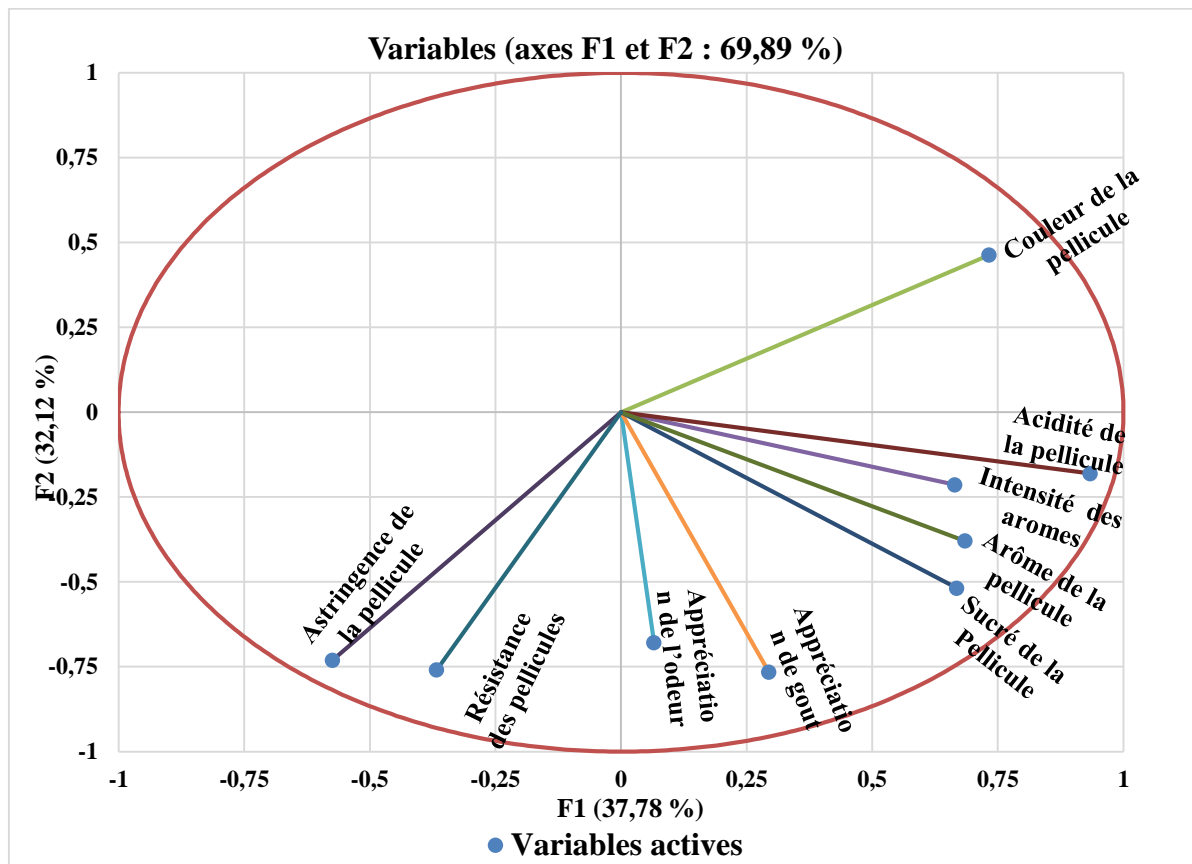


Figure 4.33 : Carte factorielle des corrélations entre les attributs sensoriels étudiés ; cas des pellicules

La première ACP, caractérise les variables (figure 4.33) ; en effet 37,78 % de l'information est portée sur l'axe F1 expliquant les corrélations positives ; plusieurs groupes de corrélation sont envisageable on cite par ordre d'importance ; l'arôme dominant des pellicules est corrélé positivement avec l'acidité, le sucré, la couleur, l'appréciation de gout, l'intensité des arômes et l'appréciations des odeurs de la pellicule avec des coefficients de corrélation respectif " r^2 " de 0,654, 0,634, 0,430, 0,382, 0,363 et 0,321 (tableau 4.16). L'intensité des arômes et l'acidité avec un coefficient de corrélation " r^2 " de 0,683, l'appréciation de gout et le sucré de la pellicule ; le coefficient " r^2 " est de 0,609, l'acidité et le sucré de la pellicule ; le coefficient " r^2 " est de 0,698. Sur le deuxième axe F2 en enregistre une corrélation positive entre la résistance et l'astringence des pellicules ; le coefficient " r^2 " est de 0,769, ce derniers est corrélés négativement avec la couleur et l'acidité des pellicules avec des coefficients respectifs de -0,651 et -0,417 (tableau 4.16).

Tableau 4.16 : Matrice des corrélations entre les descripteurs sensoriels des pellicules de raisin étudiés

| Variables | Couleur de la pellicule | Intensité des arômes | Appréciation de l'odeur | Appréciation de goût | Sucré de la Pellicule | Acidité de la pellicule | Arôme de la pellicule | Astringence de la pellicule | Résistance des pellicules |
|-----------------------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|
| Couleur de la pellicule | 1 | 0,408 | -0,094 | -0,149 | 0,125 | 0,564 | 0,430 | -0,651 | -0,498 |
| Intensité des arômes | 0,408 | 1 | 0,236 | 0,263 | 0,294 | 0,683 | 0,363 | -0,134 | -0,024 |
| Appréciation de l'odeur | -0,094 | 0,236 | 1 | 0,454 | 0,253 | 0,223 | 0,321 | 0,465 | 0,622 |
| Appréciation de goût | -0,149 | 0,263 | 0,454 | 1 | 0,609 | 0,368 | 0,382 | 0,374 | 0,292 |
| Sucré de la Pellicule | 0,125 | 0,294 | 0,253 | 0,609 | 1 | 0,698 | 0,634 | -0,119 | 0,076 |
| Acidité de la pellicule | 0,564 | 0,683 | 0,223 | 0,368 | 0,698 | 1 | 0,654 | -0,417 | -0,153 |
| Arôme de la pellicule | 0,430 | 0,363 | 0,321 | 0,382 | 0,634 | 0,654 | 1 | -0,057 | 0,142 |
| Astringence de la pellicule | -0,651 | -0,134 | 0,465 | 0,374 | -0,119 | -0,417 | -0,057 | 1 | 0,769 |
| Résistance des pellicules | -0,498 | -0,024 | 0,622 | 0,292 | 0,076 | -0,153 | 0,142 | 0,769 | 1 |

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,05$

Pedneault, [223] dans l'étude menée sur l'évaluation de la qualité du raisin lors de la récolte de cinq cépages rouges cultivés au Québec, selon des paramètres sensoriels, technologiques, phénoliques et aromatiques, enregistre des corrélations positives entre le sucré et l'arôme dominant de la pellicule, entre l'acidité et le sucré, également entre l'astringence et l'acidité. Aubert et Chalot, [227] montrent dans une étude que les concentrations en flavan-3-ols sont plus élevées dans les cépages noirs ; les variétés Muscat de Hambourg et Alfonse lavallée et plus particulièrement en (+)-catéchine et en (-)-épicatéchine, composés majoritairement impliqués dans l'astringence pelliculaire. L'astringence est reliée de près aux cépages, à la présence des tanins dans la pellicule et les pépins. Il s'agit donc d'un critère relativement variable d'un cépage à l'autre [179].

La seconde ACP caractérisant les observations (figure 4.34 a et 4.34 b), classe les variétés de raisin étudiées en trois groupes distincts d'où moins pour les paramètres étudiés ; le premier porte 52,69 % de l'information est répartis sur l'axe F1, appartenant aux cépages de cuve « Cinsault, Merlot et Syrah) caractérisés par leurs notes en descripteurs sensoriels ; types

et intensités d'arômes dominants, acidités et sucré de la pellicule les plus élevés. Sur l'axe opposé en trouve deux cépages appartenant aux raisins de table ; L'Italia et le Muscat ayant comme caractéristiques majeure de porter des pellicules moins astringentes et de faible résistance au broyage ce qui les a qualifiés, de ce fait d'avoir les meilleures sensations olfactives et gustatives. Le troisième et dernier groupes constitués de reste des cépages de table ; Cardinale, Gros noir et Red Globe caractérisés par un profil sensoriel intermédiaire.

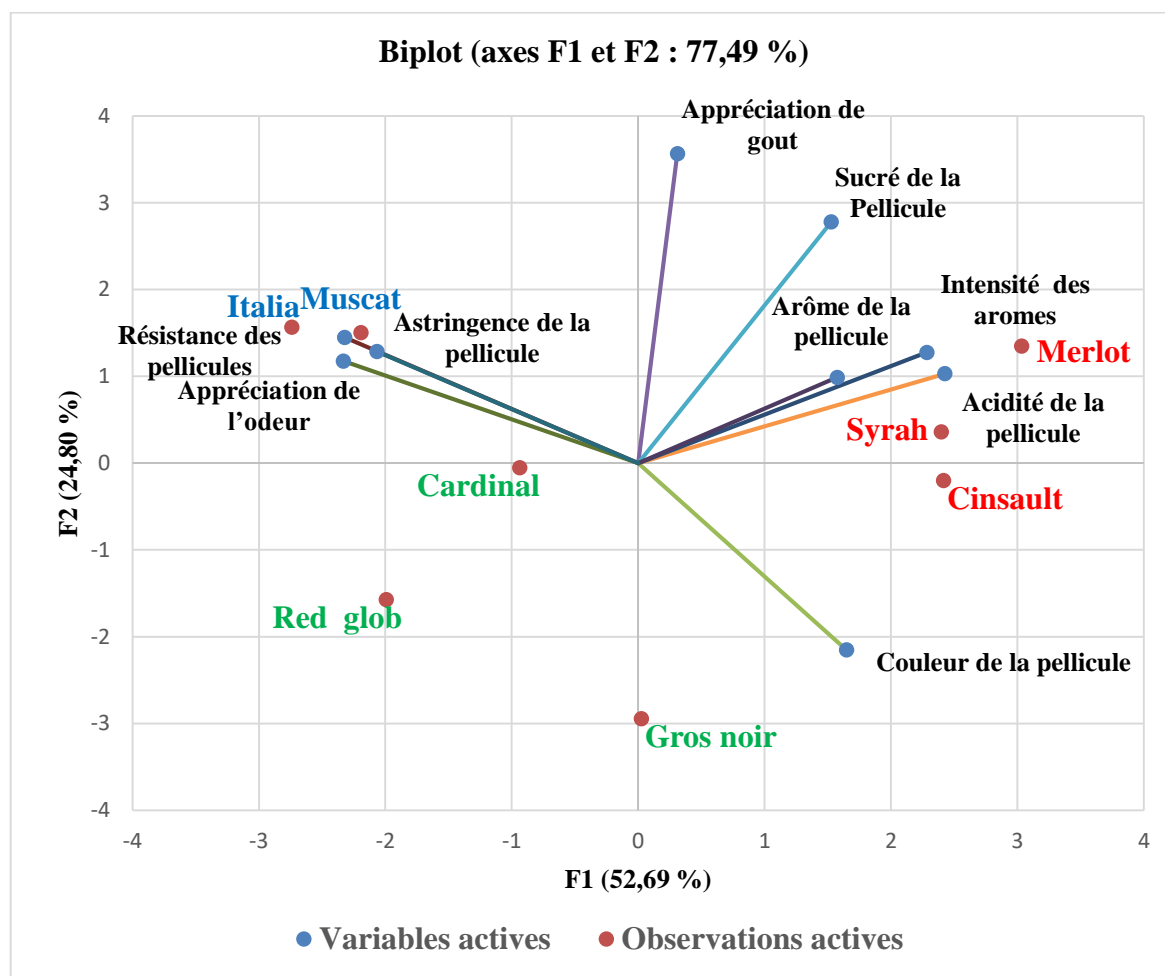


Figure 4.34 a : Carte factorielle des variables et observations des valeurs moyennes en descripteurs sensoriels des pellicules.

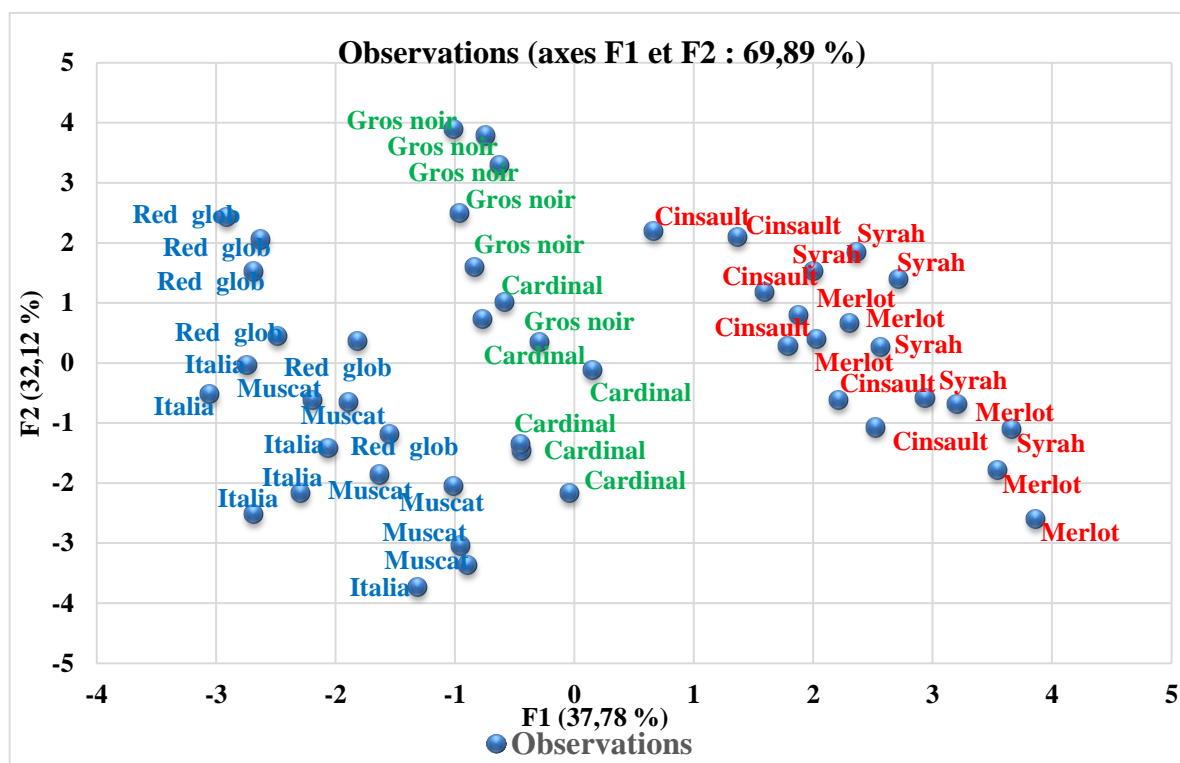


Figure 4.34 b : Carte factorielle de l'ensemble de descripteurs sensoriels des pellicules (variables et observations).

La classification hiérarchique ascendante (figures 4.35 a et 3.35 b) des cépages suivant les descripteurs sensoriels des pellicules de raisin, consolident les résultats montrés par la carte factorielles des variables et observations. Ainsi les cépages de raisin étudiés peuvent être classés en trois agrégat différents :

- Groupe I : rassemble trois variétés de raisin de table ; le Cardinal, le gros noir et Red Globe ; ayant comme caractéristiques commune ; un profile sensoriel intermédiaire ; une note aromatique se rapprochant de fruité avec respectivement 2,92, 2,6 et 2,65 (tableau 4.15). Un sucré et acidité pelliculaire faibles à moyennes avec des notes respectives de 1,15, 2 et 2,25 pour le premier critère et 1,92, 1,59 et 1,32 pour le second paramètre (tableau 4.15). Ceux-ci leurs procurent un gout appréciable dans l'ensemble avec des notes respectives de 2,59, 2,19 et 2,42 (tableau 4.15).
- Groupe II : regroupe deux variétés de raisin de table (Muscat, Italia) ; présentant à la fois la faculté d'être moins astringent et facile à broyer avec respectivement 3 et 3,35 pour le premier critère et 3,44 et 3,17 pour le second (tableau 4.15). De pulpes sucrées de faible à moyenne acidité avec une note aromatique très rapprochée de fruité. Très appréciés par l'ensemble de dégustateur notamment pour l'Italia dont la note moyenne est de 3,5 qualifié de ce fait de bon à très bon gout (tableau 4.15).

- Groupe III : Cépages de cuve ; (Cinsaults, Merlot et Syrah), caractérisés par des notes en attributs sucré, acidité et Intensité aromatique des pellicules les plus élevées ; ce qui a engendré des notes aromatiques spéciales allant de fruité prononcé au gout de la confiture. Les cépages Cinsault et merlot enregistrent respectivement une note de sucrée de la pellicule soit de 3,33 et 3,5 qualifiés de très sucrée, ceci a nettement influencé la perception aromatique qui tend de fruité léger au gout de la confiture. Quant à elle la variété syrah ; en dépit de la note sucrée élevée soit 3,16 (tableau 4.15) ; a manifesté un excellent gout fruité ; ceci s'explique par la note de l'attribut, acidité pelliculaire la plus élevée soit de 3,32 (tableau 4.15). Gerbaux, [228] note que Les caractéristiques aromatiques des vins de Chardonnay sont sensiblement influencées par le niveau d'acidité, la note "citron", mais également les caractères « végétal » et « minéral » augmentent avec le niveau d'acidité. Les vins les moins acides expriment mieux les notes de "pêche, poire et fruits exotiques [228]. Les caractéristiques aromatiques des vins de Pinot Noir sont peu influencées par le niveau d'acidité ; seule la note « confiture » augmente lorsque l'acidité est basse [228].

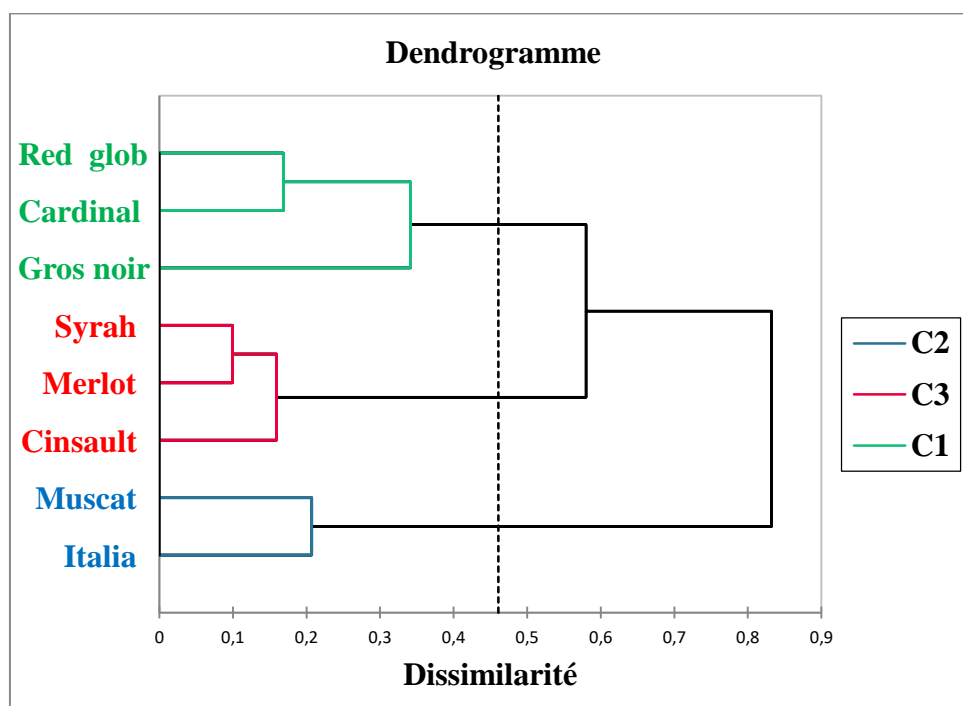


Figure 4.35 a : Classification hiérarchique ascendante des valeurs moyenne des observations

Egalement Guinard et al., [230] notent que L'augmentation des teneurs en acide tartrique a montré une corrélation positive avec l'augmentation de l'astringence. Schneider, [229] note pour les vins de cépage Syrah une essence aromatique de type florale fruité. Une autre propriété commune à ce groupe étant le degré d'astringence élevée et la résistance des pellicules au cours de broyage, les notes respectives sont de 1,75, 2,15 et 1,75 pour le premier descripteur et de 2,59, 2,5 et 2,42 pour le second (tableau 4.15).

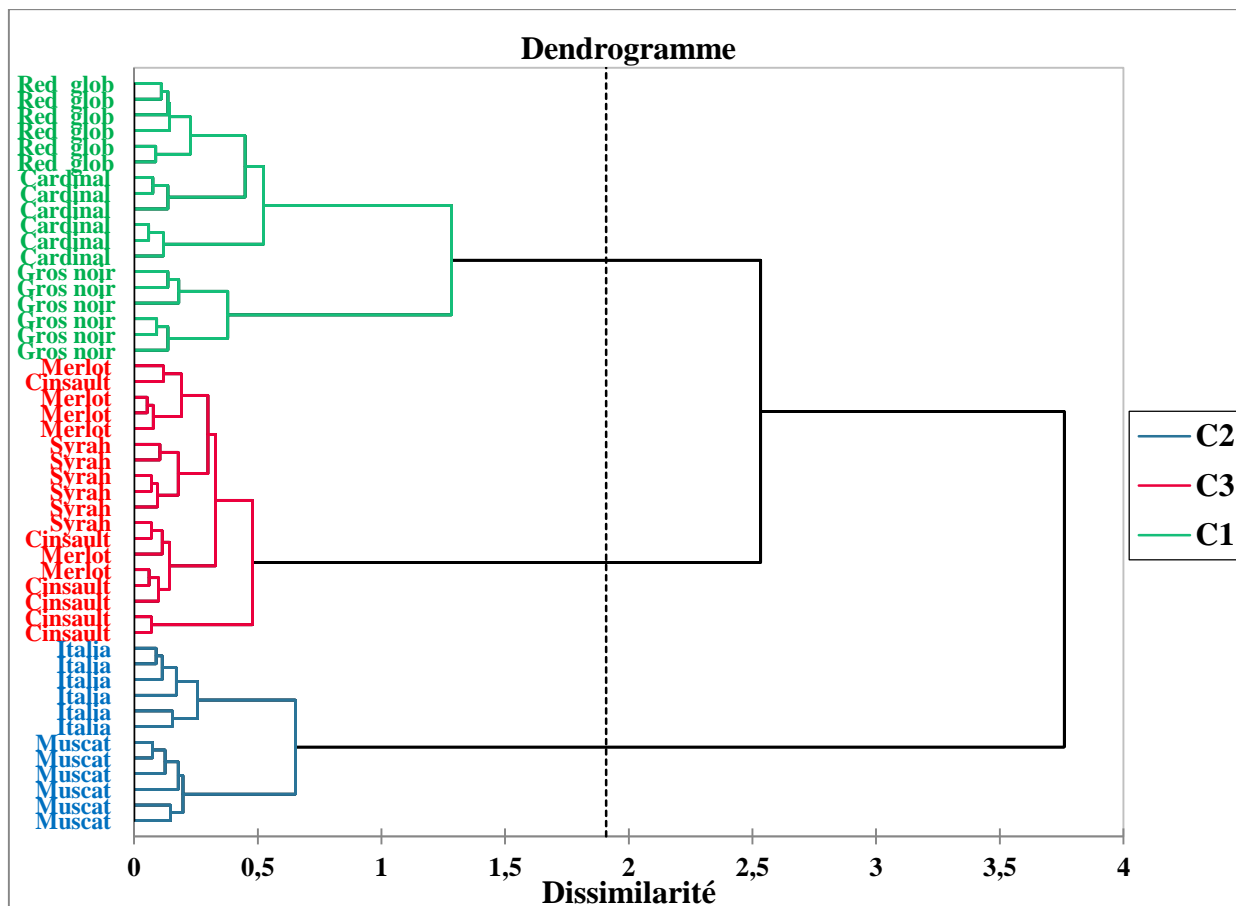


Figure 4.35 b : Classification hiérarchique ascendante de l'ensemble des observations ; cas des pellicules

Il y a lieu de noter aussi l'effet de la couleur des cépages sur la perception globale des attributs sensoriels, tel que l'astringence, la résistance et l'arôme dominant des pellicules. Dans une étude antérieure, les anthocyanes libres réagissent avec les protéines de la salive et décrites en dégustation comme astringentes et amères [231]. Leur concentration est à prendre en compte dans l'appréciation globale de l'astringence et l'amertume des vins [232]. Les polyphénols, en particulier les anthocyanes et les tanins, sont recherchés dans les cépages noirs pour les différentes propriétés sensorielles qu'ils amènent. Ils sont ainsi majoritairement responsables de la couleur, de l'astringence et de l'amertume des vins. Le premier contact du consommateur

avec le raisin se fait au travers de sa vue, et sa couleur influence la perception aromatique et gustative [233, 234]. De même pour l'acidité, il s'est avéré que les cépages ayant une perception acide importante soient plus astringents et la plupart des substances acides, comme les acides organiques (acide citrique, lactique ou monohydrate) peuvent aussi générer une sensation d'astringence dont l'intensité dépend étroitement du pH [101].

2.3. Graines

Les résultats d'analyse sensorielle des graines de différents cépages sont regroupés dans le tableau 4.17. 6/8 des descripteurs mesurés, concernant ce paramètre ont montré des différences très hautement significatives entre les cépages, soient la couleur, l'intensité des arômes, l'appréciation de l'odeur, l'amertume, l'arôme dominant et l'appréciation de goût des graines. Un seul attribut soit la résistance des graines a montré une différence significative. Tandis que l'astringence des graines n'a pas manifesté de différences significatives entre les graines de cépages étudiés. Les résultats obtenus pour ce paramètre montrent une perception importante pour tous les cépages, les notes varient de $2,00 \pm 0,32$ (Gros noir et Cinsault) à $2,42 \pm 0,38$ (Red Globe) (tableau 4.17). Ceci pourraient être expliqué par le degré de maturité des cépages, la richesse et la composition tannique des graines. L'astringence peut être décrite par les sensations complexes dues aux rétrécissements, aux étirements ou aux plissements de l'épithélium de la bouche suite à l'exposition de substances telles que les sels d'aluminium ou les tanins [235]. De manière plus spécifique, elle est décrite par les consommateurs de vin comme la sensation de sécheresse, de rugosité et de manque de lubrification en bouche [236]. Cette sensation n'est pas spécifique à une région de la bouche, et est plus considéré comme un stimulus tactile [237, 238]. De plus, lors d'ingestions répétées, la perception de l'astringence subit un phénomène d'addition et une augmentation de l'intensité perçue [230]. Cette augmentation des sensations d'astringence s'expliquerait par la propriété des substances astringentes à se lier aux protéines de la salive et à les faire précipiter [101]. L'astringence semble être lié à l'épicatéchine ; perçue plus astringente et amère que la catéchine [239, 240]. De plus, l'augmentation du pourcentage de galloylation induit une augmentation de la perception, ce qui rend les tanins issus des pépins plus astringents et amers que ceux de la pellicule, indépendamment de leur degré de polymérisation [240, 241].

Tableau 4.17 : Evaluation du raisin par analyse sensorielle ; cas des graines

| Cépages | Descripteurs sensoriels étudiés | | | | | | | |
|-----------|--|---|--|--|---|---|---|---|
| | Couleur des graines ; Echelle de notation (de 1 à 4) | Intensité des arômes ; Echelle de notation (de 1 à 4) | Appréciation de l'odeur Echelle de notation (de 1 à 4) | Amertume de la graine Echelle de notation (de 1 à 4) | Arôme de la Graine Echelle de notation (de 1 à 4) | Appréciation de gout Echelle de notation (de 1 à 4) | Astringence de la graine Echelle de notation (de 1 à 4) | Résistance des graines Echelle de notation (de 1 à 4) |
| Cardinal | 1,32 ± 0,25 ^A | 1,59 ± 0,50 ^A | 1,69 ± 0,24 ^A | 1,59 ± 0,20 ^A | 2,00 ± 0,31 ^A | 1,58 ± 0,20 ^A | 2,35 ± 0,23 | 2,35 ± 0,23 ^{AB} |
| Gros noir | 2,00 ± 0,31 ^A | 1,32 ± 0,25 ^A | 1,85 ± 0,23 ^A | 2,5 ± 0,55 ^B | 2,35 ± 0,50 ^{AB} | 1,50 ± 0,32 ^A | 2,00 ± 0,32 | 2,15 ± 0,37 ^A |
| Italia | 3,15 ± 0,37 ^B | 1,35 ± 0,23 ^A | 1,83 ± 0,25 ^A | 1,83 ± 0,25 ^A | 2,85 ± 0,37 ^B | 1,59 ± 0,20 ^A | 2,59 ± 0,37 | 2,59 ± 0,20 ^{AB} |
| Muscat | 3,69 ± 0,55 ^B | 2,42 ± 0,49 ^B | 2,42 ± 0,20 ^B | 2,42 ± 0,49 ^B | 2,33 ± 0,40 ^{AB} | 2,33 ± 0,40 ^{BC} | 2,15 ± 0,37 | 2,15 ± 0,37 ^A |
| Red Globe | 1,65 ± 0,23 ^A | 1,33 ± 0,25 ^A | 1,66 ± 0,25 ^A | 2,59 ± 0,49 ^B | 2,85 ± 0,37 ^B | 1,92 ± 0,19 ^{AB} | 2,42 ± 0,38 | 2,85 ± 0,37 ^B |
| Cinsault | 3,69 ± 0,48 ^B | 1,16 ± 0,39 ^A | 1,42 ± 0,20 ^A | 1,42 ± 0,20 ^A | 2,00 ± 0,32 ^A | 2,08 ± 0,21 ^B | 2,00 ± 0,32 | 2,69 ± 0,36 ^{AB} |
| Merlot | 3,25 ± 0,42 ^B | 1,42 ± 0,20 ^A | 1,85 ± 0,37 ^A | 1,50 ± 0,31 ^A | 2,25 ± 0,27 ^{AB} | 2,35 ± 0,23 ^{BC} | 2,25 ± 0,42 | 2,85 ± 0,37 ^B |
| Syrah | 3,75 ± 0,42 ^B | 2,59 ± 0,49 ^B | 2,85 ± 0,37 ^B | 2,42 ± 0,20 ^B | 2,69 ± 0,36 ^B | 2,58 ± 0,20 ^C | 2,25 ± 0,42 | 2,69 ± 0,36 ^{AB} |
| Valeur P | 0,0001*** | 0,0001*** | 0,0001*** | 0,0001*** | 0,0003*** | 0,0001*** | 0,088 | 0,001** |

Pedneault, [223], note que l'arôme et la résistance des graines au broyage sont influencés significativement par la variété de raisin.

Une analyse en composante principale a été réalisée sur l'ensemble des échantillons, en considérant les différents descripteurs sensoriels étudiés et les grins testés. L'ACP montre que 62,45 % de la variance totale est représentée sur l'axe 1 et 2, avec 41,14 % pour l'axe 1 et 21,31% pour l'axe 2 (figure 4.36).

Le premier cercle d'ACP caractérise les variables (figure 4.36) avec 41,14 % de l'information portée sur l'axe F1 expliquant les corrélations positives ; deux grands ensembles de corrélation sont observés ; le premier, rassemble ; l'astringence, l'arôme, la résistance, et l'amertume de la graine, et le second, regroupe ; l'appréciation de l'odeur, l'intensité des arômes, l'appréciation de goût et la couleur des graines.

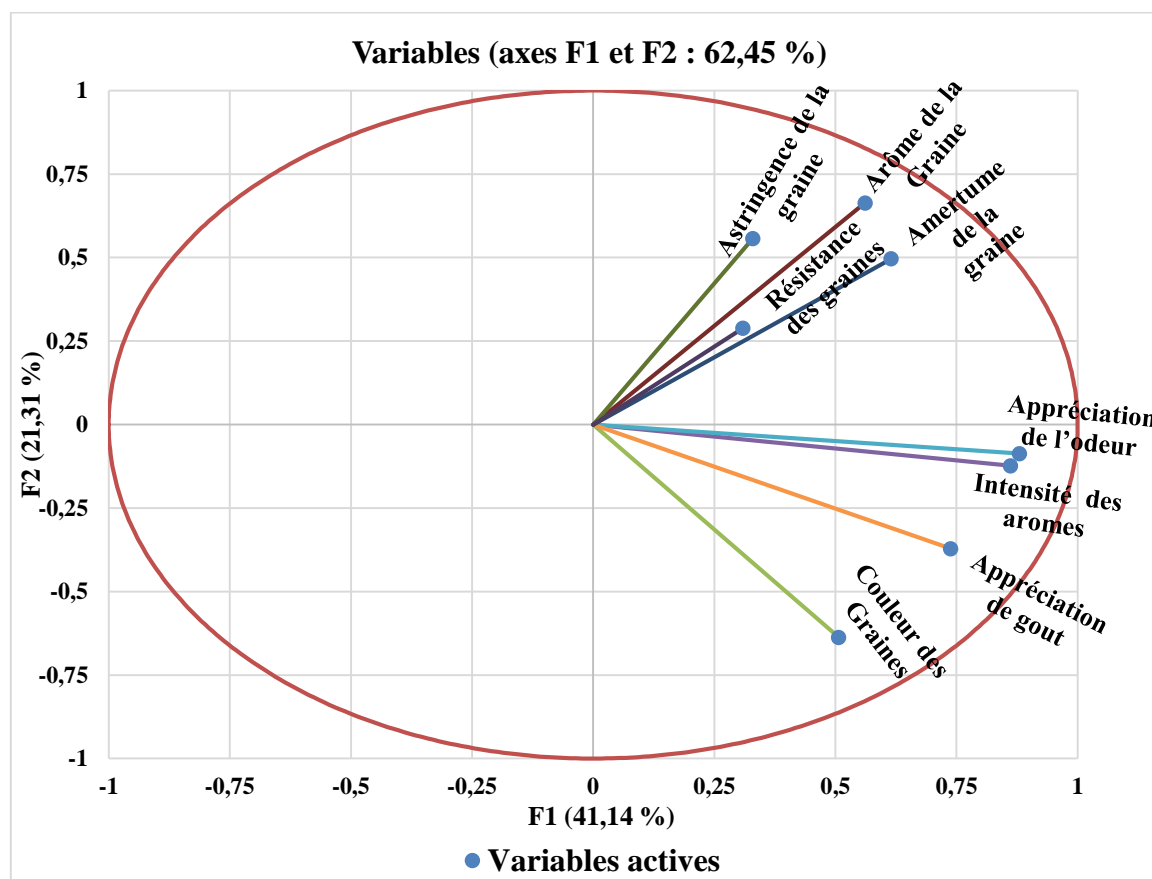


Figure 4.36 : Carte factorielle des corrélations entre les attributs sensoriels étudiés ; cas des graines.

Plusieurs corrélations sont observées (tableau 4.18) ; Intensité des arômes et l'appréciation de l'odeur avec un coefficient " r^2 " de 0,821, l'arôme dominant de la graine avec l'amertume, l'astringence et la résistance des graines avec des coefficients " r^2 " respectif de

0,593, 0,519 et 0,462 et en fin l'attribut appréciation avec l'intensité des arômes, la couleur et l'appréciation de l'odeur des graines avec des coefficients " r^2 " respectif de 0,586, 0,548 et 0,534 (tableau 4.18).

L'amertume, fait partie des cinq saveurs primaires avec le sucré, le salé, l'acide et l'umami, elle se démarque cependant des autres saveurs par un temps plus long pour atteindre son intensité maximale en bouche [242]. Parfois difficile à apprécier, l'amertume est considérée comme un mécanisme de défense contre les substances toxiques, et actives ainsi des signaux d'avertissement pour réguler leur ingestion [243]. La construction de la perception du goût amer est un processus qui varie en fonction des individus, et dépend des récepteurs chimiques individuels de l'amertume [244].

Tableau 4.18 : Matrice des corrélations entre les descripteurs sensoriels des graines étudiées

| Variables | Couleur des Graines | Intensité des arômes | Appréciation de l'odeur | Appréciation de goût | Amertume de la graine | Arôme de la Graine | Astringence de la graine | Résistance des graines |
|--------------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------|------------------------|
| Couleur des Graines | 1 | 0,347 | 0,406 | 0,548 | -0,079 | 0,014 | -0,070 | 0,109 |
| Intensité des arômes | 0,347 | 1 | 0,821 | 0,586 | 0,506 | 0,310 | 0,196 | 0,083 |
| Appréciation de l'odeur | 0,406 | 0,821 | 1 | 0,534 | 0,539 | 0,333 | 0,189 | 0,089 |
| Appréciation de goût | 0,548 | 0,586 | 0,534 | 1 | 0,212 | 0,180 | 0,122 | 0,314 |
| Amertume de la graine | -0,079 | 0,506 | 0,539 | 0,212 | 1 | 0,593 | 0,238 | 0,068 |
| Arôme de la Graine | 0,014 | 0,310 | 0,333 | 0,180 | 0,593 | 1 | 0,519 | 0,462 |
| Astringence de la graine | -0,070 | 0,196 | 0,189 | 0,122 | 0,238 | 0,519 | 1 | 0,400 |
| Résistance des graines | 0,109 | 0,083 | 0,089 | 0,314 | 0,068 | 0,462 | 0,400 | 1 |

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,05$

La seconde carte d'ACP caractérisant les observations ; (figure 4.37 a, 4.37 b et 3.37 c), classe les cépages de raisin étudiés en quatre groupes distincts, d'où moins pour les paramètres testés. Le premier groupe répartis sur l'axe F1 avec 39,46 % de l'information, comporte un cépage de raisin de table (Muscat) et un cépage de raisin de cuve (Syrah) ; caractérisé par la

couleur des graines proche de marron foncé avec des notes respectives de 3,69 et 3,75 (tableau 4.17), une odeur moyenne appréciable voir même bonne, moyennement amers et manifeste un arôme vert herbacé à grillé d'un gout acceptable. Le deuxième groupe porté sur l'axe F2 est composé de deux cépages de raisin de table ; (Italia, Red Globe) ; caractérisé par des graines moins astringentes et de faible résistance au broyage, manifeste un arôme grillé avec une note de 2,85 pour les deux cépages (tableau 4.17). Le troisième groupe composé de cépages de table, (Gros noir, Cardinal) et le quatrième groupe composé de cépages de cuve (Merlot, Cinsault) sont portés sur l'axe F2 comportant 24,86 % de total de l'information ; sont caractérisés par des faibles intensités aromatiques, peu amers, l'arôme dominant est de vert herbacé pour les deux groupes. Tout fois une distinction peut se faire par la couleur des graines, qui est blanc vert à marron vert pour le troisième groupe et marron foncé pour le quatrième groupe, aussi par la note de l'appréciation de gout qui tend vers le non appréciable pour de troisième groupe, alors qu'il est appréciable pour le quatrième groupe.

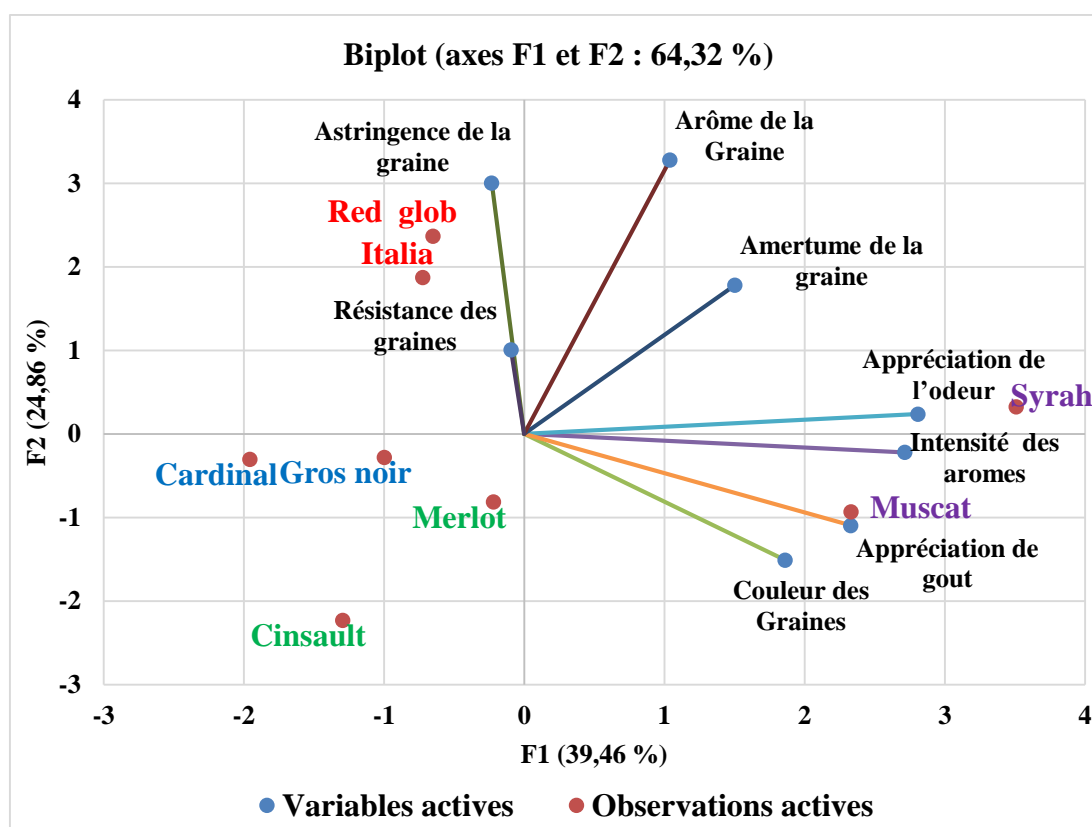


Figure 4.37 a : Carte factorielle des valeurs moyennes en descripteurs sensoriels des graines de raisins étudiés (variables et observations).

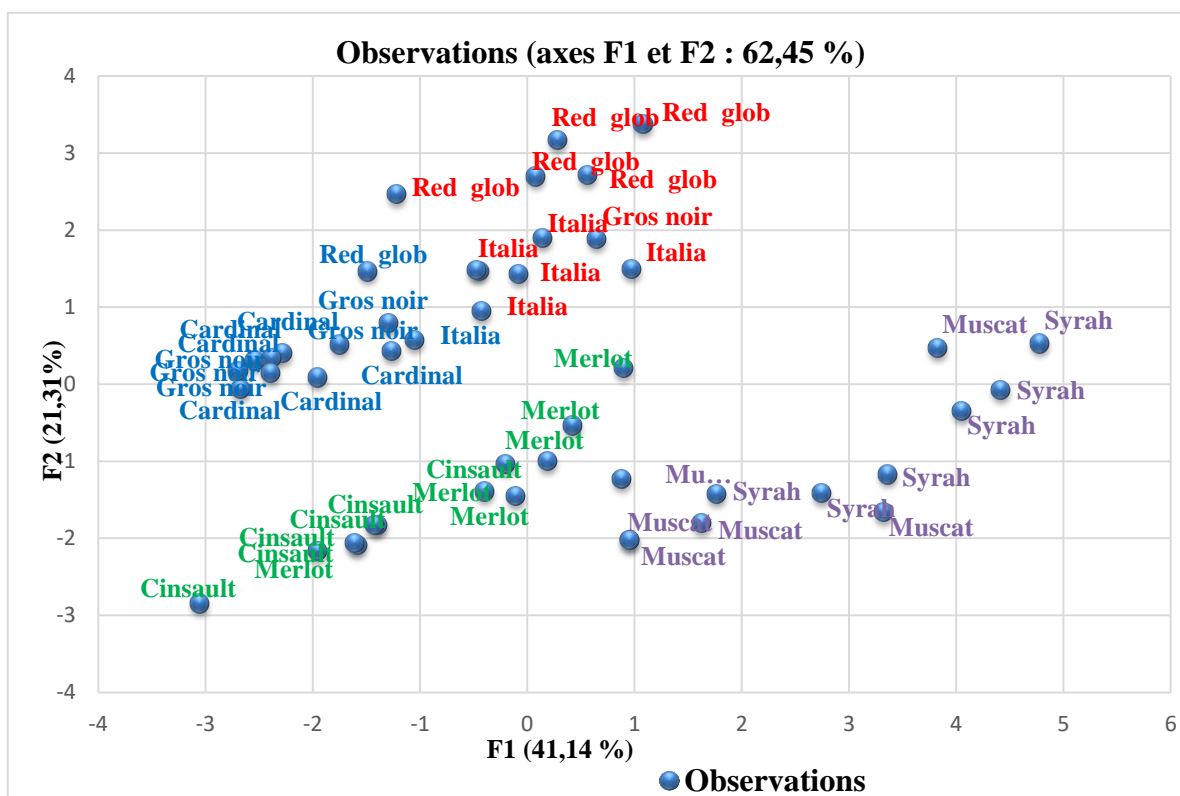


Figure 4.37 b : Carte factorielle de l'ensemble de descripteurs sensoriels des graines de raisins étudiés (observations).

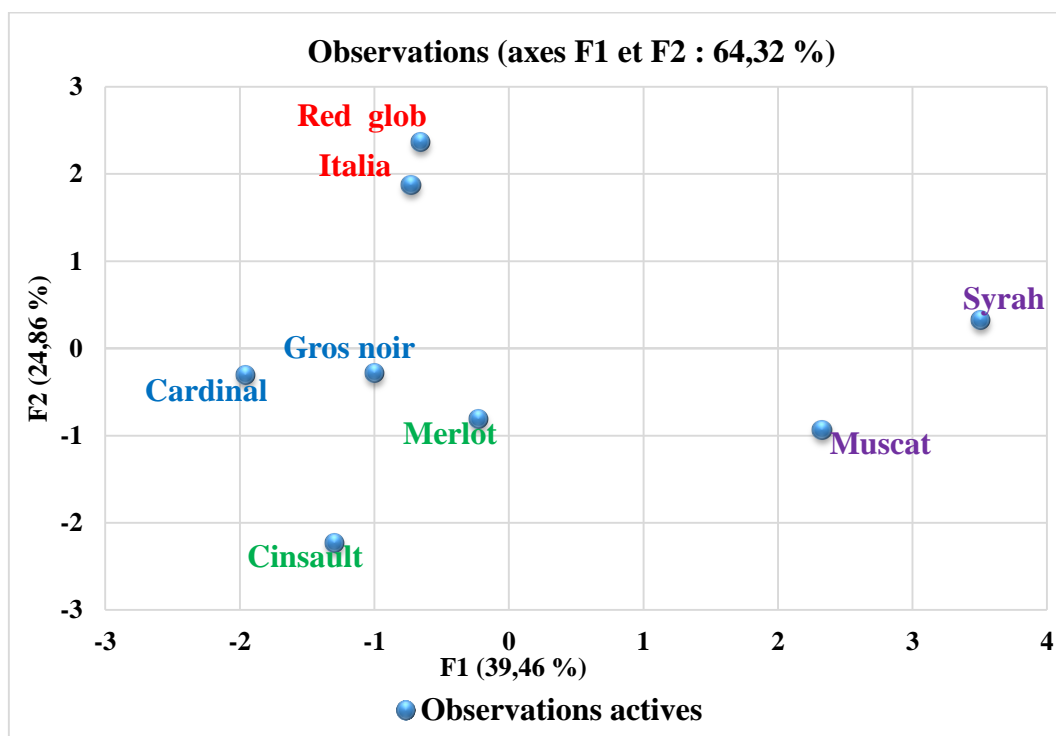


Figure 4.37 c : Carte factorielle des valeurs moyennes en descripteurs sensoriels des graines de raisins étudiés (observations).

La classification hiérarchique ascendante (figures 4.38 a et 4.38 b) des variétés de raisin étudiées suivant les descripteurs sensoriels des graines, consolide les résultats montrés par la carte factorielles des variables et observations. ; Ainsi les cépages étudiés peuvent être classés en cinq agrégats différents :

- Groupe I : Composé de deux cépages de table ; (Cardinal, Gros noir) ; caractérisé par ; couleur des graines, tendent de blanc vert au marron vert, de faible intensité aromatique, odeur et gout faiblement appréciés et l'arôme manifesté est de vert herbacé avec des notes respective de 2 et 2,35 (tableau 4.17).
- Groupe II : Composé de deux cépages de de table ; (Italia, Red Globe) ; les graines sont caractérisées par la faible intensité aromatique, astringence et résistance réduite et la note aromatique tend vers le grillé soit 2,85 (tableau 4.17) pour les deux cépages.
- Groupe III : Composé d'un cépage de raisin de table ; le Muscat et un cépage de de cuve, la Syrah ; les graines possèdent une couleur marron foncé, d'une intensité aromatique relativement élevée bien apprécié, une amertume moyenne et manifestant un arôme vert herbacé tendant vers le grillé accepté par l'ensemble de dégustateur.
- Groupe IV : Composé de deux cépages de raisin de cuve ; le Cinsault et le Merlot ; les graines sont d'une couleur brin grillé à marron foncé, de faible intensité aromatique, une basse amertume et une faible résistance au broyage. Ils manifestent un arôme vert herbacé.

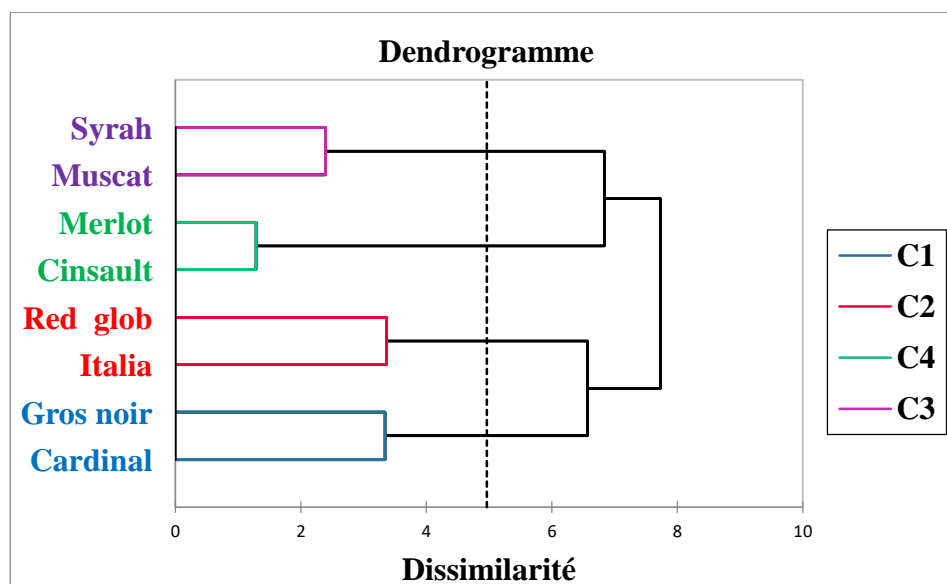


Figure 4.38 a : Classification hiérarchique ascendante des valeurs moyenne des observations ; cas des graines.

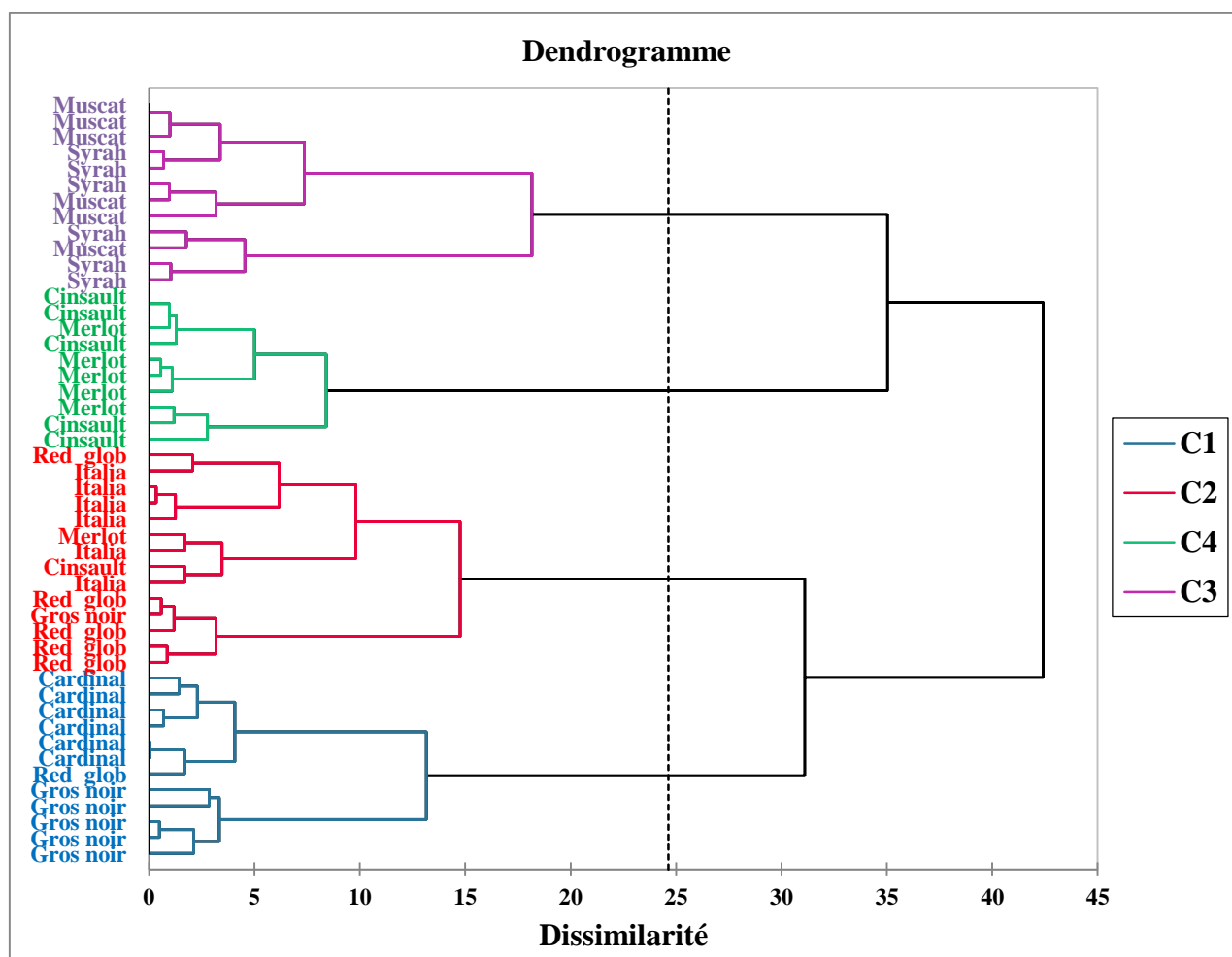


Figure 4.38 b : Classification hiérarchique ascendante de l'ensemble des observations ; cas des grappes.

3. Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du jus de raisin

Les résultats des analyses physico-chimiques des jus de raisins de différentes variétés de vigne étudiées sont résumés dans le tableau 4.19 :

3.1. Rendement en jus et teneur en eau

Les valeurs moyennes de l'humidité et du rendement des jus analysés sont comprises respectivement entre $(78,83 \pm 1,71)$; le Cinsault et $(85,72 \% \pm 0,01)$; le Red Globe et entre $(67,05 \pm 0,85)$; le Gros noir et $(59,83 \% \pm 1,63)$; le Cinsault (tableau 4.19). Elles sont incluses dans l'intervalle indiqué par Lemoigne, [105] (70 à 85 %), pour la teneur en eau et supérieur à la limite fixée par la norme générale pour les jus de raisin et les nectars de fruits (codex stan, 247) [245] de l'ordre de 50 % pour le rendement en jus.

Tableau 4.19 : Propriétés physico-chimiques du jus de raisins étudiés

| Caractéristiques physico-chimiques | | | | |
|------------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|---|
| Cépages | Rendement en Jus % | Teneur en eau % | Teneur en cendres % | Conductivité électrique $\mu\text{s}/\text{Cm}$ |
| Cardinal | 61,89 ± 1,76 ^B | 83,50 ± 1,36 ^{AB} | 0,14 ± 0,024 ^C | 1762 ± 181 ^{BC} |
| Gros noir | 67,05 ± 0,85 ^A | 83,37 ± 0,67 ^{AB} | 0,26 ± 0,026 ^B | 2199 ± 80 ^{AB} |
| Italia | 64,92 ± 1,71 ^A | 83,19 ± 0,93 ^{AB} | 0,25 ± 0,03 ^B | 1665 ± 160 ^C |
| Muscat | 64,94 ± 0,82 ^A | 79,74 ± 3,35 ^C | 0,38 ± 0,051 ^A | 2500 ± 145 ^A |
| Red Globe | 66,83 ± 0,5 ^A | 85,72 ± 0,01 ^A | 0,23 ± 0,033 ^B | 1870 ± 185 ^{BC} |
| Cinsault | 59,83 ± 1,63 ^B | 78,83 ± 1,71 ^C | 0,073 ± 0,018 ^D | 1645 ± 160 ^C |
| Merlot | 61,33 ± 1,15 ^B | 79,64 ± 0,15 ^C | 0,097 ± 0,018 ^D | 1625 ± 140 ^C |
| Syrah | 62,28 ± 1,64 ^B | 81,70 ± 1,04 ^{BC} | 0,075 ± 0,002 ^D | 1605 ± 160 ^C |

| Caractéristiques physico-chimiques | | | | |
|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------|
| Cépages | Teneur en Fer mg/Kg | Densité | Teneur en pulpes % | pH |
| Cardinal | 6,93 ± 0,63 ^A | 1070 ± 1 ^D | 13,41 ± 0,23 ^{AB} | 3,53 ± 0,35 ^{CD} |
| Gros noir | 5,71 ± 0,31 ^B | 1080 ± 4 ^{BC} | 10,89 ± 0,46 ^D | 3,85 ± 0,08 ^B |
| Italia | 3,7 ± 0,54 ^C | 1074 ± 4 ^{CD} | 12,12 ± 0,22 ^C | 4,14 ± 0,05 ^A |
| Muscat | 5,75 ± 0,53 ^B | 1092 ± 4 ^A | 14,07 ± 0,27 ^A | 3,71 ± 0,03 ^{BC} |
| Red Globe | 5,21 ± 0,61 ^B | 1066 ± 4 ^D | 9,71 ± 0,03 ^E | 3,81 ± 0,21 ^B |
| Cinsault | 3,72 ± 0,14 ^C | 1089 ± 2 ^{AB} | 13,92 ± 0,64 ^A | 3,53 ± 0,09 ^{CD} |
| Merlot | 2,58 ± 0,37 ^D | 1088 ± 4,3 ^{AB} | 13,44 ± 0,48 ^{AB} | 3,40 ± 0,06 ^D |
| Syrah | 2,55 ± 0,35 ^D | 1082 ± 5 ^{BC} | 12,83 ± 0,40 ^{BC} | 3,30 ± 0,01 ^D |

| Caractéristiques physico-chimiques | | | |
|------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| Cépages | Acidité titrable g/l | Taux de solide solubles °Brix | Indice de maturité (TSS/A) |
| Cardinal | 3,9 ± 0,26 ^{BC} | 16,5 ± 1,00 ^B | 42,51 ± 4,92 ^B |
| Gros noir | 3,76 ± 0,22 ^{BC} | 17 ± 0,50 ^B | 45,3 ± 2,62 ^B |
| Italia | 3,06 ± 0,14 ^C | 17,5 ± 0,50 ^B | 57,22 ± 0,99 ^A |
| Muscat | 3,76 ± 0,2 ^{BC} | 20,5 ± 1,50 ^A | 54,69 ± 5,83 ^A |
| Red Globe | 3,36 ± 0,2 ^C | 14,75 ± 0,25 ^C | 44,02 ± 3,24 ^B |
| Cinsault | 4,68 ± 0,12 ^B | 20,3 ± 1,13 ^A | 43,43 ± 3,54 ^B |
| Merlot | 6 ± 0,2 ^A | 21,75 ± 1,39 ^A | 36,22 ± 1,13 ^{BC} |
| Syrah | 6,44 ± 0,16 ^A | 19,75 ± 0,25 ^A | 30,68 ± 1,02 ^C |

La table de la composition nutritionnelle des aliments Ciquel [246], indique que la teneur en eau moyenne des raisins blancs est de 82,2% et celle des raisins noirs de 83,2% ; ceci corrobore parfaitement avec les résultats de la présente étude avec des valeurs respectives de 81,46 et 82,12 %. La teneur en eau de pur jus de raisin oscille entre 80,11 et 85,8 avec une valeur moyenne de 82,4 [247 ,248].

Par ailleurs, une différence significative ($p \leq 0,05$) a été constatée entre les jus de différentes variétés de raisin étudiées et les tests de comparaison entre les moyennes permettent de distinguer différents groupes homogènes (tableau 4.19).

D'après Athamena [249], les facteurs qui peuvent influencer sur la teneur en eau sont : l'âge de la plante, la période du cycle végétatif et même des facteurs génétiques. Cette variation de la teneur en eau peut être due aussi aux différentes conditions environnementales : Exposition aux différentes conditions pédoclimatiques et répartition géographique [250].

Selon Dupaigne [186] ; à l'intérieur d'une même espèce de fruits, on constate des différences importantes dans le rendement en jus suivant la variété, le terroir, l'état de maturité, la fraîcheur, etc... L'état de fraîcheur peut s'évaluer à la turgescence qui est elle-même fonction de la teneur en jus des fruits cueillies en début de saison sont plus fermes qu'en fin de saison ou après un stockage prolongé en silos aérés. On sait aussi que les conditions de culture ont une grande importance sur le rendement en jus des pommes cultivées en plaine irriguée sont plus aqueuses (et moins agréables) que des pommes de coteau [180].

3.2. Cendres, conductivité électrique et teneur en Fer

Les valeurs moyennes des teneurs en cendres, conductivité électrique et de fer des jus analysés sont comprises respectivement entre ($0,073 \pm 0,018$) ; le Cinsault et ($0,38 \% \pm 0,051$) ; le Muscat, entre (1605 ± 160) ; le Syrah et ($2500 \mu\text{s}/\text{Cm} \pm 145$) ; le Muscat et entre ($2,55 \pm 0,35$) ; la Syrah et ($6,93 \text{ mg}/\text{kg} \pm 0,63$) le Cardinal (tableau 4.19).

La table de la composition nutritionnelle des aliments Ciquel [246], note que la teneur moyenne en cendres des raisins noirs est de 0,2 % et celle des raisins blanc est de 0,25% ; ceci corrobore parfaitement avec les résultats de la présente étude avec des valeurs respectives de 0,15% et 0,31 % ; en outre Lemoigne , [251] indique que la teneur en cendres des jus de raisins varie de 0,08 à 0,28 %. Saxholt et al. [70], rapporté par le département de l'agriculteur et de la recherche agronomique (USDA) [248], indique que la teneur en cendre de pur jus de raisins varié de 0,11 à 0,3 % avec une valeur moyenne de 0,15 %.

La conductivité électrique est due aux différentes espèces ioniques présentes et notamment au potassium dans le cas des mouts de raisin. Elles varient en générale de 1500 à

5000 Us/Cm [252]. Al askari et *al.*, [253] dans leur étude sur les raisins secs trouvent des résultats entre 1233 et 1510 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

D'après la table de la composition des aliments Ciqual [246], la teneur en fer des raisins noirs varie de 0,9 à 4 mg/kg et celles des raisins blancs de 3 à 4 mg/kg ; en note que ses dernières sont légèrement inférieures aux nôtres avec des teneurs respectives de 3,7 à 5,75 mg/kg pour les raisins blancs et de 2,55 à 6,93 mg/kg pour les raisins noirs. Dans un autre travail ; la teneur en fer de pur jus de raisin est comprise entre 0,9 et 10 mg/kg avec une valeur moyenne de 4,7 mg/kg [251 ,248].

L'analyse de la variance ($p \leq 0,05$) pour les trois paramètres révèle l'existence d'une différence significative entre les variétés de jus de raisin étudiées ; les tests de comparaison des moyennes permettent de distinguer différents groupes homogènes (tableau 4.19). Ses variations peuvent être expliquées par la provenance géographique des échantillons, les conditions climatiques, les caractères édaphiques des sols et de leur amendement [254, 255].

3.3. Solides solubles, Densité et teneur en pulpes

Le total des solides solubles ou le °Brix des différents jus de raisin analysés varie de manière significative et oscille entre $14,75 \pm 0,25$ (Red Globe) et $21,75 \% \pm 1,39$ (Merlot) (tableau 4.19). Excepté les jus de la variété Red Globe, tous les autres jus, enregistrent des taux supérieur à la valeur minimale fixée par la norme CODEX STAN 247 [245], qui est de 16%. Néanmoins ; ses résultats sont en accord avec ceux trouvés par Derradji-Benmeziane et *al.* [49], dans l'analyse de quelques variétés de raisins de table cultivées en Algérie ; avec des taux allant de 17,05 (Gros noir) et 21,01% (Muscat) ; dans la présente ses mêmes variétés enregistrent respectivement 17 et 20,5 %. Ezzahouani, [8] enregistre pour la variété Cardinal un taux de sucres solubles exprimé en ° Brix de 15,9 à 16,4°.

Patricia et *al.*, [256] notent des taux de solides solubles (en °Brix) ; des variétés de vigne Brésiliens destinées pour la transformation en jus, variant de 15° (Bordô) à 20° (BRS Violeta). Lima et *al.* [257], dans l'étude de profil physico-chimique et sensoriel, des jus de raisin brésiliens peuvent observer que la quantité de solides solubles (SS) présents dans les jus de mêmes variétés, est proche de 20° Brix, sauf pour le jus fabriqué dans la combinaison Isabelle Précoce/BRS Cora qui présente 19,4°Brix. Il s'agit du contenu naturel, sans aucune addition de sucres exogènes. Egalement Kunter et *al.*, [30] dans l'étude de comparaison entre les paramètres physico-chimiques de dix-sept cépages de table produits sur deux saison ; 2018 et 2019 ; à Ankara (Türkiye), rapportent des valeurs très proches de nos résultats ; soit respectivement de 14,10 à 21 et 14 à 21,90° Brix.

Les valeurs moyennes des densités des jus analysés varient de manière significative et sont comprises entre 1066 ± 4 (Red Globe) et 1092 ± 4 (Muscat) (tableau 4.19). Elles sont incluses dans la limite fixée par la Base de données FAO/INFOODS, [258] pour les jus de raisin ; préconisant une densité relative à 20° C soit supérieur à 1056. Derradji-Benmeziane et *al.* [49], révèlent des densités comprises entre 1062 (Gros noir) et 1087 (Muscat) ; dans notre étude ses mêmes cépages enregistrent des valeurs légèrement supérieures soit respectivement de 1080 et 1092.

Les teneurs moyennes en pulpes des jus analysés sont significativement différentes ($p < 0,05$) ; elles varient de $9,71 \pm 0,03$ (Red Globe) à $14,07 \% \pm 0,27$ (Muscat) (tableau 4.19). Ces composés sont largement responsables de l'opalescence du jus et présentent un rôle nutritionnel et organoleptique important [259, 260].

3.4. Acidité, pH et Indice de maturité

Les valeurs de l'acidité, du pH et l'indice de maturité des jus de raisin étudiés présentent des différences significatives ; elles sont comprises respectivement entre ; $3,06 \pm 0,14$ (Italia) et $6,44 \text{ g/l} \pm 0,16$ (Syrah), $3,30 \pm 0,01$ (Syrah) et $4,14 \pm 0,05$ (Italia), $30,68 \pm 1,02$ et $57,22 \pm 0,99$ (tableau 4.19) pour les mêmes cépages.

Agouazi et Amir, [215] enregistrent pour les paramètres en question, des valeurs respectives de 1,45 (Valenci noir) et 5,78 g/l (Aberkan), de 3,31 (Aberkan) et 4,16 (Cherchali) et de 27,01 (Aberkan) et 168,86 (Toutrisine). Egalement Derradji-Benmeziane et *al.* [48], notent respectivement ; 2,17 (Victoria) et 5,18 g/L (Muscat noir), de 3,39 (Muscat) et 3,81 (Cardinal) et de 38,78 (Cardinal) et 82,34 (Victoria). Kunter et *al.* [30] ; notent respectivement pour ses trois paramètres ; acidité, pH et indice de maturité ; des valeurs légèrement différentes, soit de 4,8 à 9 g/l, 3,00 à 3,7 et 18,54 à 45,26. Ide et *al.*, [261] dans leur étude des paramètres de qualité des jus de raisin obtenus par procédés d'extraction à la vapeur et mécanique ; notaient des valeurs très proches de nos jus, notamment ceux issus des raisins de tables ; les résultats obtenus étaient respectivement ; 2,7 à 3,00 g/l, 3,78 à 4,00 et 48,27 à 75,92.

Tout fois il y a lieu de signaler que les résultats de la présente sont différents à ceux trouvés par Lima et *al.* [257], ainsi ses derniers enregistrent des acidités titrables soit le double des nôtres, avec des valeurs comprises entre 6,8 (BRS Magna) et 10,06 g/l (BRS Cora), des pH et rapport TSS/A bas ; avec des valeurs respective de 3,24 (BRS Cora) à 3,62 (BRS Magna) et de 19,8 et 29,9 pour les mêmes cépages. Egalement Patricia et *al.*, [256] enregistrent pour les paramètres acidité et le rapport TSS/A des valeurs respective de 5,2 (BRS Violeta) et 9 g/l (BRS Magna) et de 20 et 38,46 pour les mêmes cépages.

Selon Marsais [262], les raisins de tables sont mûrs s'ils ont atteint un rapport sucre/acidité supérieur à 25. Si l'indice de maturation dépasse 45, les raisins acquis la surmaturation, d'après Galet [175].

On considère pour le rapport TSS/A que des valeurs comprises entre 35 et 50 représentent une excellente qualité de vendange [263]. Selon ce critère, toutes les variétés de raisins analysées dans la présente étude sont mûres. Ses variations peuvent être dues aux conditions climatiques et au processus de maturation des fruits [264].

3.3.2. Sucres

Les résultats des teneurs en sucres des jus de raisins de différentes variétés de vigne étudiées sont résumés dans le tableau 4.20 :

Le total des sucres solubles des différents jus de raisin analysés varie de manière significative et oscille entre $12,72 \pm 0,01$ (Red Globe) et $16,79 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,11$ (Cinsault) (tableau 4.20). Ses résultats concordent bien avec ceux trouvés par Agouazi et Amir [215] ; notent ainsi des teneurs en sucres totaux allant de $12,50 \text{ g}/100\text{g}$ (Ahmar de Mascara) à $21,53 \text{ g}/100\text{g}$ (Muscat de Fondouk) ; en outre la table de la composition des aliments Ciqual [265], donne une teneur moyenne de $15,6 \text{ g}/100\text{g}$ pour les raisins noirs et de $16,4 \text{ g}/100\text{g}$ pour les raisins blancs, ce qui est bien vérifié par la présente étude avec des valeurs respectives de $14,95$ et $15,71 \text{ g}/100\text{g}$. Escudier et al. [266], dans l'étude de la sélection des cépages, élaboration, stabilisation de jus de raisin ; les teneurs en sucre des millésimes 2012 à 2015 hors créations variétales INRA, pour les variétés Iloa, Galibia, Farelia, Silara et Caralicante, oscillent autour d'un point moyen à $150 \text{ g}/\text{l}$ et celles des créations variétales INRA (G18, G4 et G3) ; Le jus Blanc de G18 est très intéressant pour sa faible teneur en sucre, 130 à $150 \text{ g}/\text{l}$ selon les millésimes.

Tout comme les sucres totaux les sucres réducteurs et non réducteurs présentent quant à eux des différences significatives ; elles sont comprises respectivement entre $12,31 \pm 0,26$ (Red Globe) et $15,11 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,82$ (Muscat) et entre $0,42 \pm 0,23$ (Red Globe) et $2,73 \text{ g}/100\text{g} \pm 0,38$ (Cinsault) (tableau 4.20, figure 4.39). Elkhorchani et al. [267], dans l'étude de la composition en sucres totaux de deux cultivars de vigne avant et après séchage, du Sud-Est tunisien ; les teneurs en sucres réducteurs ont été analysés par HPLC et les résultats obtenus montrent que le raisin est constitué principalement des sucres réducteurs (Glucose et Fructose) alors que le Saccharose est non détecté. A l'état frais, les teneurs en sucres réducteurs varient de $4,30 \text{ g}/100\text{g}$ (cultivar Miski) à $14,54 \text{ g}/100\text{g}$ (cultivar Sawoudi). Ainsi ; Ansari [268], évoque que la teneur moyenne en sucres réducteurs des jus de raisin est de l'ordre de $13,56 \text{ g}/100\text{g}$. Le saccharose n'est présent dans le raisin qu'à l'état de traces. Par contre, il a été identifié de

nombreux sucres tels l'arabinose, la xylose, le rhamnose, le maltose ou encore le raffinose [269]. Rusjan et Korosec-Koruza [270], ont obtenu Pour 15 cultivars de vin rouge, une fourchette de 0,3 à 1,68 g/100 ml pour la teneur en saccharose, une fourchette de 5,09 à 8,99 g/100 ml pour la teneur en glucose et une fourchette de 5,48 à 8,39 g/100 ml pour la teneur en fructose. Le total de sucre quantifié est de l'ordre de 10,87 à 19,06 g/100 ml. [271].

Tableau 4.20 : Sucres du jus de raisins étudiés

| Cépages | Teneur en sucres g/100g | | |
|-----------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| | Teneur en Sucres totaux | Teneur en Sucres réducteurs | Teneur en Sucres non réducteurs |
| Cardinal | 14,04 ± 0,68 ^C | 13,27 ± 00 ^{BC} | 0,77 ± 0,36 ^{DE} |
| Gros noir | 14,93 ± 0,37 ^B | 13,42 ± 0,47 ^{BC} | 1,51 ± 0,36 ^{BC} |
| Italia | 15,06 ± 0,56 ^B | 14,18 ± 0,27 ^{AB} | 0,88 ± 0,29 ^{DE} |
| Muscat | 16,36 ± 0,76 ^A | 15,11 ± 0,82 ^A | 1,25 ± 0,11 ^{CD} |
| Red Glob | 12,72 ± 0,01 ^D | 12,31 ± 0,26 ^C | 0,42 ± 0,23 ^E |
| Cinsault | 16,79 ± 0,11 ^A | 14,06 ± 0,57 ^{AB} | 2,73 ± 0,38 ^A |
| Merlot | 16,01 ± 0,32 ^{AB} | 14,38 ± 0,07 ^{AB} | 1,63 ± 0,25 ^{BC} |
| Syrah | 15,31 ± 0,45 ^B | 13,20 ± 0,79 ^{BC} | 2,10 ± 0,34 ^B |

| Cépages | Teneur en sucres g/100g | | |
|-----------|---------------------------|---------------------------|--|
| | Teneur en Glucose | Teneur en Fructose | ST g.l ⁻¹ / A g.l ⁻¹ |
| Cardinal | 6,63 ± 00 ^{BC} | 6,64 ± 0,01 ^{BC} | 36 ± 3,98 ^C |
| Gros noir | 6,64 ± 0,24 ^{BC} | 6,77 ± 0,23 ^{BC} | 39,7 ± 3,34 ^{BC} |
| Italia | 6,64 ± 0,38 ^{BC} | 7,55 ± 0,65 ^A | 49,21 ± 0,42 ^A |
| Muscat | 7,45 ± 0,57 ^A | 7,66 ± 0,24 ^A | 43,51 ± 3,75 ^B |
| Red Glob | 6,09 ± 0,13 ^C | 6,21 ± 0,14 ^C | 37,85 ± 2,16 ^C |
| Cinsault | 6,97 ± 0,28 ^{AB} | 7,08 ± 0,30 ^{AB} | 35,88 ± 1,14 ^C |
| Merlot | 7,14 ± 0,03 ^{AB} | 7,24 ± 0,08 ^{AB} | 26,68 ± 0,37 ^D |
| Syrah | 6,55 ± 0,41 ^{BC} | 6,67 ± 0,39 ^{BC} | 23,77 ± 1,29 ^D |

Selon Delanoë [272], les sucres réducteurs constituent la plus grande partie des sucres simples du moût ou du vin. On y trouve : de glucose et de fructose ; à la maturité, ces deux sucres sont en quantités sensiblement égales, avec toujours un excès de fructose et généralement le rapport glucose/fructose est proche de 0,95. En se basant sur les résultats obtenus concernant ses deux oses ; glucose et fructose on trouve que ses conditions sont largement vérifiées. Les résultats varient de manière significative et oscillent respectivement de 6,09 ± 0,13 (Red Globe) à 7,45 g/100g ± 0,57 (Muscat), et de 6,21 ± 0,14 (Red Globe) à 7,66 g/100g ± 0,24 (Muscat),

pour un rapport glucose/fructose de 0,98 et 0,97 (tableau 4.20, figure 4.39). Pavlowšek et Kumšta [273], ont mesuré dans les jus des baies de raisins de variétés tchèques ; des taux de glucose de 9,7 et 11,2 g/100g, des taux de fructose de 9,59 à 11,3 g/100g et des sucres totaux entre 19,79 et 22,57 g/100g avec un rapport G/F de 0.98 à 1.01 g/100g. Dans une autre étude Ghrairi et *al.* [274], ont observé des variations de composition physiques et chimiques sur des variétés tunisiennes (Chriha, Meski, Razeki) ; les teneurs en glucose mesurées sont de 3,24 (Meski) à 3,73 g/100g (Chriha) alors que les teneurs en fructose sont respectivement de 2,61 (Meski) et de 3,12 g/100g pour la variété Chriha. L'institut professionnel pour la qualité de jus de fruit QualiJus [247], indique pour le pur jus de raisin une teneur moyenne en sucres totaux de l'ordre de 16,3 g/100g et des teneurs respectives de glucose et fructose de 7,25 et 7,73 g/100g. Rodrigues et *al.* [275], dans leur étude sur la détermination simultanée ; des acides organiques et des sucres dans les jus de fruits par HPLC, quantifiés pour le jus de raisin, trois types de sucres ; Glucose (8,07), Fructose (8,34) et de sucrose avec 0,23 g/100g, et le total quantifié est de 16,64 g/100g. Le contenu en sucre de nos échantillons corrobore avec ceux de Ribéreau-Gayon et *al.* [276], qui affirme que le saccharose peut également être présent dans le jus de raisin entier, mais en faibles concentrations. Le terme « jus entier » est exclusif au jus sans ajout de sucres, et dans sa forme naturelle. Egalement Dutraa et *al.* [14], obtenaient pour deux types de jus de raisin ; entier et reconstitué, principalement de glucoses et fructose, ainsi que des traces de maltose. Les concentrations étaient respectivement ; 8,05, 7,84 et 0,00 g/100g pour le jus entier et 7,98, 7,6 et 0,004 g/100g pour le jus reconstitué. Les teneurs en sucres totaux quantifiées par ses auteurs, sont très proches des nôtres, soit respectivement ; 15,9 et 15,62 g/100g. Dans une autre étude, Kunter et *al.* [20], notent pour dix-sept cépages de table produits à Ankara (Türkiye), une large gamme de résultats sur deux saisons de production consécutive 2018 et 2019 ; les valeurs ; en glucose, fructose et sucres totaux trouvés, variaient respectivement de ; 6,94 à 10,33, 6,3 à 11,08 et 13,29 à 21,42 g/100g pour l'année 2018, et de ; 6,32 à 11,10, 6,39 à 12,12 et 12,03 à 22,17 g/100g pour l'année 2019. Les rapports glucose/fructose trouvés par ses auteurs oscillent entre 0,89 et 1,14 pour l'année 2018 et 0,91 à 1,11 pour l'année 2019.

Les rapports ST/A sont significativement différents ; ils sont compris entre $23,77 \pm 1,29$ (Syrah) et $49,21 \pm 0,42$ (Italia) (tableau 4.20). Escudier et *al.*, [266] rapportent que Le ratio sucre/acide (exprimé en acide tartrique) se situe majoritairement entre 15 et 20. Ojeda et *al.* [277] ; le rapport sucre/acide élevé du jus de raisin qui soit supérieur à 21, ce qui est mal adapté au goût des consommateurs. Ceci est encore plus vrai à certains moments de consommation comme le petit déjeuner où l'on recherche une boisson rafraîchissante qui se caractérise par un

rapport sucre/acide plus faible. D'où la prédominance des jus de certaines espèces fruitières à rapport mieux adapté, telle l'orange avec un ratio de l'ordre de 13 voir moins. Excepté, les jus extraits des cépages Syrah et Merlot, qui présentent des ratios proches de cette fourchette avec respectivement 23,77 et 26,68. Les autres jus, enregistrent des ratios relativement élevés ; en dépit de leur faible teneur en sucres totaux notamment le Red Globe qui note uniquement 12,72 % de sucres totaux contre une acidité titrable basse de l'ordre de 3,36 g/l. Kunter *et al.* [20], ont trouvés une large gamme de rapport sucres totaux/acidité, et qui sont proches de nos résultats, surtout pour les bornes supérieurs ; les résultats enregistrés, variaient de 16,76 à 38,64 pour l'année 2018 et de 14,85 à 36,28 pour l'année 2019. Il a été noté par Sabir *et al.* [278], que le degré de maturité des raisins était fortement lié à la concentration en sucre et dépendait principalement de critères de qualité tels que l'accumulation de sucre, les composés phénoliques et le rapport sucre/acide. Rusjan et Korosec-Koruza [270], ont rapporté que la teneur en sucre du raisin était très importante pour décider de la maturité technologique et du moment de la récolte [271].

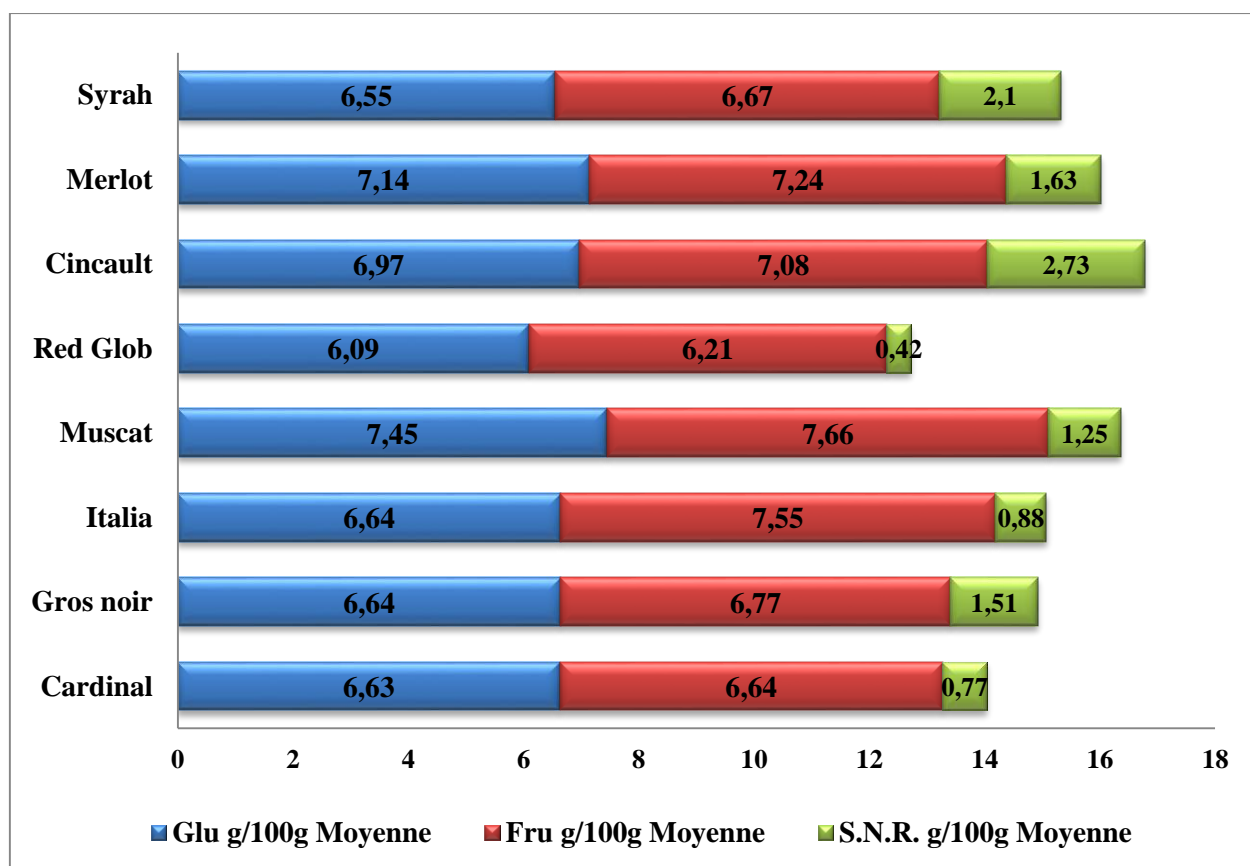


Figure 4.39 : Teneur en sucres des jus de raisin de différentes variétés étudiées

D'après Sakamura et Suga [279], la majorité des sucres de fruit est représentée principalement par le glucose et le fructose. Selon Ayaz *et al.* [280], la variation des teneurs en sucre réducteurs peut être attribuée aux différents facteurs notamment le stade de maturation, la température, la durée d'exposition au soleil, et les conditions climatiques.

3.6. Analyse en composantes principales (ACP)

Une Analyse par Composante Principale (ACP) est réalisée en considérant les différents paramètres physico-chimiques étudiés et les variétés de jus en question. L'ACP montre que 76,52 % de la variance totale est représentée sur les axes 1 et 2, avec 46,52 % pour l'axe 1 et 30,00% pour l'axe 2 (figures 4.40 et 4.41).

La première carte d'ACP caractérise les variables étudiées (figure 4.40) ; en effet 46,52 % de l'information est portée sur l'axe F1 expliquant les corrélations, ainsi deux principales corrélations positives ont été observées ; la première rassemblant ; les pulpes, la densité, les sucres et le taux de solide soluble, tandis que la seconde regroupe ; la conductivité électrique, le fer, les cendres, le pH et les ratios TSS/A et ST/A. Ses deux groupes de corrélations positives s'opposent respectivement à deux paramètres ; la teneur en eau et l'acidité portés sur l'axe F2 représentant 30 % de l'information ; avec des coefficients de corrélation r^2 respectivement de l'ordre de -698, -863, -893 et -900 pour le premier paramètre et de -0,415, -0,661, -0,781, -0,826, -0,832 et -0,920 pour le second paramètre (tableau 4.21).

Kone *et al.* [281] ; dans la caractérisation biochimique de La pulpe des fruits du prunier noir (*Vitex Doniana*) de la Côte d'Ivoire ont relevée des corrélations entre pH et acidité ainsi que le taux de solide soluble et la teneur en eau ; en effet, ils évoquent que, lorsque l'acidité libre et la teneur en eau augmentent, on note une diminution du pH et de taux de solide solubles.

La seconde carte d'ACP caractérisant les observations (figures 4.41 a et 4.41 b), classe les variétés de jus de raisin étudiées en quatre groupes distincts d'où moins pour les paramètres étudiés ;

- Le groupe A en marron rassemble les jus extraits de raisins de cuve ; Syrah, Merlot et Cinsault ; caractérisé par ; des Acidité et extraits sec solubles élevés avec respectivement ; 6,44, 6 et 4,68 g/l ; 20,3, 21,75 et 19,75 %, donc de faibles ratios TSS/A, des teneurs en eau et en cendres basses avec respectivement ; 81,70, 79,64 et 78,83 % ; 0,075, 0,097 et 0,073 % (tableau 4.19).

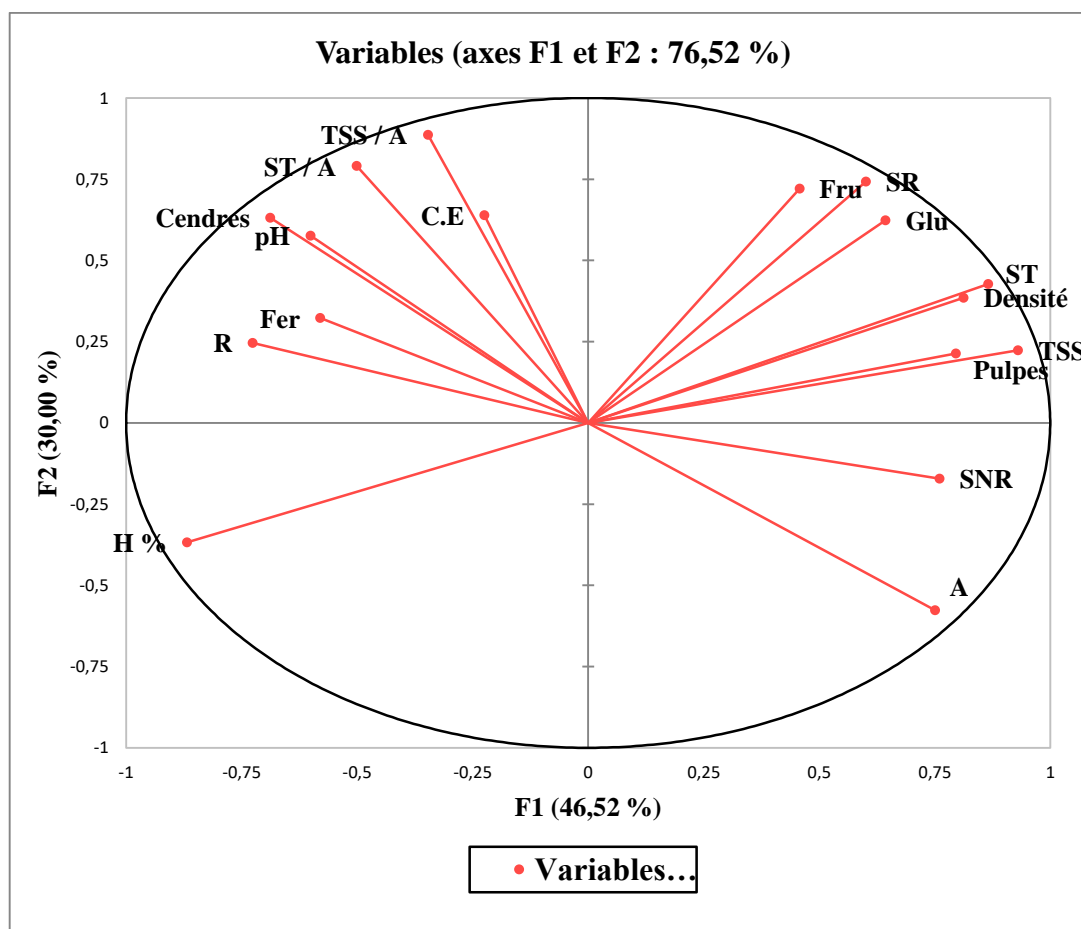


Figure 4.40 : ACP ; Cercle des corrélations entre les paramètres physico-chimiques étudiés

- Le groupe B en vert s'oppose au groupe A ; rassemble les jus de cépages de table ; Italia, Gros noir et Cardinal ; caractérisé par ; des acidités et extraits sec soluble relativement bas avec respectivement ; 3,06, 3,76 et 3,9 g/l ; 17,5, 17 et 16,5 %, donc de ratio TSS/A relativement élevé, des teneurs en eau et en cendres élevées avec respectivement ; 83,19, 83,37 et 83,50 % ; 0,26, 0,25 et 0,14 % (tableau 4.19).
- Le groupe C en violet regroupe les échantillons de jus de raisins appartenant au cépage Red Globe ; dont les principales caractéristiques sont ; la forte teneur en eau avec 85,72 % et de faibles ; densité, acidité, extrait sec soluble, pulpes et sucres totaux avec respectivement ; 1066, 3,36 g/l, 14,75 %, 9,76 % et 12,72 g/100g (tableaux 4.19 et 4.20).
- Le groupe D en rouge concerne les échantillons de jus de raisin appartenant à la variété Muscat ; ayant les pourcentages les plus élevés en sucres notamment les sucres réducteurs avec une moyenne de 15,11 %, dont le glucose et fructose avec respectivement 7,45 et 7,66 % (tableau 4.20).

Tableau 4.21 : Matrice des corrélations entre les paramètres physico-chimiques étudiés

| Variables | H | Cendre | C.E | Fer | Densité | Pulpes | A | pH | TSS | TSS / A | ST | SR | SNR | Glu | Fru | ST / A | R |
|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| H | 1 | 0,362 | -0,063 | 0,345 | -0,863 | -0,698 | -0,423 | 0,293 | -0,900 | -0,039 | -0,893 | -0,762 | -0,602 | -0,839 | -0,554 | 0,149 | 0,598 |
| Cendre | 0,362 | 1 | 0,748 | 0,586 | -0,218 | -0,484 | -0,787 | 0,707 | -0,439 | 0,737 | -0,348 | 0,037 | -0,640 | -0,029 | 0,092 | 0,751 | 0,786 |
| C.E | -0,063 | 0,748 | 1 | 0,631 | 0,267 | -0,061 | -0,415 | 0,263 | -0,006 | 0,492 | 0,047 | 0,253 | -0,209 | 0,326 | 0,141 | 0,431 | 0,470 |
| Fer | 0,345 | 0,586 | 0,631 | 1 | -0,323 | -0,172 | -0,661 | 0,266 | -0,526 | 0,401 | -0,412 | -0,155 | -0,512 | -0,050 | -0,224 | 0,464 | 0,375 |
| Densité | -0,863 | -0,218 | 0,267 | -0,323 | 1 | 0,633 | 0,434 | -0,280 | 0,871 | 0,004 | 0,881 | 0,702 | 0,661 | 0,758 | 0,527 | -0,165 | -0,384 |
| Pulpes | -0,698 | -0,484 | -0,061 | -0,172 | 0,633 | 1 | 0,406 | -0,456 | 0,711 | -0,060 | 0,740 | 0,640 | 0,496 | 0,637 | 0,536 | -0,190 | -0,711 |
| A | -0,423 | -0,787 | -0,415 | -0,661 | 0,434 | 0,406 | 1 | -0,826 | 0,631 | -0,832 | 0,382 | 0,042 | 0,617 | 0,149 | -0,059 | -0,920 | -0,549 |
| pH | 0,293 | 0,707 | 0,263 | 0,266 | -0,280 | -0,456 | -0,826 | 1 | -0,413 | 0,830 | -0,215 | 0,026 | -0,443 | -0,147 | 0,175 | 0,877 | 0,489 |
| TSS | -0,900 | -0,439 | -0,006 | -0,526 | 0,871 | 0,711 | 0,631 | -0,413 | 1 | -0,130 | 0,887 | 0,715 | 0,651 | 0,717 | 0,588 | -0,339 | -0,557 |
| TSS / A | -0,039 | 0,737 | 0,492 | 0,401 | 0,004 | -0,060 | -0,832 | 0,830 | -0,130 | 1 | 0,095 | 0,426 | -0,374 | 0,265 | 0,496 | 0,967 | 0,347 |
| ST | -0,893 | -0,348 | 0,047 | -0,412 | 0,881 | 0,740 | 0,382 | -0,215 | 0,887 | 0,095 | 1 | 0,813 | 0,725 | 0,752 | 0,724 | -0,051 | -0,475 |
| SR | -0,762 | 0,037 | 0,253 | -0,155 | 0,702 | 0,640 | 0,042 | 0,026 | 0,715 | 0,426 | 0,813 | 1 | 0,194 | 0,900 | 0,918 | 0,265 | -0,212 |
| SNR | -0,602 | -0,640 | -0,209 | -0,512 | 0,661 | 0,496 | 0,617 | -0,443 | 0,651 | -0,374 | 0,725 | 0,194 | 1 | 0,210 | 0,138 | -0,426 | -0,543 |
| Glu | -0,839 | -0,029 | 0,326 | -0,050 | 0,758 | 0,637 | 0,149 | -0,147 | 0,717 | 0,265 | 0,752 | 0,900 | 0,210 | 1 | 0,654 | 0,096 | -0,328 |
| Fru | -0,554 | 0,092 | 0,141 | -0,224 | 0,527 | 0,536 | -0,059 | 0,175 | 0,588 | 0,496 | 0,724 | 0,918 | 0,138 | 0,654 | 1 | 0,370 | -0,063 |
| ST / A | 0,149 | 0,751 | 0,431 | 0,464 | -0,165 | -0,190 | -0,920 | 0,877 | -0,339 | 0,967 | -0,051 | 0,265 | -0,426 | 0,096 | 0,370 | 1 | 0,440 |
| R | 0,598 | 0,786 | 0,470 | 0,375 | -0,384 | -0,711 | -0,549 | 0,489 | -0,557 | 0,347 | -0,475 | -0,212 | -0,543 | -0,328 | -0,063 | 0,440 | 1 |

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,05$

H : Humidité, CE : Conductivité électrique, TSS : Taux de solide soluble, A : Acidité, ST : Sucres totaux, SR : Sucres réducteurs, SNR : Sucres non réducteurs, Glu : Glucose, Fru : Fructose, R : Rendement en jus

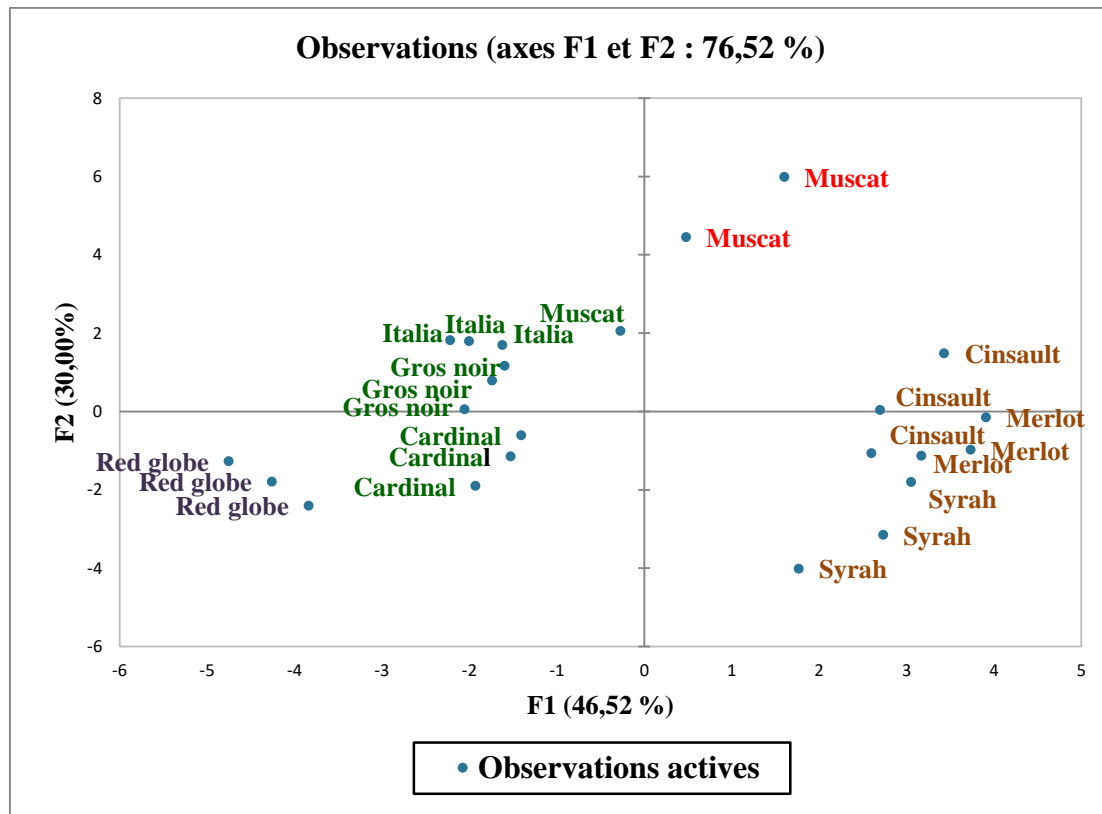


Figure 4.41 a : Carte factorielle de l'ensemble des observations.

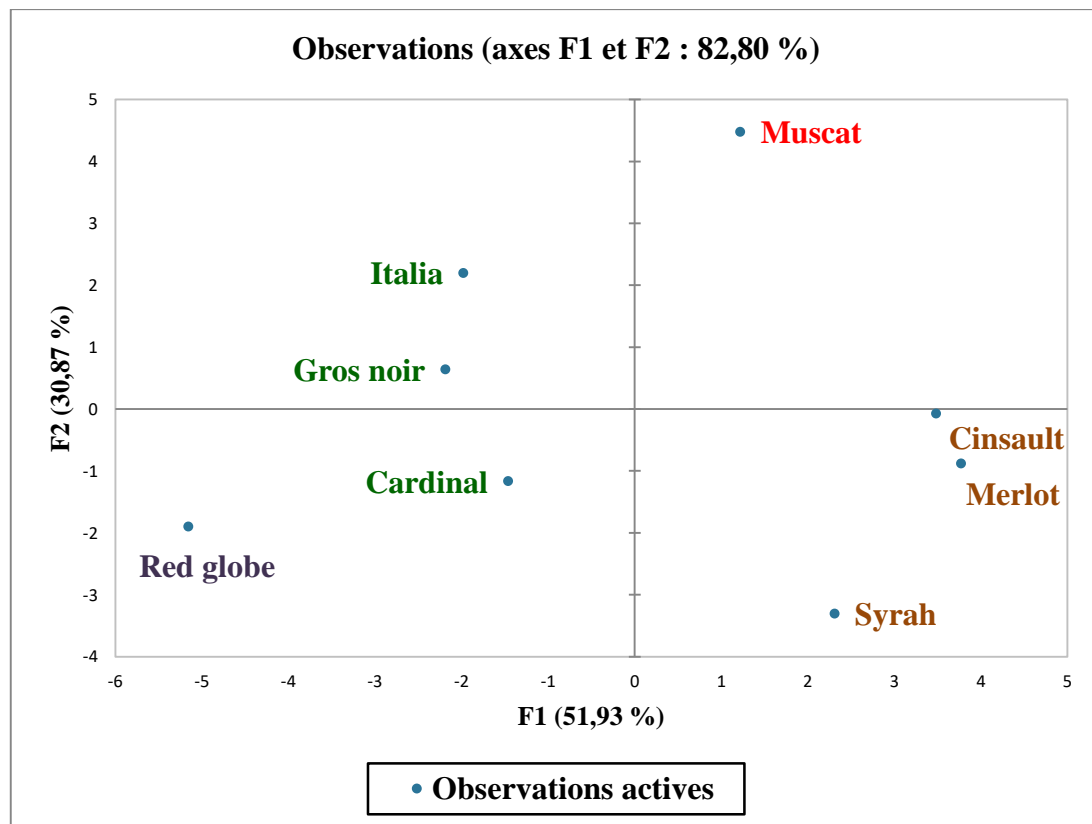


Figure 4.41 b : Carte factorielle des valeurs moyennes en paramètres physico-chimiques des observations

3.7. Classification hiérarchique ascendante (CAH)

La classification hiérarchique ascendante (figures ; 4.42 a et 4.42 b) des jus du variétés de raisin étudiées suivant les paramètres physico-chimiques, nous a permis de confirmer les remarques relevées par l'établissement de l'ACP ; ainsi on distingue deux grands ensembles de variétés ; le premier regroupe les jus de cépages de cuve ; Cinsault, Merlot et Syrah avec la possibilité de rassembler les deux cépages Syrah et Merlot en un seul groupe. Ainsi ses derniers ayant comme particularités communes les faibles rapports ST/A et TSS/A avec des valeurs respectives de 23,77 et 26,68 ; 30,68 et 36,22 (tableau 4.20).

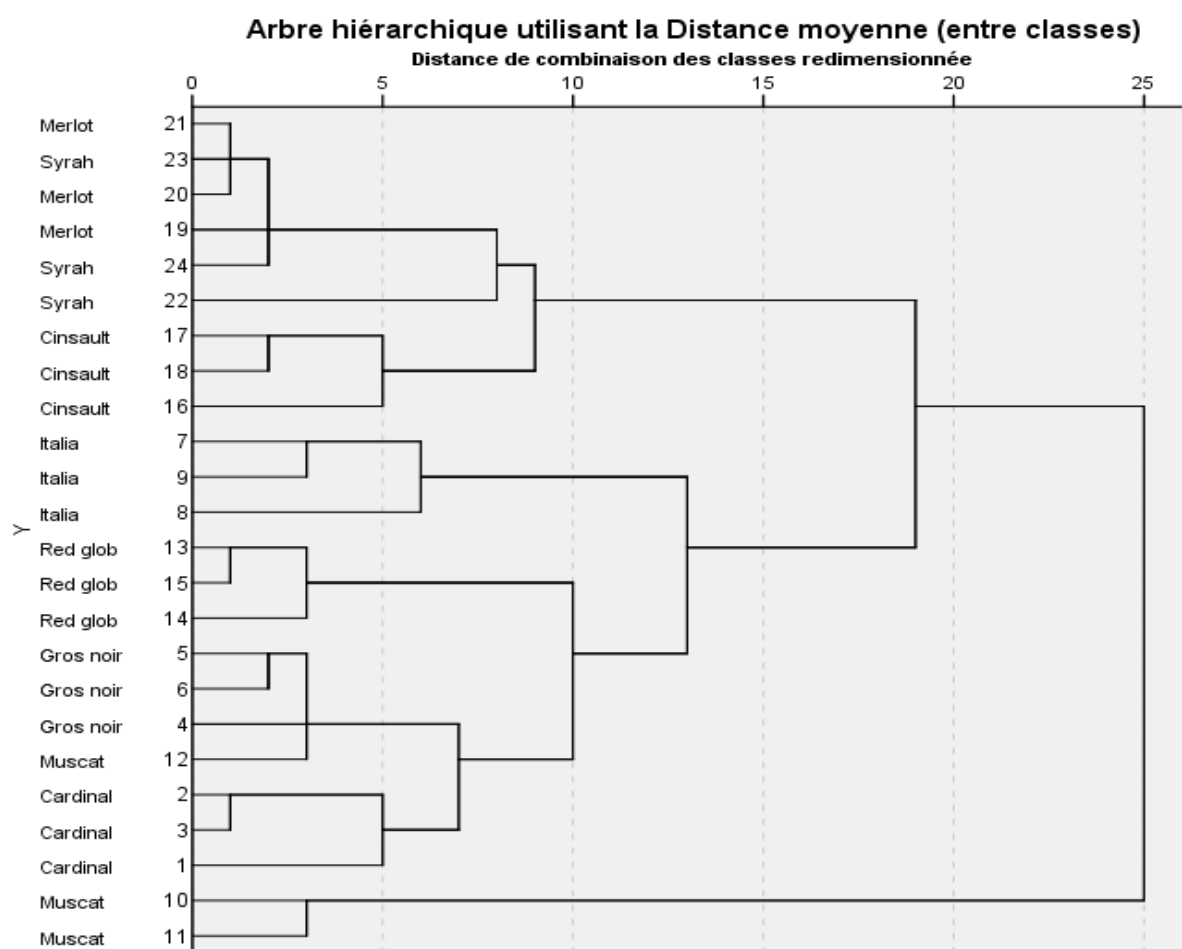


Figure 4.42 a : Classification hiérarchique ascendante de l'ensemble des observations

Dans le second ensemble regroupant les jus extraient de raisins de table en ressortie les jus des variétés ; Red Globe, Muscat et Italia en tant que trois sous-groupes à part et en rassemble les jus des cépages ; Cardinal et Gros noir, en un autre sous-groupe (figures ; 4.42 a et 4.42 b). Les jus des variétés Muscat et Italia se caractérisent par des rapports ST/A et TSS/A les plus élevés avec respectivement 43.51 et 49.21 ; 54.69 et 57.22 (tableaux 3.19 et 3.20). Tout

fois il ya lieu de faire une distinction entre ses deux sous-groupes par le fait que les jus extraits des cépages Muscat sont légèrement plus sucrés, ainsi ses derniers enregistrent un taux de solides soluble, des teneurs en sucres totaux et réducteurs respectivement de l'ordre de 20,5° Brix, 16,36 et 15,11% contre 17,5 ° Brix, 15,06 et 14,18 %. Quant au jus extraits des raisins de la variété Red Globe notent les valeurs les plus faibles en extrait secs solubles et sucres avec respectivement 14,75° Brix et 12,75%. En fin les jus extraits des variétés Cardinal et Gros noir, présentent un profil physico-chimique intermédiaires d'où moins pour les paramètres étudiés.

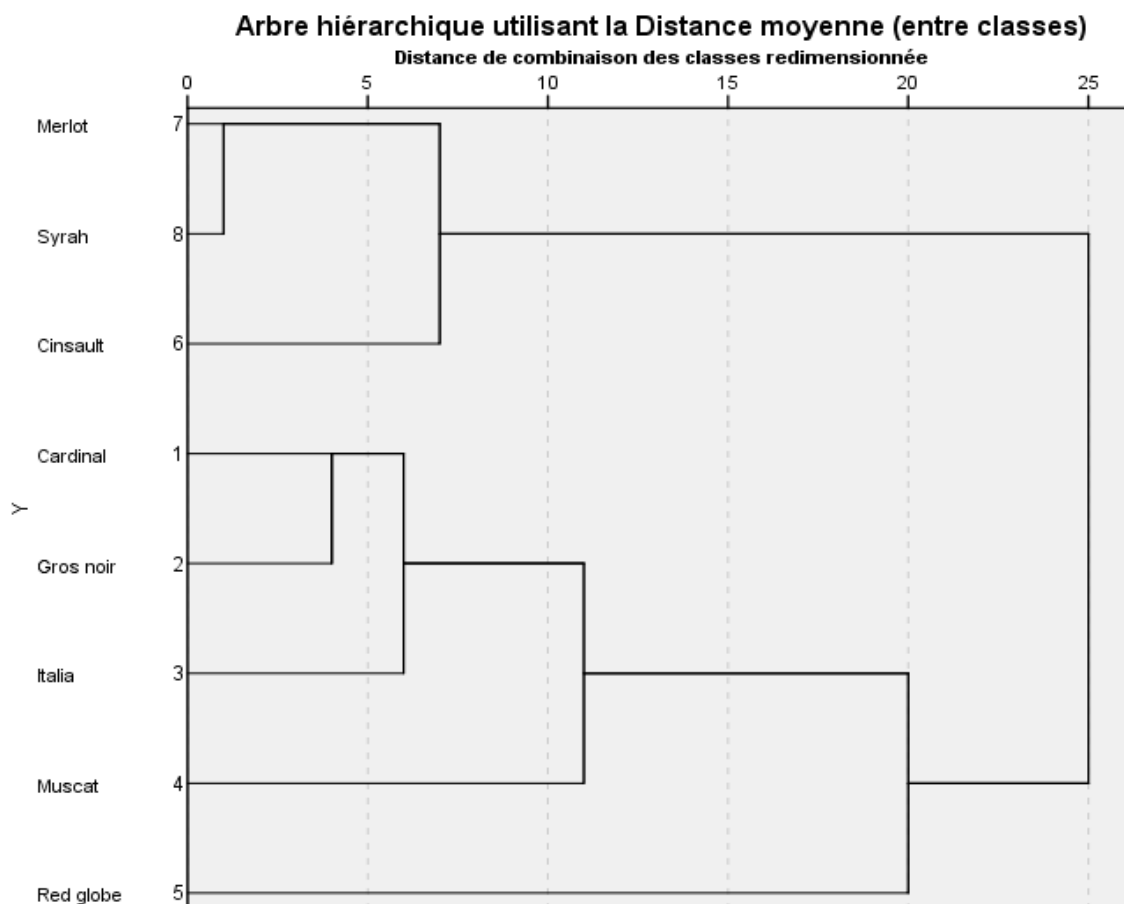


Figure 4.42 b : Classification hiérarchique ascendante des valeurs moyenne en paramètres physico-chimiques des observations.

4. Antioxydants et activités antioxydantes des jus extraits

Les résultats obtenus pour les antioxydants des jus analysés sont enregistrés dans le tableau 4.22

4.1. Vitamine C et caroténoïdes totaux

Le raisin est connu pour être une source nutritive de la vitamine C dans l'apport alimentaire [49]. La teneur en acide ascorbique des jus analysés sont représentés par la figure 4.43 avec une différence significative ($p < 0,05$), et elles varient entre $10,09 \pm 0,14$ (Cardinal) et $15,38 \pm 0,42$ mg/100g (Syrah) (tableau 4.22 figure 4.43). Ces résultats sont assez différents de ceux rapportés par la littérature ; pour des origines géographiques identiques et différentes. Les résultats pour les variétés Cardinal, Muscat et Gros noir avec des taux respectifs de $10,09 \pm 0,14$, $10,84 \pm 0,14$ et $13,03 \pm 0,96$ mg/100g sont légèrement inférieurs à ceux trouvés par Derradji-Benmeziane et al. [49], avec respectivement 13,20, 14,08 et 30,80 mg/100g pour les mêmes variétés cultivées à El Taref "Algérie". Par ailleurs, les résultats d'une étude de Dani et al. [282], ont indiqué des teneurs allant de 4,4 à 57,2 mg/100 ml pour des jus de raisins blancs et rouges canadiens issus de l'agriculture biologique ou conventionnelle. De même ; Comparativement aux données de la table relative à la composition des aliments Ciqual [263], qui indique une teneur moyenne de 10,8 % pour les raisins noirs et de 4 % pour les raisins blancs ; nos résultats se trouvent supérieures avec des taux respectifs de 14,17% et 10,79%.

Les caroténoïdes sont l'un des principaux groupes de pigments d'origine végétale présents dans la nature. Ces composés sont largement distribués dans les fruits et légumes avec des couleurs allant du jaune au rouge intense [283]. Ils ont une valeur commerciale en raison de leur propriété antioxydante, de leurs couleurs brillantes et de leurs apports positifs pour la santé [284]. La figure 4.43 représente les résultats obtenus pour les teneurs en caroténoïdes totaux des extraits étudiés. La tendance observée montre que ses dernières présentent des différences significatives ($p < 0,05$) ; elles vont de $0,11 \pm 0,01$ (Red Glob) à $0,58 \pm 0,04$ mg EBQ/ 100g M.F (Syrah) (tableau 4.22, figure 4.43). Comme on a observé que la concentration totale en caroténoïdes était plus élevée dans les cépages noirs, et l'ordre de leurs quantités pour les extraits de raisin était : Syrah>Merlot>Gros noir>Cinsault>Muscat>cardinal et Italia>Red Globe.

Tableau 4.22 : Teneurs en Antioxydants des jus de raisins étudiés

| Cépages | Antioxydants | | | |
|-----------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| | Vitamine C mg/100g | Caroténoïdes totaux mg/100g | IPT % | PAT mg/Kg |
| Cardinal | 10,09 ± 0,14 ^C | 0,15 ± 0,02 ^{CD} | 119,75 ± 13 ^{CD} | 462,00 ± 28,61 ^C |
| Gros noir | 13,03 ± 0,96 ^B | 0,37 ± 0,04 ^B | 280,00 ± 20 ^A | 1353,60 ± 88,6 ^A |
| Italia | 10,74 ± 0,61 ^C | 0,15 ± 0,02 ^{CD} | 97,50 ± 3 ^D | 54,30 ± 1,31 ^D |
| Muscat | 10,84 ± 1,00 ^C | 0,18 ± 0,01 ^{CD} | 112,91 ± 19 ^D | 81,60 ± 2,40 ^D |
| Red Globe | 11,57 ± 0,57 ^C | 0,11 ± 0,01 ^D | 104,00 ± 14 ^D | 358,71 ± 9,92 ^C |
| Cinsault | 13,16 ± 0,48 ^B | 0,20 ± 0,00 ^C | 146,00 ± 21 ^C | 412,21 ± 12,31 ^C |
| Merlot | 15,11 ± 0,84 ^A | 0,50 ± 0,05 ^A | 145,00 ± 14 ^C | 731,11 ± 2,66 ^B |
| Syrah | 15,38 ± 0,42 ^A | 0,58 ± 0,04 ^A | 200,00 ± 20 ^B | 1455,9 ± 54,13 ^A |

| Cépages | Antioxydants | | | |
|-----------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| | Polyphénols totaux mg/100g | Flavonoïdes totaux mg/100g | Flavonols mg/100g | Tanins totaux mg/100g |
| Cardinal | 549,91 ± 74,13 ^C | 145,32 ± 15,86 ^C | 55,11 ± 5,14 ^B | 72,93 ± 5,61 ^D |
| Gros noir | 1406,7 ± 110,7 ^A | 393,22 ± 30,36 ^A | 106,56 ± 3,46 ^A | 209,28 ± 7,9 ^A |
| Italia | 442,7 ± 39,02 ^{CD} | 49,58 ± 5,72 ^D | 18,40 ± 1,64 ^D | 18,09 ± 1,93 ^F |
| Muscat | 452,78 ± 85,8 ^{CD} | 64,92 ± 8,77 ^D | 32,80 ± 2,34 ^C | 39,58 ± 3,88 ^E |
| Red Globe | 347,00 ± 65,84 ^D | 67,60 ± 8,37 ^D | 13,16 ± 2,92 ^D | 15,48 ± 0,77 ^F |
| Cinsault | 1024,78 ± 87,9 ^B | 239,73 ± 31,2 ^B | 61,44 ± 2,48 ^B | 145,38 ± 13 ^B |
| Merlot | 939,20 ± 90,40 ^B | 165,53 ± 24,7 ^C | 44,48 ± 4,32 ^{BC} | 97,77 ± 6,69 ^C |
| Syrah | 1330,90 ± 91,24 ^A | 371,18 ± 30,4 ^A | 89,60 ± 6,28 ^A | 208,36 ± 0,4 ^A |

| Cépages | Antioxydants | | | |
|-----------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | Flavan-3ol mg/100g | Anthocyanines (M1) mg/100g | Anthocyanines (M2) mg/100g | Anthocyanines (M3) mg/100g |
| Cardinal | 14,16 ± 1,43 ^{CD} | 15,40 ± 0,95 ^C | 12,57 ± 2,18 ^C | 14,31 ± 1,84 ^C |
| Gros noir | 23,70 ± 1,54 ^{AB} | 45,12 ± 2,9 ^A | 42,12 ± 1,83 ^A | 46,66 ± 3,63 ^A |
| Italia | 13,20 ± 0,91 ^{CD} | 1,81 ± 0,04 ^D | 1,98 ± 0,04 ^D | 1,67 ± 0,17 ^D |
| Muscat | 16,52 ± 0,54 ^C | 2,72 ± 0,08 ^D | 3,09 ± 0,38 ^D | 2,05 ± 0,01 ^D |
| Red Globe | 11,07 ± 0,51 ^D | 11,90 ± 0,25 ^C | 10,07 ± 0,47 ^C | 10,14 ± 0,54 ^C |
| Cinsault | 26,37 ± 1,78 ^A | 13,74 ± 0,41 ^C | 13,79 ± 1,11 ^C | 13,55 ± 0,37 ^C |
| Merlot | 21,16 ± 1,87 ^B | 24,37 ± 0,09 ^B | 27,36 ± 1,11 ^B | 22,18 ± 1,11 ^B |
| Syrah | 26,76 ± 0,25 ^A | 48,53 ± 1,80 ^A | 49,57 ± 2,55 ^A | 51,64 ± 1,63 ^A |

Comparativement à nos résultats, Derradji-Benmeziane et *al.* [49], ont indiqué des teneurs plus élevées pour les variétés Cardinales, Muscat et Gros noir avec des taux respectifs de 08,72, 14,70 et 14,93. Bien que des études antérieures aient rapporté diverses fourchettes pour les teneurs en caroténoïdes dans différents cépages qui se rapprochent d'avantage avec les

nôtres. Par exemple, l'Erbaluce, le Nebbiolo et le Barbera présentaient respectivement 0,11, 0,4 et 0,91 mg/100g [285]. Mendes-Pinto [286], avait également rapporté des teneurs en caroténoïdes comprises entre 0,08 et 0,25 mg E β C /100g M.F. pour 13 cépages français. Crupi *et al.* [287], ont étudié les caroténoïdes de quelques variétés de raisin de cuve Française et ont obtenu des valeurs allant de 0,072 à 0,20 mg/ 100g. Dans une autre étude ; Oliveira *et al.* [288], sur 8 variétés de raisins de cuve de la région de Douro (Portugal) ont rapporté des valeurs variant entre 0,039 – 0,19 mg/ 100g.

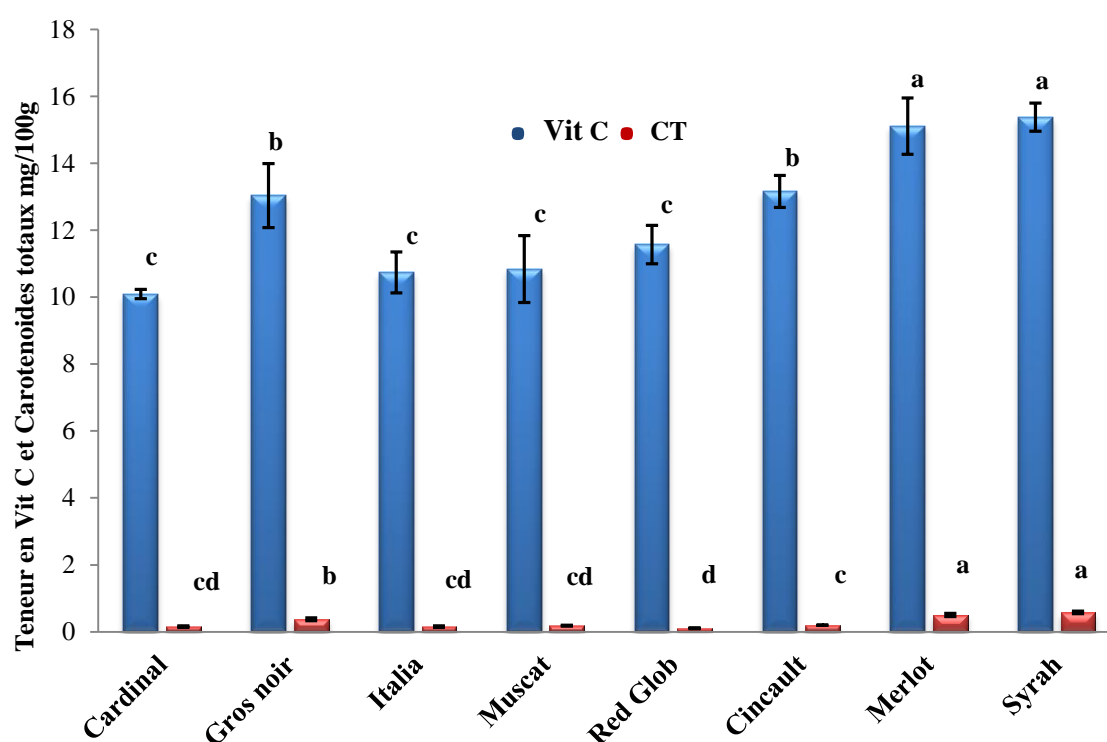


Figure 4.43 : Vitamine C et caroténoïdes totaux du jus de raisins étudiés

Les différences dans les conditions climatiques, la maturité à la récolte, et les espèces, les cultivars, les tissus, ainsi que le génotype modifient la biosynthèse et l'accumulation d'acide ascorbique et de caroténoïde [289]. En tenant compte de ces avis, la variation de la teneur en acide ascorbique et en caroténoïdes entre les différents cépages est prévisible.

4.2. Composés phénoliques

Les composés phénoliques sont d'un intérêt particulier car ils définissent les caractéristiques organoleptiques telles que la saveur, la couleur et l'astringence des fruits et légumes. Les composés phénoliques sont principalement divisés en acides phénoliques et en polyphénols [283, 290]. Cependant, la classe prépondérante de composés biologiquement actifs

dans le raisin est celle des polyphénols impliquant les stilbènes, les proanthocyanidines et les phytonutriments biologiquement actifs les plus abondants, (les flavonoïdes) et ils sont connus pour leur contribution potentielle à la santé humaine grâce à une grande activité antioxydante [291]. Au cours de la véraison des baies, la peau des baies perd la chlorophylle et commence à synthétiser et à accumuler des composés phénoliques qui sont responsables du développement de la couleur : jaune-doré (flavonols), le rose et le rouge (anthocyanes) [292].

L'un des paramètres qui permet d'estimer la maturité phénolique est la détermination de l'indice de polyphénols total IPT. Dans la présente étude L'IPT des échantillons analysés est significativement différent ; il varie de $97,50 \pm 3$ (Italia) à 280 ± 20 (Gros noir) (tableau 4.22, figure 4.44). Ses résultats sont très proches de ceux trouvés par El Darra [100], dans l'optimisation du suivi de la maturité phénolique du raisin du domaine KSARA-Békaa-Liban notant ainsi des indices compris entre 139,5 (Syrah) et 291 (Petit verdot). Les valeurs obtenues sont supérieures à 22 et selon Guérin [199], ces indices sont qualifiés d'indice très élevés.

Nos résultats sont en corrélation avec l'étude précédente réalisée par Rajha *et al.* [293], sur le suivi de la maturation phénolique des raisins Syrah et Merlot de KSARA-Bekaa-Liban. Comparativement ; les extraits de raisin noir, présentaient des IPT plus élevés et proches, en particulier pour les extraits de Merlot et de Cinsault (145 et 146 %, respectivement). Concernant les extraits de raisin rouge et blanc, le pourcentage de l'ITP était relativement bas et le plus proche entre les extraits (tableau 4.22, figure 4.44).

Sur la base des valeurs d'absorbance des solutions d'extraits de raisin réagissant avec le réactif de Folin-Ciocalteu et comparées aux solutions standard d'équivalents d'acide gallique ; Les teneurs en composés phénoliques des extraits de raisin présentaient une différence significative ($p < 0,05$) et variaient entre 347 (Red glob) et 1406 mg EAG/100g M.F (Gros noir) (tableau 4.22, figure 4.52)

Parmi les variétés, les extraits de raisin noir avaient une teneur phénolique plus élevée (>900 mg EAG/100g M.F que les extraits de raisin blanc (Muscat et Italia avec une teneur de 452,78 et 442,70 mg EAG/100g M.F., respectivement). Le Red Globe n'a présenté que 347 mg EAG/100g M.F. (tableau 4.22, figure 4.44). Ceci n'est pas surprenant car une teneur élevée en composés phénoliques a déjà été documentée pour les extraits de raisins noirs "Syrah et Merlot" [294, 295, 296]. En effet, les résultats du CPT du Merlot, et du Syrah avec respectivement de ; (939,20 et 1330,90 mg EAG/100g M.F) sont très proches de ceux trouvés par El darra *et al.* [295], dans l'étude du profil phénolique, des activités anti-radicalaires, antioxydantes et antimicrobiennes des extraits phénoliques de raisins Libanais respectivement (810,1 et 1380,1 mg EAG/100g M.F) pour les mêmes cépages. Cependant, les résultats du CPT du Muscat, du

Cardinal et du Gros noir avec respectivement (452,78, 549,91 et 1406,7 mg EAG/100g M.F) sont différents de ceux de Derradji-Benmeziane *et al.* [49], qui ont mentionné la présence de quantités modérées de phénols soient respectivement (158, 185 et 335 mg EAG/100g M.F) pour les mêmes cépages. De même Yang *et al.* (2009) [297] dans leur travail sur 14 variétés de raisins dans la région des Finger Lakes de l'État de New York ont trouvé des valeurs modérées ; comprises entre 201,1 et 424,6 mg GAE/100g (de poids frais).

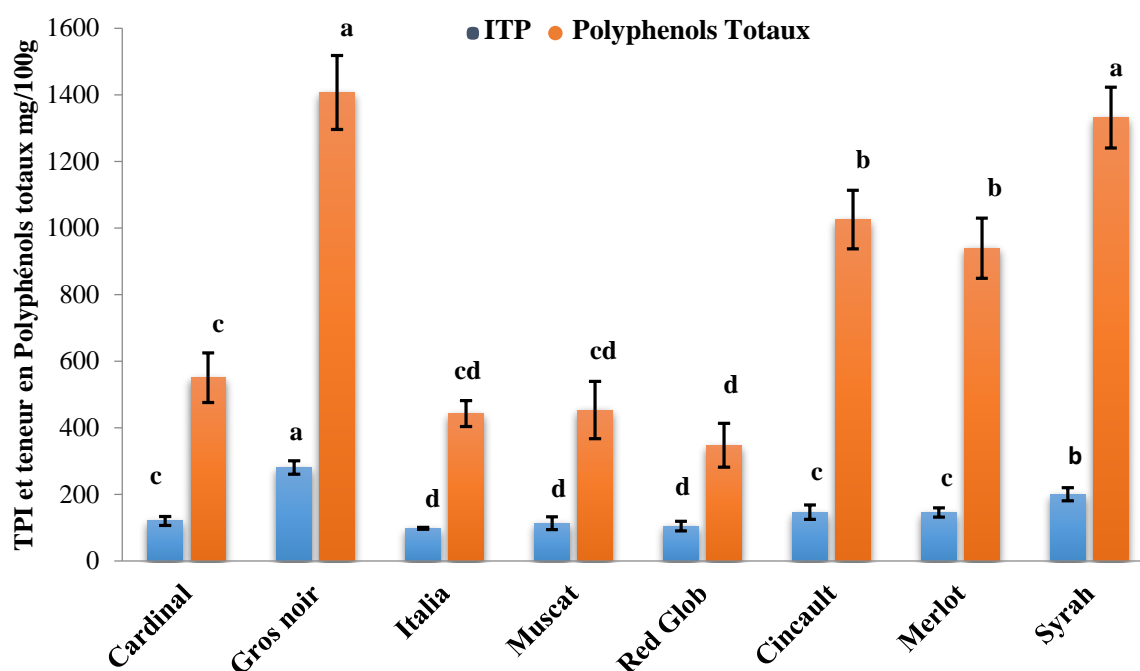


Figure 4.44 : TPI et teneurs en polyphénols totaux du jus de raisins étudiés

Selon Orak [298], plusieurs facteurs tels que la variété, les différences génétiques entre les différents cultivars ainsi que l'origine géographique [299], le stade de développement [300], la composition du sol [301], le porte greffe [208], et la méthode d'extraction notamment le temps, température et solvant [302], pourraient influencer la teneur en composés phénoliques.

Chez les raisins, trois familles de composés phénoliques sont principalement représentées : les flavonoïdes stricto sensu (les flavonols), les anthocyanes et les flavan-3-ols à l'origine de la formation des tanins condensés [303, 304]. La teneur en flavonoïdes totaux des échantillons analysés varie entre $49,58 \pm 5$ (Italia) et $393,22 \pm 30,36$ mg EQ/100g du poids frais (Gros noir) (tableau 4.22, figure 4.45). D'après cette figure, nous avons noté que la teneur totale en flavonoïdes des extraits analysés variait avec le cultivar. Cependant, le Gros Noir avait la plus grande quantité de flavonoïdes (393,22 mg EQ/100g), suivi de la Syrah (371,18 mg EQ

/100g), du Cinsault (239,73 mg EQ /100g), du Merlot (165,53 mg EQ /100g), du Cardinal (145,32 mg EQ /100g), du Red Globe (67,60 mg EQ /100g), du Muscat (64,92 mg EQ /100g) et de l'Italia (49,58 mg EQ /100g). Ces résultats sont en cohérence avec les travaux précédents ; Derradji-Benmeziane *et al.* [49] ; notent des teneurs comprises entre 45 (Muscat) et 109 mg EQ /100g M.F (Gros noir). El darra *et al.* [295], dans l'étude du profil phénolique, de quatre variétés Libanaises (Cabernet franc, Syrah, Merlot et Cabernet Sauvignon) enregistrent respectivement 130, 170, 190 et 250 mg EQ/100g MF.

En ce qui concerne les teneurs en flavonols ; principaux flavonoïdes responsables de l'apparition de la couleur jaune doré des baies de raisin [292, 305], représentés par la figure 4.45 ; montrent des différences significatives ($p < 0,05$) entre toutes les variétés. En effet la variété Gros noir enregistre la valeur la plus élevée ($106,56 \pm 3,46$ mg ER/100g de poids frais) tandis que la variété Red Globe présente la teneur la plus faible ($13,16 \pm 2,92$ mg ER/100g de poids frais). Ces données sont en accord avec d'autres études, El darra *et al.*, [295] qui ont montré la richesse des variétés Cabernet franc, Syrah Merlot et Cabernet Sauvignon en flavonols ; enregistrent respectivement 9, 59, 51 et 220 mg/100g MF. Néanmoins, ces résultats étaient plus élevés que le rapport de Guerrero *et al.*, [306] sur cinq cépages rouges cultivés en Andalousie " Espagne " avec des teneurs comprises, entre 22,1 et 53,8 mg/100g de baies.

Les paranthocyanidines, composés polymériques de sous-unités de flavan-3-ol, sont largement distribuées dans les raisins. Ils sont connus pour être impliqués dans l'amertume et l'astringence des raisins et contribuent également à des effets bénéfiques potentiels sur la santé, liés à leur action protectrice contre les maladies cardiovasculaires et à la capacité de piégeage des radicaux libres d'oxygène [307]. En se basant sur les résultats portés sur la figure 4.45, les teneurs en tanins totaux et condensés étaient concentrées différemment selon la variété ($p < 0,05$). La teneur en tanins totaux variaient de $15,48 \pm 0,77$ pour la variété Red Globe à $209,28 \pm 7,9$ mg EAT/100g MF pour la variété Gros noir et la teneur en tanin condensé de $11,07 \pm 0,51$ pour la variété Red Globe à $26,76 \pm 0,25$ mg EAC/100g MF pour la variété Syrah (tableau 4.22, figure. 4.45). Parmi les variétés, les résultats ont montré que les tannins totaux et condensés étaient généralement plus abondants dans les extraits de raisins noirs que dans les rouges et les blancs. Cependant, dans la variété Red Globe, le tanin total et condensé présentait la plus faible concentration par rapport aux autres variétés. Ces résultats sont cohérents avec ceux ; de Bordiga *et al.* [307], rapportant ainsi une teneur en tanins des raisins, variaient entre 36 et 258 mg EAT/100g M.F, El darra *et al.* [295], dans l'étude du profil phénolique, de quatre variétés libanaises (Cabernet Sauvignon, Syrah, Cabernet franc et Merlot) enregistrent respectivement 22, 110, 120 et 139 mg/100g M.F et l'étude de Tounsi *et al.* [308], à l'exception de la variété

Muscat. De manière surprenante, le Muscat, connu pour être pauvre en polyphénols, avait une teneur élevée en tanins condensés et même plus élevée que la Syrah. Cependant, d'autres recherches ont montré que ces composés prennent des valeurs variables selon les cépages. Carando et Teissèdre [309], ont trouvé des valeurs de procyanidine pour les vins rouges (55,79 mg/100 mg) supérieures à celles obtenues pour les vins rosés et blancs (1,71 et 1,52 mg/100g respectivement). Des valeurs élevées de flavanols ont été également rapportées pour les raisins noirs (environ 47,7 mg/100g FM) que pour les raisins blancs (20,20 mg/100g FM) [227, 310].

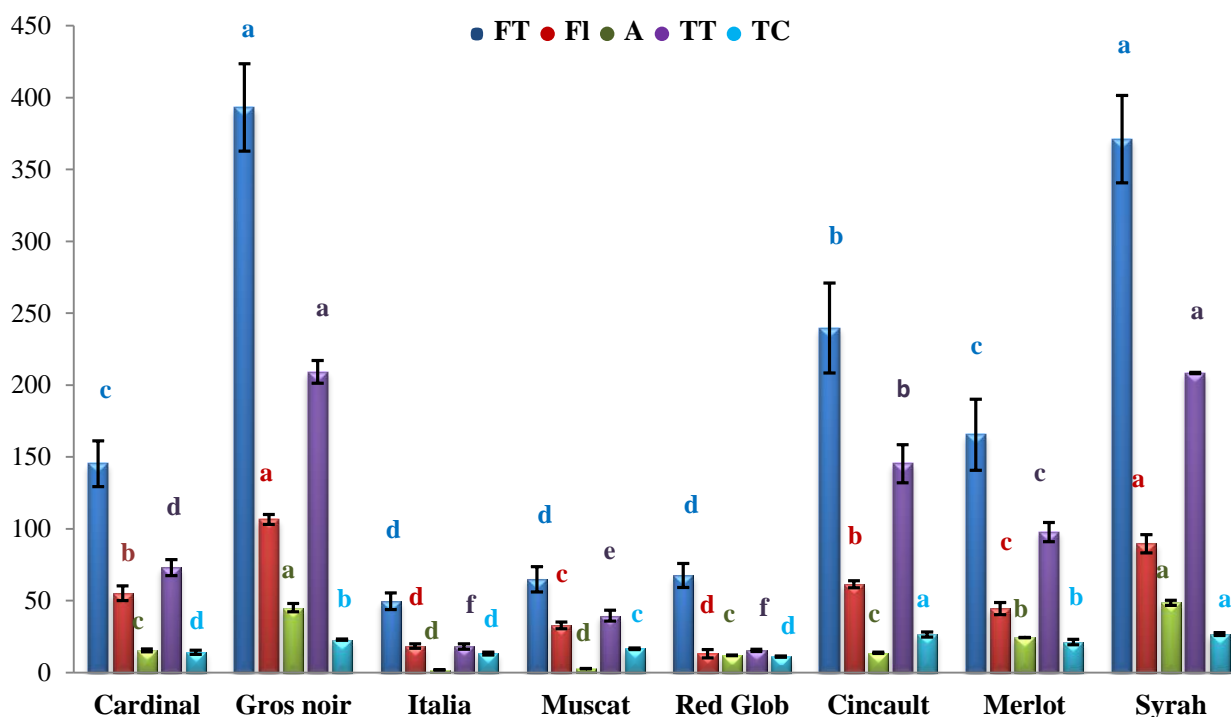


Figure 4.45 : Composés flavonoïdes du jus de raisins étudiés

(FT ; Flavonoïdes totaux, FI ; Flavonols, A ; Anthocyanines, TT ; Tanins totaux, TC ; Tanins condensés)

Les anthocyanes sont des pigments qui confèrent une couleur rose, rouge, bleue ou violette aux tissus épidermiques des cépages [311, 312]. Ils sont considérés comme un indicateur de la maturité phénolique [311].

Le potentiel anthocyanique total (PAT) et la teneur en anthocyanes des extraits de raisin obtenus ont été déterminés par des méthodes spectrophotométriques différentes et les résultats de l'analyse comparative sont présentés dans la figure 4.46. Comme on peut le constater, le PAT et la teneur en anthocyanes varient largement entre les cépages, allant de $54,30 \pm 1,31$ (Italia) à $1455,9 \pm 4,13$ mg/Kg (Syrah) et de $1,81 \pm 0,04$ à $48,53 \pm 1,80$ mg E/100g M.F (tableau 4.22,

figures 4.45 et 4.46), respectivement, pour les mêmes cépages. Par conséquent, il est remarquable que les jus des variétés Muscat et l'Italia se soient distingués par leur pourcentage relativement faible en ces composés. De même, la Syrah s'est distinguée par sa contribution élevée dans le PAT. La même observation a été faite avec les cépages italiens, où les raisins noirs étaient mentionnés comme ayant des quantités plus élevées d'anthocyanes totaux que les rouges et les blancs [307]. De même dans une analyse par chromatographie (HPLC), Mattivi et *al.*, [313] ont indiqué que la teneur en anthocyanes de 64 variétés italiennes de raisin est comprise entre 2,56 et 62,79 mg/100g du poids frais. Il est logique de trouver chez ces variétés noires d'avantage d'anthocyanes que chez les variétés blanches ou roses, car ces polyphénols sont directement responsables de la couleur sombre des raisins [227].

Selon Guérin, [199] le PAT est soit insuffisant « <600 mg/kg », moyen « 600 à 800 mg/kg », bon « 800 à 1000 mg/kg », très bon « 1000 à 1200 mg/kg » ou excellent « > 1200 mg/kg ». Nos résultats manifestent ; un PAT insuffisant pour les variétés Italia, Muscat, Red Globe, Cinsault et le Cardinal avec des valeurs respectives de $54,30 \pm 1,31$, $81,60 \pm 2,40$, $358,71 \pm 9,92$, $412,21 \pm 12,31$ et $462 \pm 28,61$ mg/Kg. Un PAT moyen pour le cépage Merlot avec $731,11 \pm 2,66$ mg/Kg et excellent ; pour les cépages Gros noir et Syrah avec des valeurs respectives de 1353,6 et 1455,9 mg/Kg. El Darra [100], dans l'optimisation du suivi de la maturité phénolique du raisin du domaine KSARA-Békaa-Liban, note pour le potentiel anthocyanique total des valeurs comprises entre 1036,4 (syrah) et 1512 mg/Kg (petit Verdot). Les teneurs en anthocyanes des cépages Syrah et Merlot semblent être cohérentes avec celles mesurées par d'autres auteurs ; (El darra et *al.*, [295] enregistrant respectivement 53 et 58 mg /100g. Song et *al.*, [314] ont testé en Indo (USA) l'utilisation de différents niveaux d'irrigation avec ou sans pulvérisation de particules de kaolin sous forme de film sur un verger de Merlot. Ces auteurs ont observé une augmentation du niveau des composés phénoliques totaux, y compris les anthocyanes des baies de grappes récoltées à maturité avec des teneurs comprises entre 25,1 et 30,8 mg/100 g de baies. Agouazi et Amir, [215] dans la caractérisation physico-chimique de cépages de *Vitis vinifera ssp vinifera* autochtones d'Algérie trouve des teneurs en anthocyanines allant de 13 mg/100g (Valensi Noir) à 73 mg/100g (Aneb el kadi et Ahmar de Benchicao).

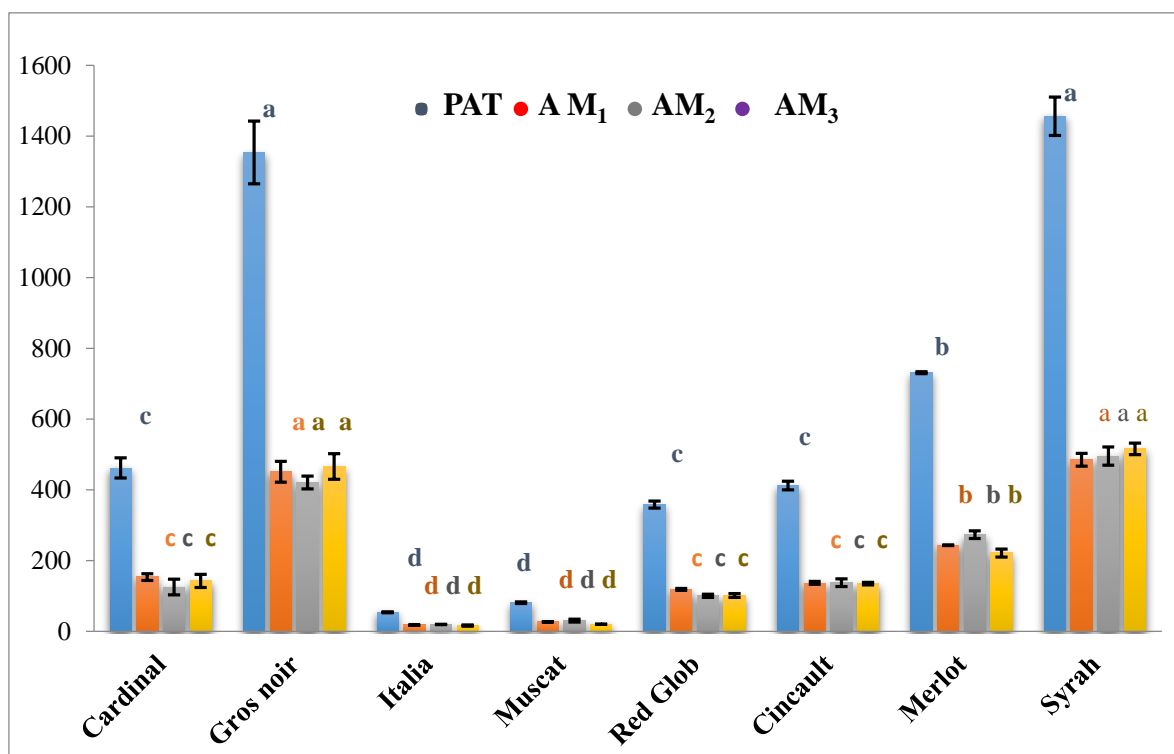


Figure 4.46 : Potentiel anthocyanique total et anthocyanines du jus de raisins étudiés (PAT : Potentiel Anthocyanique Total, A : Anthocyanines, M1...3 : Méthodes)

Plusieurs travaux indiquent que la concentration de ces composés peut varier en fonction d'une série de facteurs. L'un de ces facteurs peut être le potentiel génétique des espèces individuelles pour la biosynthèse des polyphénols [308]. Outre le patrimoine génétique (variétal), les facteurs environnementaux (lumière, déficit hydrique et écarts de température diurnes plus élevés) [304], les pratiques culturales adoptées dans le vignoble, les conditions climatiques de la région et même le stade de maturation du raisin au moment de la récolte [315], peuvent également influencer ses paramètres.

4.3. Activité anti-oxydante

De nombreux troubles dans l'organisme humain tels que les cancers, les maladies cardiovasculaires et les maladies neurodégénératives peuvent être le résultat de l'augmentation des concentrations de radicaux libres dans un organisme. Le stress oxydatif dû à la production de radicaux libres est la cause principale de ces types de maladies [316]. Par conséquent, le développement de stratégies anti-oxydantes pour retarder ou minimiser le taux d'oxydation a été, et il est toujours, d'une importance capitale. Pour cette raison, les méthodes du DPPH et du pouvoir réducteur ont été appliquées pour déterminer le potentiel antioxydant des cépages étudiés et les résultats sont donnés dans le tableau 4.23.

Le Pouvoir réducteur (PR) est un test qui mesure la capacité des extraits à réduire le fer ferrique du ferrocyanure de potassium en fer ferreux. Le PR par gramme du poids frais varie entre $9,84 \pm 1,15$ (Italia) et $16,65 \pm 0,44$ mg EAG /g (Gros noir) (tableau 4.23, figure 4.47). Ses résultats concordent bien avec ceux trouvés par Derradji-Benmeziane *et al.* [49] ; dans l'étude de l'activité antioxydante de quelques variétés de raisin (Victoria, Cardinal, Muscat blanc et Gros noir) de la région d'El tarf. Ils enregistrent ainsi, des valeurs respectives, de $5,04 \pm 0,23$, $6,26 \pm 0,09$, $9,19 \pm 0,12$ et $16,58 \pm 0,07$ mg EAA/g M.F. Egalement avec ceux de Benhamouche et Cheroufa [317], dans l'étude de l'activité antioxydante de la pellicule de quelques variétés du raisin cultivées dans la région de Bejaia notant des valeurs allant de 3,23 (Muscat) et 25,82 mg EQ/g M.F.(Gros noir).

Tableau 4.23 : Activité anti-oxydante du jus de raisins étudiés

| variétés | Activité Anti-oxydante | | |
|--------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| | Pouvoir réducteur (mg EAG /g) | DPPH % | IC ₅₀ (mg/ml) |
| Cardinal | $12,28 \pm 0,96^{bc}$ | $25,00 \pm 2,73^b$ | $69,56 \pm 7,61^b$ |
| Gros noir | $16,65 \pm 0,43^a$ | $65,39 \pm 3,76^a$ | $26,44 \pm 1,56^a$ |
| Italia | $9,84 \pm 1,16^c$ | $11,67 \pm 1,60^c$ | $149,78 \pm 13,44^d$ |
| Muscat | $9,96 \pm 1,27^c$ | $16,60 \pm 2,94^{bc}$ | $106,05 \pm 10,15^c$ |
| RedGlob | $10,26 \pm 0,63^c$ | $21,60 \pm 2,53^{bc}$ | $80,62 \pm 6,58^b$ |
| Cinsault | $14,38 \pm 1,38^{ab}$ | $52,89 \pm 1,08^a$ | $32,62 \pm 0,66^a$ |
| Merlot | $15,59 \pm 1,45^a$ | $53,43 \pm 5,70^a$ | $32,53 \pm 3,54^a$ |
| Syrah | $15,99 \pm 1,51^a$ | $56,49 \pm 3,87^a$ | $30,63 \pm 2,12^a$ |
| Acide Tannic | - | $83,82 \pm 2,21$ | $20,58 \pm 0,54$ |
| Rutin | - | $77,11 \pm 4,65$ | $22,42 \pm 1,32$ |

Le pourcentage d'inhibition de radical (DPPH*) ainsi que la concentration inhibitrice (IC₅₀), des échantillons analysés varient de manière significative ; elles sont comprises respectivement entre $11,67 \pm 1,60$ (Italia) et $65,39 \pm 3,76$ % (Gros noir) et entre $26,44 \pm 1,56$ (Gros noir) et $149,78 \pm 13,44$ mg/ml (Italia) (tableau 4.23, figure 4.47). Des résultats similaires ont été rapportés par Katalinic *et al.* [318], en montrant que l'extrait méthanolique de différentes variétés du raisin piègent 50% du radical DPPH* à des concentrations variant de $52,8 \pm 3,33$ à $291 \pm 4,51$ mg/ml. Dans une autre étude Cosme *et al.* [319], notent pour les jus de raisin Brésiliens issus de l'agriculture biologique et conventionnelle des pourcentages d'inhibition de radical (DPPH*) ; respectivement de 54,19 % et 40,76%. Cependant El darra *et al.* [306], ont

rapporté des pourcentages d'inhibition légèrement plus élevés des extraits de Syrah et de Merlot soient 65 et 71 % par rapport aux résultats de la présente étude avec respectivement 56.49 et 53.43%.

Il est intéressant de noter qu'à une concentration inférieure à 60 mg/ml, les cépages noirs ont montré la plus grande capacité à piéger le radical DPPH avec des valeurs d'IC50 proches, suivis par les cépages rouges et en fin par les cépages blancs qui nécessitent une concentration soit supérieure à 200 mg/ml pour l'inhibition totale de radicale DPPH. Cette constatation a été observée par Beara et *al.* [320], qui ont enregistré pour les jus de raisin serbe, rouge, rosé et blanc une concentration inhibitrice IC50 respectivement de 0,36, 2,11 et 7,3 mg/ml. Egalement par Ojeil et *al.*, [321], dans l'identification et caractérisation de composés phénoliques d'extraits du raisin chateau ksara Libanais, en effet les cépages noirs étudiés ont pu inhiber l'activité du radical libre DPPH à une concentration de l'ordre de 50 mg/ml. García-Martínez et *al.*, [322] notent des valeurs d'IC50 proches de nos résultats ; varient de 34 mg/ml (Tempranillo) à 67 mg/ml (Verdejo). L'activité de piégeage déterminée pour les extraits de polyphénols était plus faible (réduction moyenne de 15 %) dans les extraits de raisin blanc, et inférieur en moyenne de 27 % dans l'extrait de Tempranillo, un résultat cohérent avec la diminution de la concentration de polyphénols totaux.

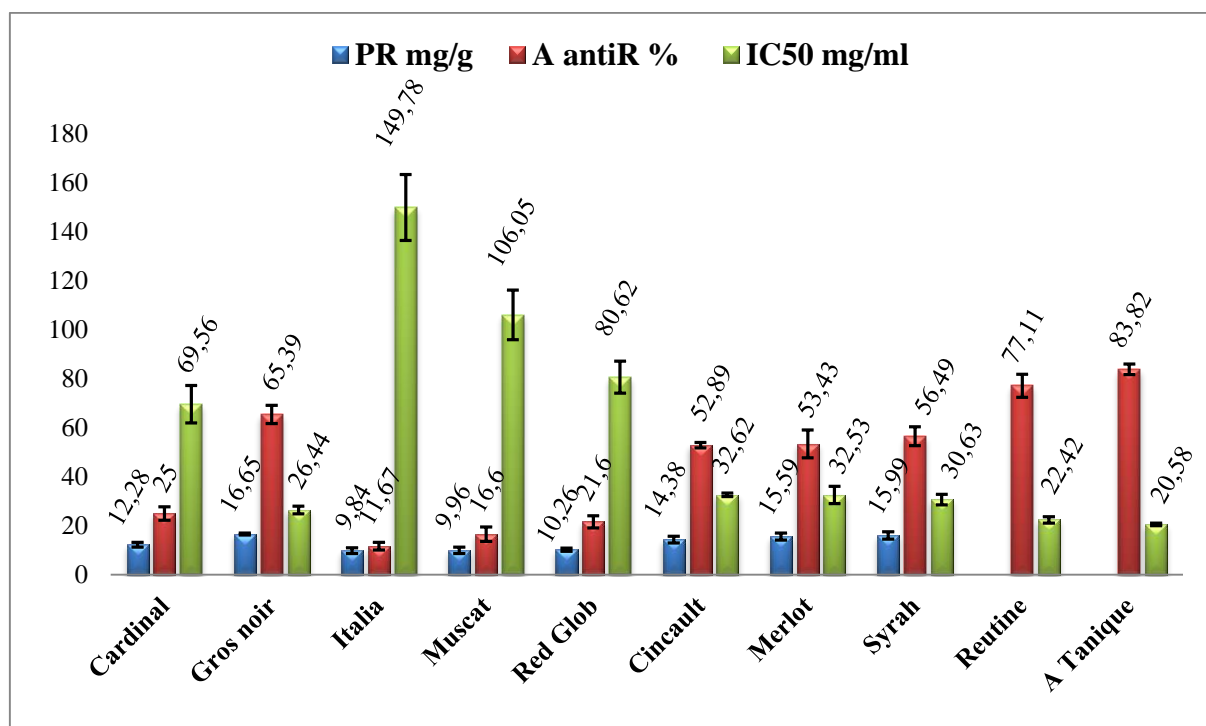


Figure 4. 47 : Activité anti-oxydante du jus de raisins étudiés

Dans la présente étude, l'activité anti-radicalaire obtenue pour les deux flavonoïdes « rutine : 77,11% et acide tannique : 83,82% », est comparable à celle observée dans les extraits de raisin noir et celle notée par Jean-Dennis [323]. Ces auteurs ont notés un pouvoir d'inhibition de l'oxydation de la catéchine et de l'épicatéchine des LDL de 80%.

Tenant Compte des résultats de l'activité antioxydante, la présence de composés phénoliques et flavonoïdes dans les cépages contribue au pouvoir antioxydant. En fait, cette propriété est liée à la structure de ce type de composés (un ou plusieurs cycles aromatiques avec un ou plusieurs groupements hydroxyles). Cela les rend capables d'agir comme antioxydants par transfert d'électrons ou d'atomes d'hydrogène [324]. Il est intéressant de noter que la contribution relative des proanthocyanidines aux capacités antioxydantes globales de l'extrait de raisin blanc a été estimée dans une étude précédente à 97 % lorsque le méthanol était utilisé comme solvant [325]. À l'appui de cela, l'effet synergique des antioxydants dans les extraits doit également être pris en compte [326]. Ces résultats appuient l'idée que certains fruits sont des sources potentielles d'antioxydants. En ce sens, les cépages étudiés peuvent être une bonne source naturelle d'antioxydants pour une utilisation dans les industries pharmaceutiques, cosmétiques et alimentaires.

4.5. Analyse en composantes principales (ACP)

Une Analyse par Composante Principale (ACP) est réalisée en considérant les différents paramètres étudiés et les variétés de jus en question. En effet la position de chaque variable dans le diagramme de chargement décrit sa relation avec les autres variables. Les variables qui sont proches les unes des autres ont des corrélations élevées. L'ACP représente 82,90 % de la variance totale (89,72 %) sur le premier axe tandis que le deuxième axe représente 6,81 %. Le premier cercle d'ACP a identifié les variables étudiées (figure 4.48). Comme on peut facilement le voir sur cette figure, la plupart des informations de l'ensemble de données se trouvent dans le premier axe expliquant les corrélations positives ; y compris les antioxydants, le pouvoir réducteur et l'activité de piégeage des radicaux DPPH. La valeur IC50 du radical DPPH présente un contraste évident avec les variables mesurées (réparties sur l'axe 2).

L'activité antioxydante des extraits méthanoliques de jus de raisin étudiés, présente de bonnes corrélations linéaires avec les teneurs en composés phénoliques, en flavonoïdes, en caroténoïdes et en vitamine C avec des coefficients de corrélations " r^2 " respectifs de 0,887, 0,859, 0,749 et 0,802 pour le pouvoir réducteur et de 0,940, 0,894, 0,729 et 0,810 pour l'activité anti-radicalaire (tableau 4.24, figure 4.49).

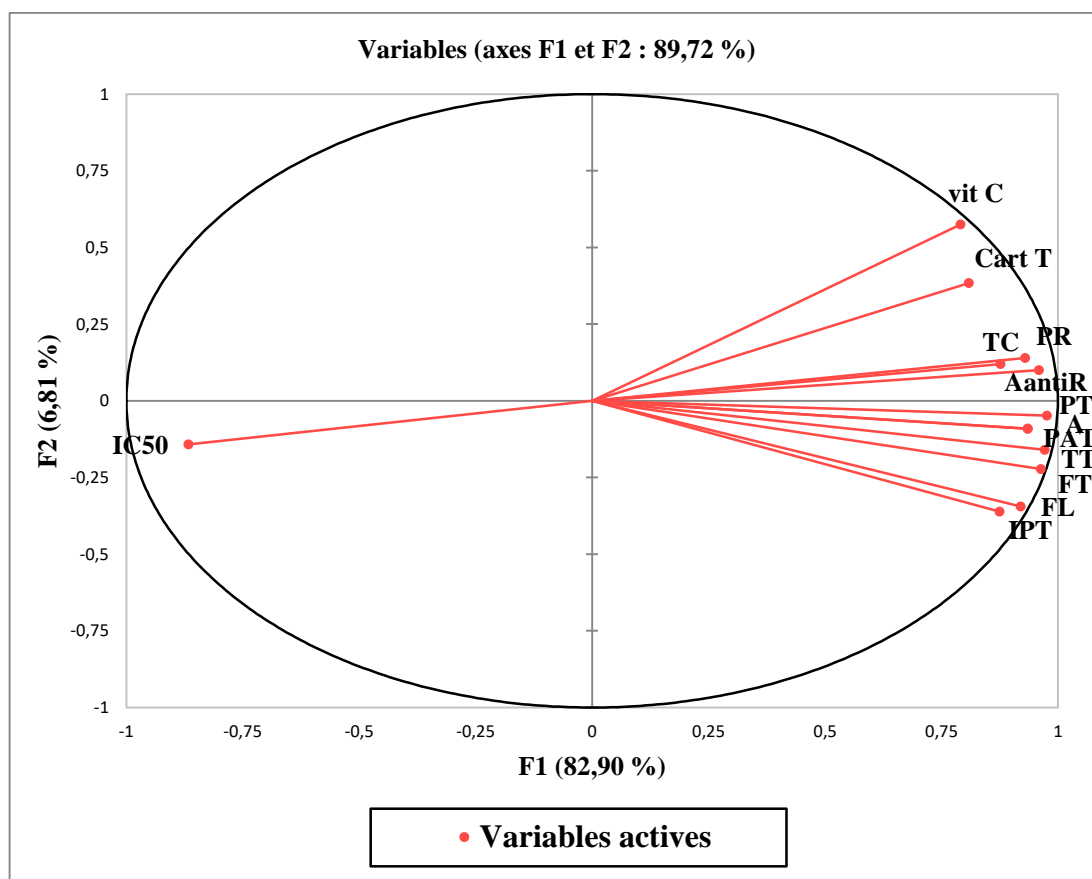


Figure 4.48 : ACP ; Cercle des corrélations entre les paramètres étudiés

Une corrélation similaire entre PR et ses mêmes paramètres a été trouvée par Derradji Benmeziane *et al.* [49], en examinant cinq variétés de raisin de table cultivées en Algérie avec " r^2 " respectifs de 0,82, 0,88, 0,54 et 0,51. Khaled Khodja [326], dans l'étude de l'activité antioxydante des jus et pulpes de quelques variétés d'oranges de la région de Bejaia note de bonnes corrélations linéaires entre l'activité antioxydante, PPT et FT avec " r^2 " respectifs de 0,80 et 0,73 pour l'activité anti-radicalaire et de 0,71 et 0,64 pour le pouvoir réducteur. Kim *et al.* [327], ont constaté une bonne corrélation ($r^2 = 0,942$) entre FT et l'activité antioxydante de prunes et de pommes avec un niveau de signification élevé ($P < 0,001$). En outre, Pinelo *et al.* [328], ont rapporté que l'activité antioxydante des flavonoïdes est en accord avec leur activité antiradicalaire. Ces résultats impliquent que les polyphénols et les flavonoïdes peuvent jouer un rôle important dans l'activité de piégeage des radicaux libres (activité antioxydante) des extraits de raisin. Toutefois, Gil *et al.* [329], n'ont pas trouvé de corrélation entre la vitamine C, les caroténoïdes avec l'activité antioxydante dans leur étude ; tandis que, Rufino *et al.* [330], ont constaté dans leur travail sur 18 fruits tropicaux en provenance du Brésil, une corrélation positive entre la vitamine C et l'activité antioxydante (ABTS, $r = 0,70$ et FRAP, $r = 0,70$). Des

résultats similaires ont été trouvés par Ińska-Ryś *et al.* [331], sur les fruits de sept espèces sauvages de la région de Lublin (Pologne) (ABTS, $r^2 = 0.925$ et FRAP, $r^2 = 0.984$)

Tableau 4.24 : Corrélation entre les antioxydants et activité anti-oxydante

| Variables | vit C | Cart T | A | PAT | PPT | TT | FT | FL | IPT | PR | AantiR | TC | IC50 |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| vit C | 1 | 0,840 | 0,696 | 0,696 | 0,758 | 0,672 | 0,638 | 0,517 | 0,514 | 0,802 | 0,810 | 0,761 | -0,728 |
| Cart T | 0,840 | 1 | 0,810 | 0,810 | 0,762 | 0,717 | 0,683 | 0,616 | 0,593 | 0,749 | 0,729 | 0,684 | -0,636 |
| A | 0,696 | 0,810 | 1 | 1,000 | 0,875 | 0,896 | 0,926 | 0,874 | 0,853 | 0,833 | 0,835 | 0,684 | -0,764 |
| PAT | 0,696 | 0,810 | 1,000 | 1 | 0,875 | 0,896 | 0,926 | 0,874 | 0,853 | 0,833 | 0,835 | 0,684 | -0,764 |
| PT | 0,758 | 0,762 | 0,875 | 0,875 | 1 | 0,970 | 0,948 | 0,915 | 0,895 | 0,887 | 0,940 | 0,903 | -0,801 |
| TT | 0,672 | 0,717 | 0,896 | 0,896 | 0,970 | 1 | 0,986 | 0,960 | 0,879 | 0,860 | 0,911 | 0,899 | -0,808 |
| FT | 0,638 | 0,683 | 0,926 | 0,926 | 0,948 | 0,986 | 1 | 0,965 | 0,893 | 0,859 | 0,894 | 0,839 | -0,792 |
| FL | 0,517 | 0,616 | 0,874 | 0,874 | 0,915 | 0,960 | 0,965 | 1 | 0,896 | 0,822 | 0,841 | 0,792 | -0,749 |
| IPT | 0,514 | 0,593 | 0,853 | 0,853 | 0,895 | 0,879 | 0,893 | 0,896 | 1 | 0,751 | 0,812 | 0,691 | -0,667 |
| PR | 0,802 | 0,749 | 0,833 | 0,833 | 0,887 | 0,860 | 0,859 | 0,822 | 0,751 | 1 | 0,939 | 0,801 | -0,861 |
| A anti-R | 0,810 | 0,729 | 0,835 | 0,835 | 0,940 | 0,911 | 0,894 | 0,841 | 0,812 | 0,939 | 1 | 0,878 | -0,918 |
| TC | 0,761 | 0,684 | 0,684 | 0,684 | 0,903 | 0,899 | 0,839 | 0,792 | 0,691 | 0,801 | 0,878 | 1 | -0,756 |
| IC50 | -0,728 | -0,636 | -0,764 | -0,764 | -0,801 | -0,808 | -0,792 | -0,749 | -0,667 | -0,861 | -0,918 | -0,756 | 1 |

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha=0,05$

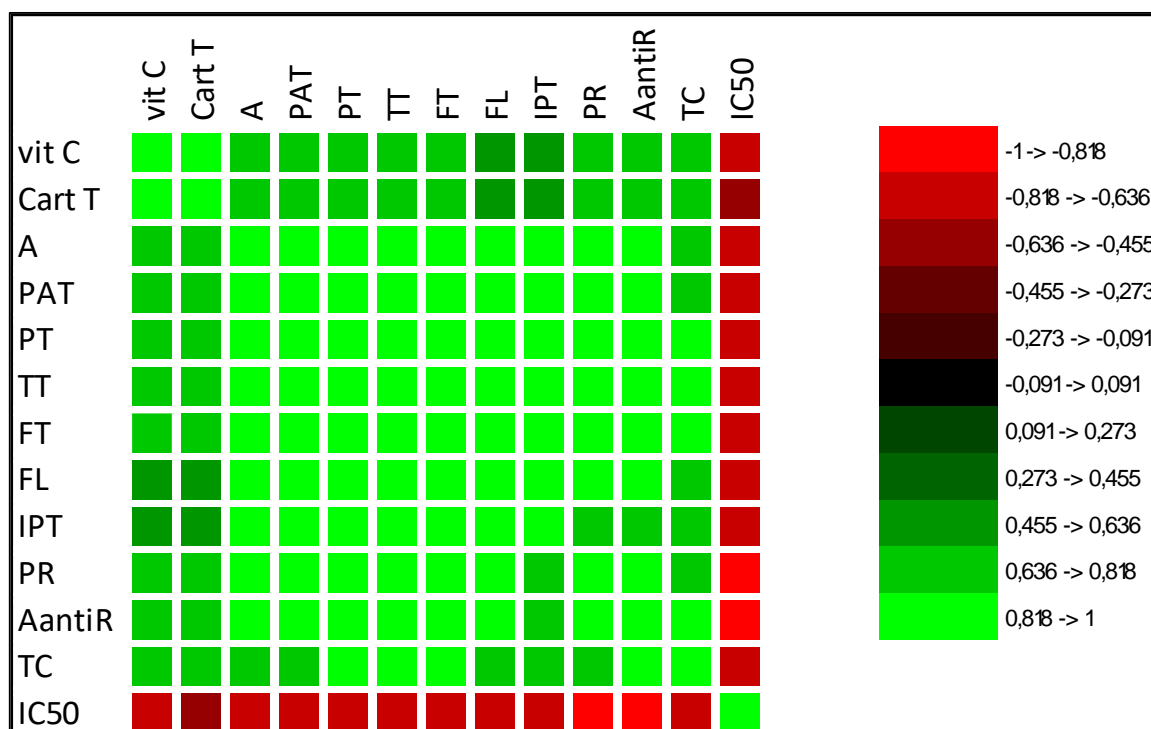


Figure 4.49 : Matrice des corrélations

L'ACP basée sur tous les caractères évalués a montré une forte variation entre les variétés. Comme l'indique la parcelle de chargement (figure 4.50), l'ACP selon les axes 1 et 2 (89,72 % de la variation totale) a fait apparaître trois groupes d'agrégats de cépages distincts. Les jus des cépages Gros noir et Syrah qui présentent la plus forte teneur en antioxydants et la plus forte activité anti-oxydante forment le premier groupe situé du côté positif de l'axe 1, notaient des valeurs d'IC50 les plus faibles avec respectivement 26,44 et 30,63 mg/ml. Le second groupe, situé du côté positif du même axe, comprend les jus des cépages Merlot et Cinsault notent respectivement 32,53 et 32,62 mg/ml d'IC50. Tout fois il y a lieu de faire une distinction entre ses deux groupes par les teneurs importantes en polyphénoles et flavonoïdes enregistrées par le premier groupe avec respectivement (1406,70, 393,22) et (1330,91, 371,18) mg/100g contre (939,20, 165,53) et (1024,78 et 239,73) mg/100g pour le second groupe. Le troisième groupe composé des variétés Italia, Muscat, Red glob et Cardinal, se trouve sur le deuxième axe F2 portant 6,81 % de total de l'information ; caractérisé par des niveaux en IC50 plus ou moins élevés avec respectivement ; 149,78, 106,05, 80,62 et 69,56 mg/ml.

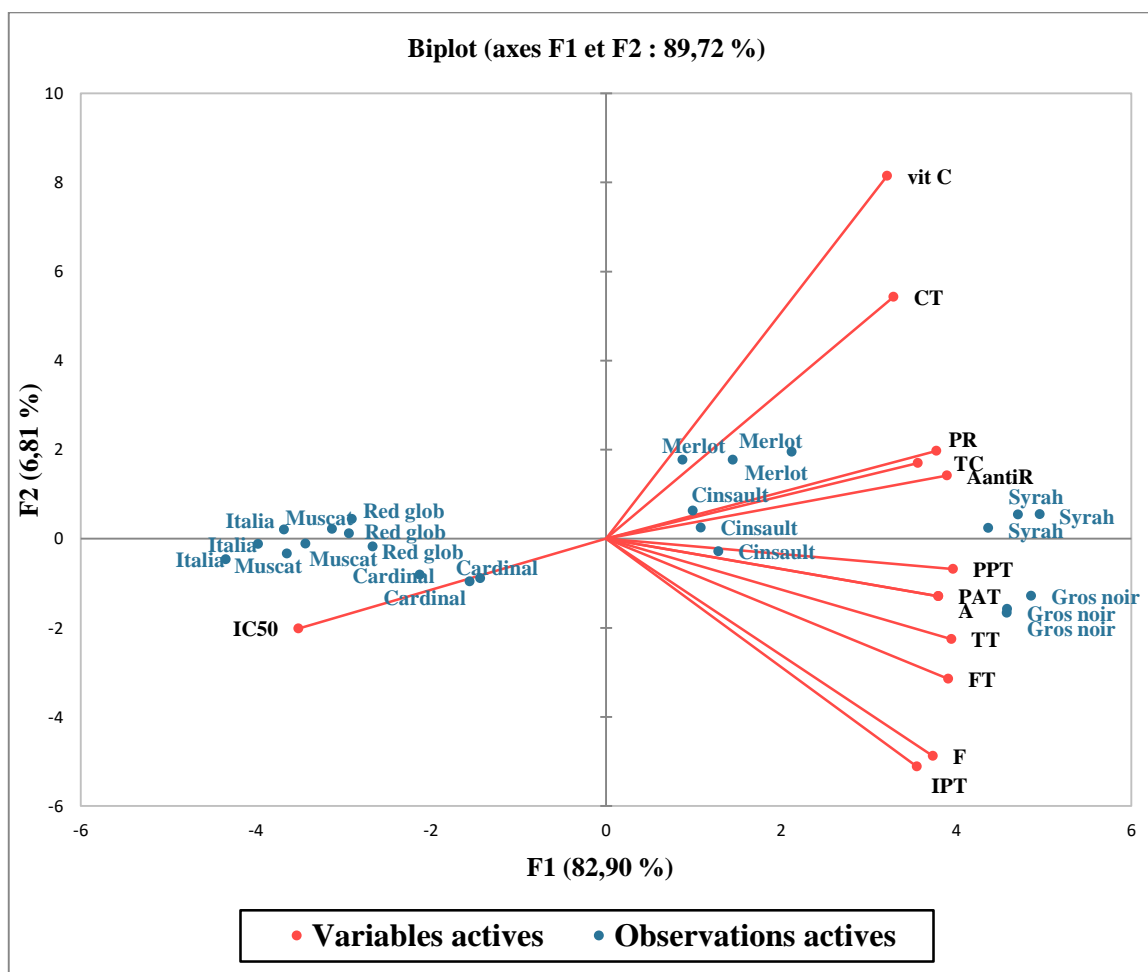


Figure 4.50 : Carte factorielle des observations

Les résultats obtenus par L'APC ont démontré que les différences entre les échantillons sont dues à la variabilité variétale et ont donné des informations supplémentaires sur leur implication sur l'activité antioxydante, révélée par le pouvoir réducteur et l'activité de piégeage du DPPH. Les résultats ont clairement indiqué que les échantillons pouvaient être regroupés en tenant compte de la teneur en antioxydants.

4.6. Analyse par classification hiérarchique ascendante (CHA)

Afin d'évaluer les similitudes et les relations probables entre les extraits de raisin étudiés et au sein de chacun d'entre eux, une analyse hiérarchique a été réalisée sur la base des teneurs en antioxydants. Les résultats de la CHA sont présentés sous la forme d'un dendrogramme à la figure 4.51. Cette analyse a permis de mieux comprendre la distribution des antioxydants dans les variétés de raisin, suggérant une composition chimique diversifiée. Le dendrogramme basé sur la matrice des distances euclidiennes a regroupé les variétés en trois groupes déjà identifiés par l'ACP et quatre sous-groupes.

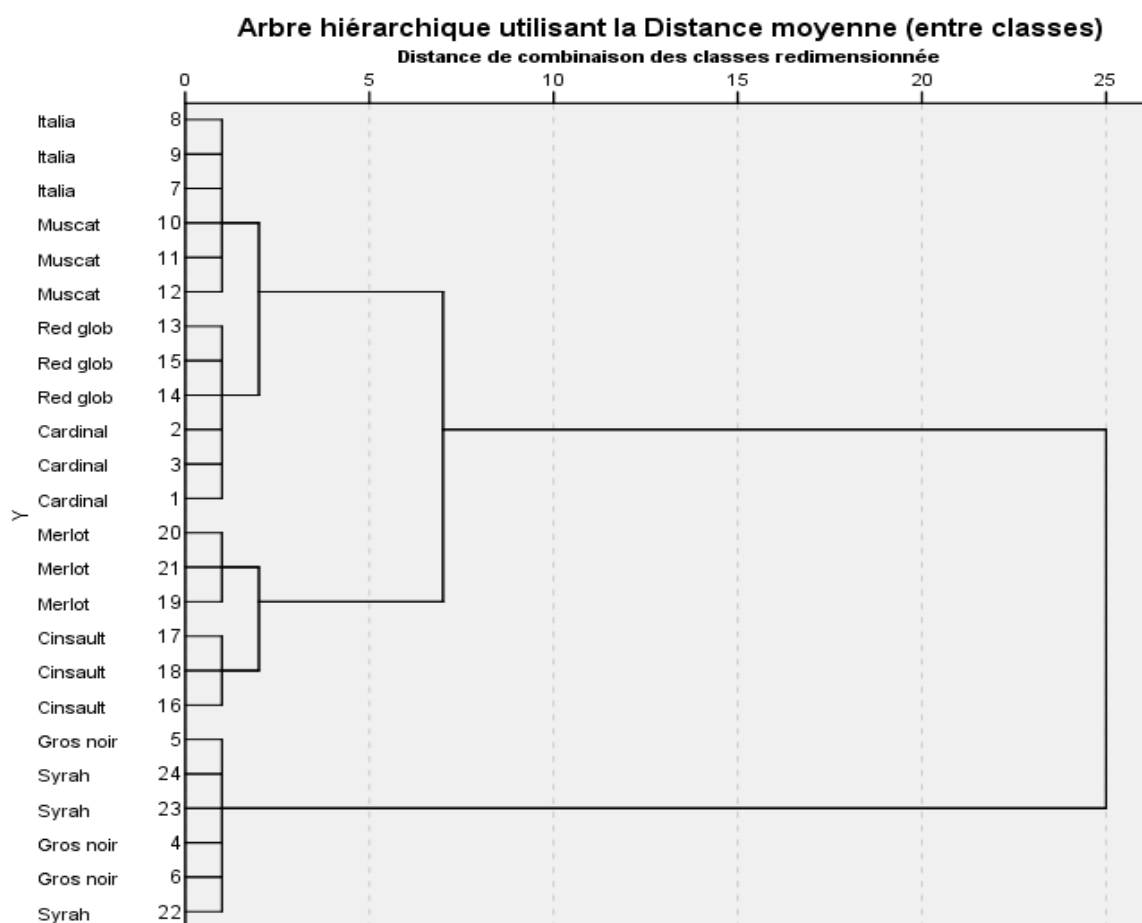


Figure 4.51 : Classification hiérarchique ascendante des jus de raisin étudiés

Le premier groupe qui comprend les jus des cépages Gros noir et Syrah est le plus éloigné dans le dendrogramme. La distinction de cette population est prédéterminée par le niveau le plus élevé de contenu en antioxydants. Le Cinsault et le Merlot ont été classés dans le deuxième groupe. Sur la base des teneurs en anthocyanes et tanins ce groupe a été subdivisé en deux sous-groupes. Le premier comprend la variété Cinsault dont la teneur en tanins est plus élevée (145,38 mg/100g) que celle de la variété Merlot (97,77 mg/100g). La variété Merlot dont la quantité en anthocyanes est plus élevée (24,37 mg/100g) que celle de la variété Cinsault (13,74 mg/100g) a été assignée au deuxième sous-groupe. Le troisième groupe était composé des quatre accessions des variétés Italia, Muscat, Red Globe et Cardinal ; toutes contenaient une quantité modérée d'antioxydants. Dans ce groupe, les variétés Cardinal et Red Globe ont été séparées des variétés Italia et Muscat par leur teneur exceptionnellement élevée en anthocyanes avec des valeurs respectives de 15,4 et 13,74 mg/100g pour le premier sous-groupe et de 2,72 et 1,81 mg/100g pour le second.

5. Caractérisation des extraits méthanoliques par HPLC

L'activité biologique des extraits de jus de raisin étudiés est probablement liée à sa composition chimique. Ce qui nous mène à établir une caractérisation des composés contenus dans les extraits, par une chromatographie liquide à haute performance. Cette technique est largement utilisée pour la détermination de ces composés, car elle présente une haute résolution, une reproductibilité élevée et une durée d'analyse relativement courte. Une tentative d'identification des composés contenus dans les extraits de jus de deux cépage rouge ; Cardinal et Merlot ; par séparation chromatographique a été réalisée par comparaison des temps de rétentions des pics obtenus avec ceux des standards.

Ces données appuyées par la littérature mènent à l'identification de plusieurs composés phénoliques, et nous donne une appréciation qualitative sur la composition des extraits de cette partie végétale. L'analyse par HPLC enregistrée à 254 nm et à 325 nm, a révélé des différences qualitatives dans le profil des composés identifiés entre les deux cépages analysés. Elle a permis également de mettre en évidence la présence de divers composés organiques et phénoliques, principalement des acides organiques, des flavonoïdes et des acides phénoliques.

Les chromatogrammes des extraits (figures 4.52 a, 4.52 b, 4.53 a et 4.53 b) présentent des pics marqués tout au long de la ligne chromatographique, qui en compte 60 minutes, suggérant une importante hétérogénéité en nombre et en composition des extraits étudiés, et montrant ainsi la présence de différentes familles polyphénoliques.

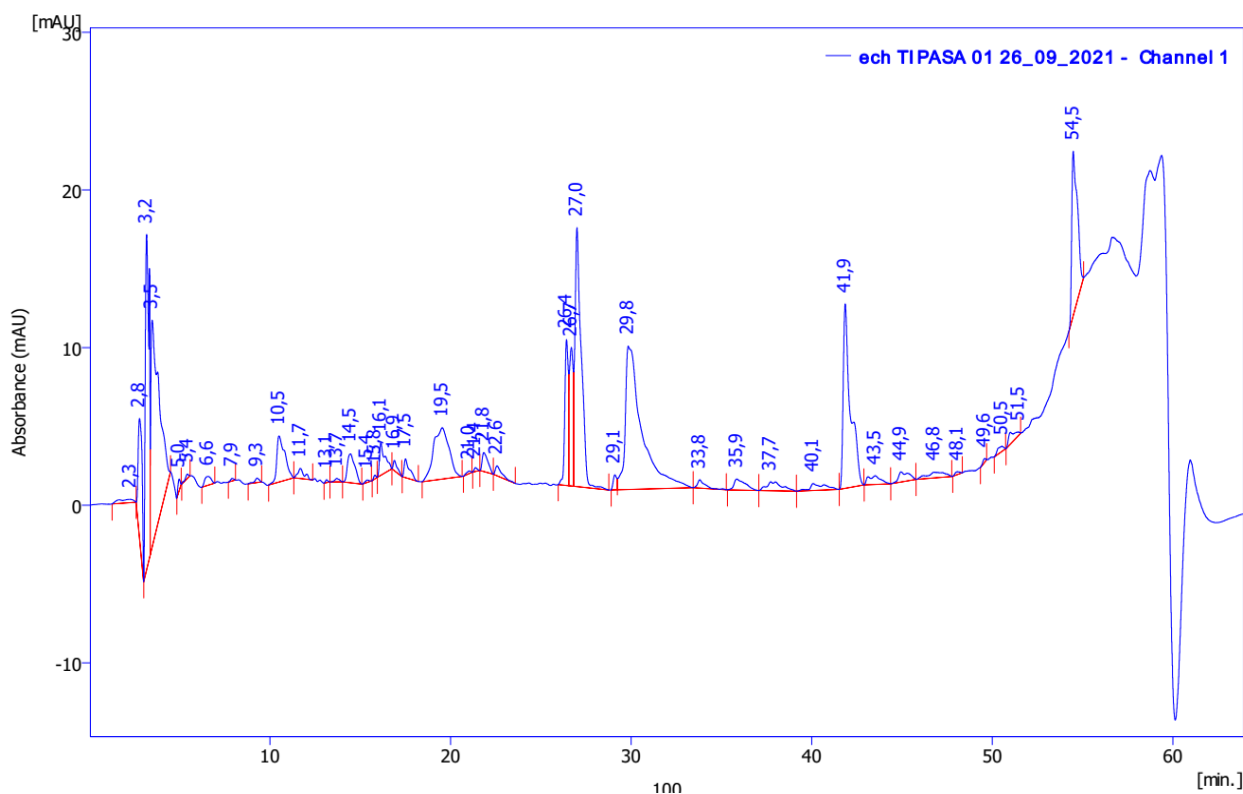


Figure 4.52 a : Profil phénolique du jus de raisin (Cardinal) détecté à 254 nm

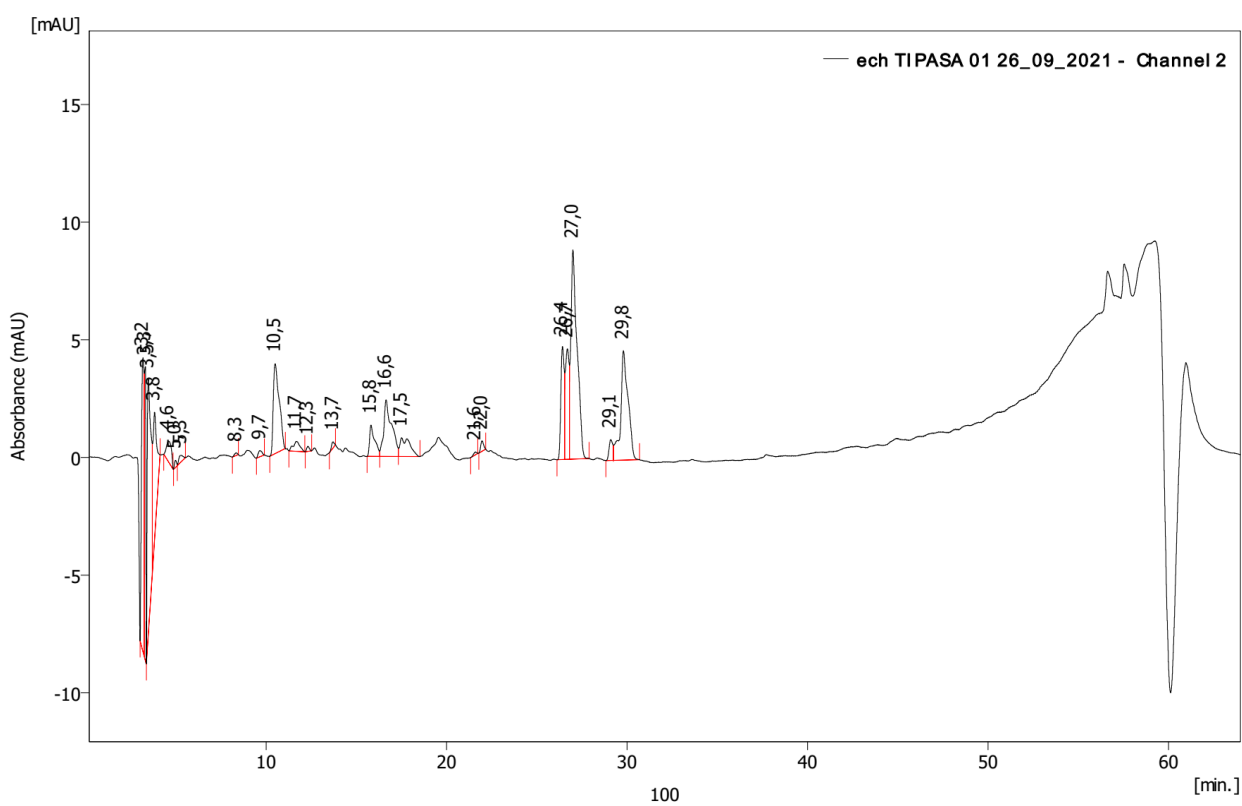


Figure 4.52 b : Profil phénolique du jus de raisin (Cardinal) détecté à 325 nm

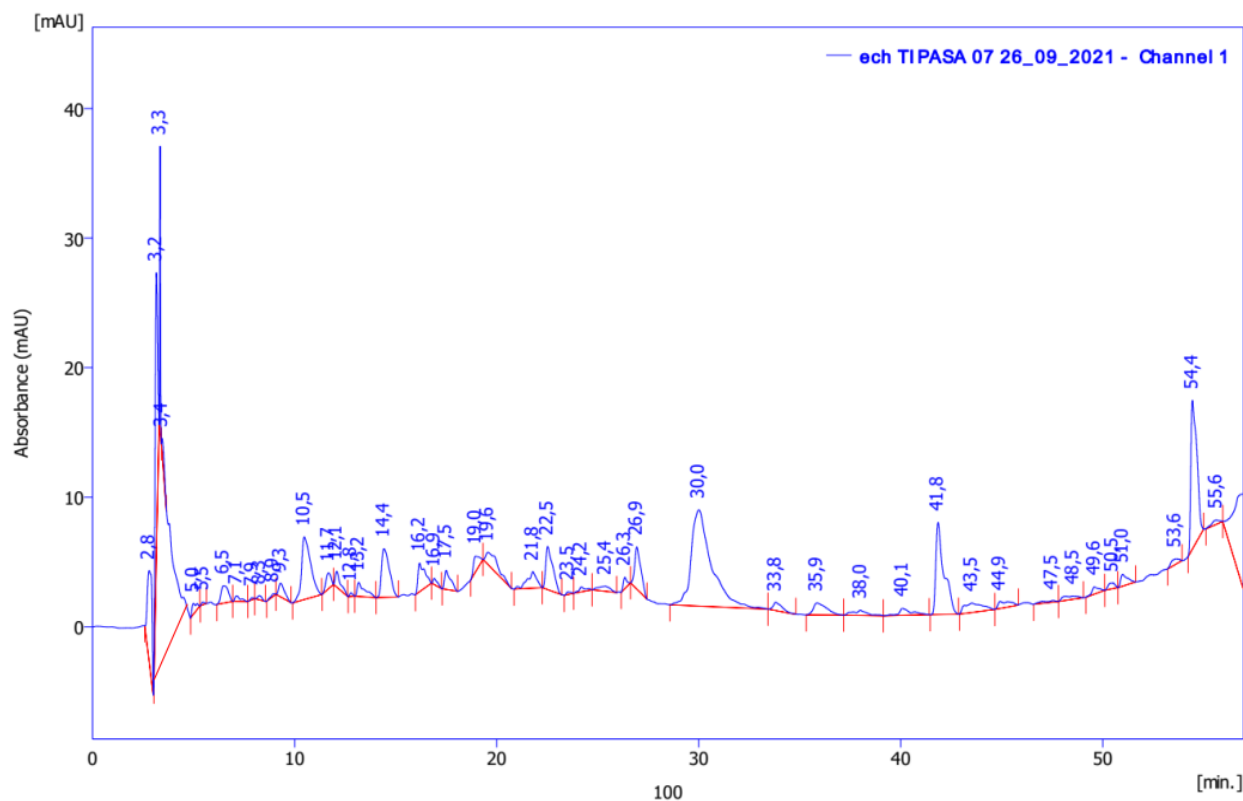


Figure 4.53 a : Profil phénolique du jus de raisin (Merlot) détecté à 254 nm

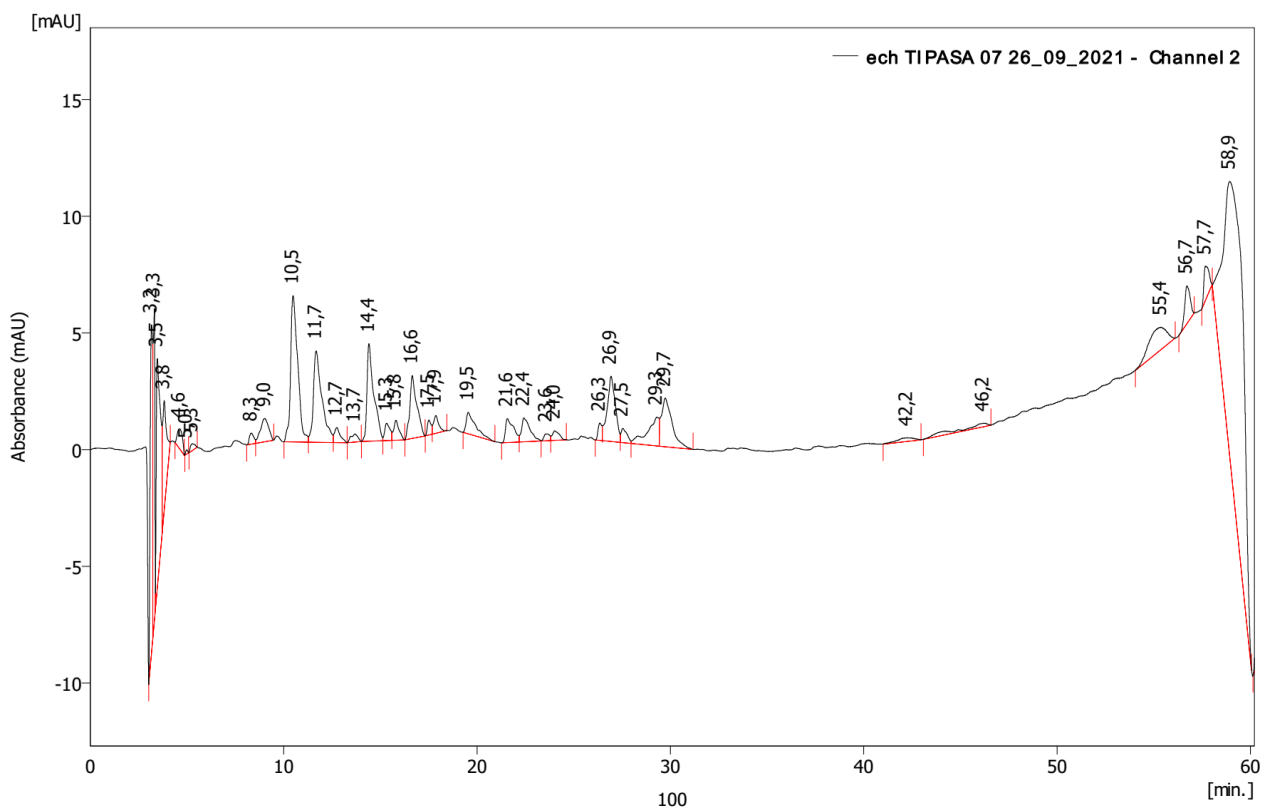


Figure 4.53 b : Profil phénolique du jus de raisin (Merlot) détecté à 325 nm

En effet, en se référant aux temps de rétention des standards, (Annexes D), avec ceux des composés des deux extraits, il ressort la présence probable de plusieurs composés ; dont cinquante-quatre (54) ont été identifiés (tableau 4.25), à savoir : Cinq (5) acides organiques dont les acides ; Tartrique, Malique, Citrique, Ascorbique et Oxalique. Et quarante-neuf (49) composés phénoliques dont ; vingt (20) Composés phénoliques non flavonoïdes, soient ; treize (13) acides phénoliques et sept (7) Stilbènes. Vingt-six (26) composés flavonoïdes dont ; huit (8) flavanols, six (6) Flavonols, cinq (5) Anthocyanes, cinq (5) Flavones et deux (2) Flavonones. Comme on a également identifié d'autres composés phénoliques ; soient monomères, alcaloïdes aromatique ou encore coumarines tel ; l'esculine, l'esculetine, l'apégine, la scopolétine et la berbérine.

5.1. Acides organiques

Les acides organiques sont largement reconnus comme les principaux métabolites des baies de raisin, leur profil et concentration ont été soulignés comme des facteurs essentiels influençant le traitement et la composition chimique du vin et des jus de raisin [227, 15, 14, 20]. Les principaux acides organiques présents dans les jus de fruits sont l'acide ; ascorbique, citrique, malique et tartrique. Ils jouent un rôle important dans la coloration des fruits, les caractéristiques organoleptiques ; notamment la saveur, l'odeur, la stabilisation et la teneur en anthocyanes, et prolongent la durée de conservation des fruits frais et de leurs produits transformés [275].

Les résultats obtenus pour les acides organiques sont rapportés dans les tableaux 4.25 et 4.26. Cinq acides organiques ont été identifiés, et le total en acides estimé dans les deux extraits ; variait de 2,7 (Cardinal) à 3,04 g.L⁻¹ (Merlot). L'acide tartrique est le principal acide présent avec des valeurs respectives de 1,25 et 1,70 g.L⁻¹, ce qui représente plus de 50 % des acides totaux estimés. La concentration d'acide malique dans les échantillons de jus de raisin enregistre respectivement ; 0,85 (Cardinal) et 0,71 g.L⁻¹ (Merlot). Coelho et al. [11], dans l'Analyse simultanée des sucres et des acides organiques dans les vins et jus de raisin par HPLC, notent des valeurs en acide tartrique soit de 0,63 à 5,63 g.L⁻¹, et en acide malique de 1,56 à 1,92 g.L⁻¹. Dans une étude de Liu et al. [18], les concentrations en acides organiques dans les moûts de 98 cépages, hybrides et *Vitis vinifera*, varient de 1,54 à 9,09 g.L⁻¹ pour l'acide tartrique et de 0,36 à 7,06 g.L⁻¹ pour l'acide malique. Soyer et al. [332], ont obtenu des variations dans les concentrations d'acides organiques dans les raisins de deuze (12) variétés cultivées en Turquie, de 4,07 à 4,92 g.L⁻¹ pour l'acide tartrique et de 1,36 à 3,47 g.L⁻¹ pour l'acide malique.

Tableau 4.25 : Composés identifiés par analyse HPLC du jus de raisins (Cardinal et Merlot) à 254 et 325 nm

| N° | Composés | Nature | TR | Cardinal | | | | Merlot | | | |
|----|-------------------------|-------------------------|-------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|
| | | | | $\lambda = 254$ nm | | $\lambda = 325$ nm | | $\lambda = 254$ nm | | $\lambda = 325$ nm | |
| | | | | Air des pics | Hauteur des pics | Air des pics | Hauteur des pics | Air des pics | Hauteur des pics | Air des pics | Hauteur des pics |
| 01 | Acide Citrique | Acide organique | 2,78 | 122,39 | 7,55 | nd | nd | 119,25 | 6,88 | nd | nd |
| 02 | Acide Malique | Acide organique | 3,17 | 307 | 21,27 | 119,73 | 12,48 | 245,48 | 22,13 | 122,35 | 14,07 |
| 03 | Acide Tartrique | Acide organique | 3,47 | 451,34 | 14,43 | 223 | 12,5 | 585,95 | 18,12 | 230,37 | 13,37 |
| 04 | Acide Ascorbique | Acide organique | 3,81 | nd | nd | 83,004 | 5,51 | nd | nd | 85,93 | 5,75 |
| 05 | Cis Resvératrol | Stilbènes | 4,57 | nd | nd | 17,42 | 0,86 | nd | nd | 16,04 | 0,85 |
| 06 | Viniférinol | Stilbènes | 4,97 | 6,44 | 0,76 | 2,3 | 0,3 | 12,39 | 0,84 | 1,26 | 0,18 |
| 07 | Acide tanique | Tanin hydrolysable | 6,57 | 13,84 | 0,56 | nd | nd | 33,19 | 1,35 | nd | nd |
| 08 | Esculin | Phénylpropanoïdes | 7,12 | nd | nd | nd | nd | 8,08 | 0,42 | nd | nd |
| 09 | Acide Protocatéchique | Acide hydroxybenzoïque | 7,9 | 1,92 | 0,16 | nd | nd | 1,59 | 0,15 | nd | nd |
| 10 | Acide syringique | Acide hydroxybenzoïque | 8,34 | nd | nd | 1,26 | 0,11 | 4,93 | 0,34 | 7,52 | 0,48 |
| 11 | Cis picéid | Stilbènes | 9,00 | nd | nd | nd | nd | 2,79 | 0,2 | 29,81 | 1,00 |
| 12 | Ac. P-hydroxy benzoïque | Acide hydroxybenzoïque | 9,30 | 4,79 | 0,29 | 3,76 | 0,261 | 21,52 | 1,05 | nd | nd |
| 13 | Acide gallique | Acide hydroxybenzoïque | 10,47 | 90,32 | 2,93 | 87,41 | 3,82 | 152,23 | 4,84 | 161,82 | 6,27 |
| 14 | Trans Resvératrol | Stilbènes | 11,67 | 15,65 | 0,64 | 11,043 | 0,43 | 21,05 | 1,22 | 121,08 | 3,92 |
| 15 | Acide P- coumarique | Acide hydroxycinnamique | 12,31 | nd | nd | 2,21 | 0,21 | nd | nd | 21,88 | 1,22 |
| 16 | Esculétin | Phénylpropanoïdes | 12,78 | nd | nd | nd | nd | 2,73 | 0,27 | 13,665 | 0,64 |
| 17 | Acide vanilique | Acide hydroxybenzoïque | 13,17 | 1,7 | 0,18 | nd | nd | 28,1 | 1,09 | nd | nd |
| 18 | Acide Chlorogénique | Acide hydroxycinnamique | 13,70 | 4 | 0,23 | 2,71 | 0,26 | nd | nd | 8,73 | 0,35 |
| 19 | Epigallocatechine | Flavanols | 14,42 | 52,73 | 1,83 | nd | nd | 102,44 | 3,75 | 102,75 | 4,18 |
| 20 | Procyanidine B1 | Flavanols | 15,32 | 2,29 | 0,16 | nd | nd | nd | nd | 14,14 | 0,742 |
| 21 | Acide Caféique | Acide hydroxycinnamique | 15,80 | 2 | 0,23 | 26,5 | 1,33 | nd | nd | 16,63 | 0,86 |
| 22 | Epicatechnine gallate | Flavanols | 16,13 | 42,07 | 2,06 | nd | nd | 50,75 | 2,21 | nd | nd |
| 23 | Catéchine | Flavanols | 16,64 | nd | nd | 73,62 | 2,41 | | | 68,22 | 2,7 |
| 24 | Trans picéid | Stilbènes | 16,90 | 10,15 | 0,65 | nd | nd | 15,71 | 0,68 | nd | nd |
| 25 | Procyanidine B4 | Flavanols | 17,50 | 24,66 | 1,2 | 30,9 | 0,8 | 30,42 | 1,47 | 8,51 | 0,65 |

| | | | | | | | | | | | |
|----|--------------------------------|-------------------------|-------|--------|-------|--------|------|--------|-------|-------|-------|
| 26 | Rutine | Flavonols | 17,90 | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 14,35 | 0,76 |
| 27 | Procyanidine B2 | Flavanols | 18,95 | nd | nd | nd | nd | 23,1 | 1,204 | nd | nd |
| 28 | Epicathéchine | Flavanols | 19,00 | 194,06 | 3,26 | nd | nd | 46,15 | 0,91 | 31,2 | 0,93 |
| 29 | Trans ε Resvératrol | Stilbènes | 21,37 | 2,88 | 0,25 | 1,39 | 0,13 | nd | nd | nd | nd |
| 30 | acide caftarique | Acide hydroxycinnamique | 21,83 | 26,78 | 1,21 | 4,84 | 0,45 | 41,66 | 1,27 | 30,09 | 1,03 |
| 31 | acide coutarique | Acide hydroxycinnamique | 22,57 | 15,4 | 0,63 | nd | nd | 80,64 | 3,33 | 31,28 | 1,03 |
| 32 | Trans ε Viniférine | Stilbènes | 24,18 | nd | nd | nd | nd | 8,32 | 0,37 | 10,15 | 0,41 |
| 33 | Apéguine ou Flavone | Monomère | 25,38 | nd | nd | nd | nd | 15,81 | 0,4 | nd | nd |
| 34 | Scopolétine | Phénylpropanoïdes | 26,33 | 126,23 | 9,26 | 61,13 | 4,8 | 10,65 | 0,88 | 9,86 | 0,74 |
| 35 | Acide férulique | Acide hydroxycinnamique | 26,68 | 127,61 | 8,79 | 68,07 | 4,7 | nd | nd | nd | nd |
| 36 | Acide fertarique | Acide hydroxycinnamique | 27,00 | 399,56 | 16,42 | 214,9 | 8,9 | 69,94 | 3,26 | 82,17 | 2,8 |
| 37 | berbérine ou Narigénine | composé aromatique | 27,52 | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 13,18 | 0,61 |
| 38 | Cyanidin-3-O-G | Anthocyanes | 29,20 | 12,83 | 0,96 | 12,53 | 0,89 | nd | nd | 50,69 | 1,24 |
| 39 | Héspértine | Flavanone | 30,00 | 583,11 | 9,1 | 133,84 | 4,65 | 517,5 | 7,43 | 81,1 | 2,09 |
| 40 | Myrcétine | Flavonol | 33,90 | 15,27 | 0,54 | nd | nd | 19,88 | 0,64 | nd | nd |
| 41 | Quercétine | Flavonol | 35,70 | 31,05 | 0,71 | nd | nd | 43,08 | 0,93 | nd | nd |
| 42 | delphinidin-3-O-G | Anthocyanes | 37,80 | 34,15 | 0,58 | nd | nd | 20,2 | 0,4 | nd | nd |
| 43 | Peonidin-3-O-G | Anthocyanes | 39,47 | 25,64 | 0,45 | nd | nd | 23,45 | 0,54 | nd | Nd |
| 44 | Malvidine 3-O-G | Anthocyanes | 41,80 | 324,8 | 11,71 | nd | nd | 199,57 | 7,2 | 10,23 | 0,167 |
| 45 | Apigénine | Flavone | 43,80 | 26,74 | 0,56 | nd | nd | 45,05 | 0,73 | nd | nd |
| 46 | Isorhmantine | Flavonol | 45,20 | 25,28 | 0,65 | nd | nd | 21,02 | 0,56 | nd | nd |
| 47 | Galangine | Flavonol | 46,70 | 24,77 | 0,37 | nd | nd | nd | nd | 19,79 | 0,16 |
| 48 | petunidin-3-O-G | Anthocyanes | 48,10 | 3,24 | 0,19 | nd | nd | 21,05 | 0,26 | nd | nd |
| 49 | Kaempférol | Flavonol | 49,30 | 2,85 | 0,24 | nd | nd | 12,83 | 0,56 | nd | nd |
| 50 | Acide Oxalique | Acide organique | 50,20 | 8,61 | 0,34 | nd | nd | 10,61 | 0,44 | nd | Nd |
| 51 | Tangeritine | Flavone | 51,70 | 18,16 | 0,21 | nd | nd | 21,45 | 0,91 | nd | Nd |
| 52 | 3. Hydroxy Flavone | Flavone | 53,17 | nd | nd | nd | nd | 11,81 | 0,44 | nd | nd |
| 53 | 5. Hydroxy Flavone | Flavone | 54,20 | 220,2 | 10,41 | nd | nd | 233,73 | 11,48 | 66,93 | 0,97 |
| 54 | Acide Cinnamique | Acide hydroxycinnamique | 56,88 | nd | nd | nd | nd | nd | nd | 31,14 | 1,63 |

nd ; non déterminé

Tableau 4.26 : Quantités des composés chimiques identifiés par HPLC à 254 et 325 nm

| Familles chimiques | Noms des Composés | Quantités estimées | |
|---|--------------------------------|--------------------|--------------|
| | | Cardinal | Merlot |
| Acides organiques En (g.L ⁻¹) | Acide Citrique | 0,34 | 0,35 |
| | Acide Malique | 0,85 | 0,71 |
| | Acide Tartrique | 1,25 | 1,7 |
| | Acide Ascorbique | 0,23 | 0,25 |
| | Acide Oxalique | 0,024 | 0,031 |
| | Totale Acides organique | 2,7 | 3,04 |
| Polyphénols de raisin non flavonoïdes (Stilbènes) en (mg.L ⁻¹) | Cis Resvératrol | 0,48 | 0,46 |
| | Viniférinol | 0,18 | 0,36 |
| | Trans picéid | 0,28 | 0,46 |
| | Cis picéid | nd | 0,86 |
| | Trans Resvératrol | 0,43 | 3,51 |
| | Trans ε Resvératrol | 0,08 | nd |
| | Trans ε Viniférine | nd | 0,29 |
| | Totale Stilbènes | 1,46 | 5,96 |
| Polyphénols de raisin non flavonoïdes Acides phénoliques (Acide hydroxy benzoïque) en (mg.L ⁻¹) | Acide Protocatéchique | 0,053 | 0,046 |
| | Acide Syringique | 0,036 | 0,22 |
| | Acide P-hydroxy benzoïque | 0,13 | 0,62 |
| | Acide Gallique | 2,5 | 4,49 |
| | Acide Vannilique | 0,05 | 0,81 |
| | Totale | 2,77 | 6,19 |
| Polyphénols de raisin non flavonoïdes Acides phénoliques (Acide hydroxy cinnamique) en (mg.L ⁻¹) | Acide Para coumarique | 0,061 | 0,63 |
| | Acide Chlorégénique | 0,11 | 0,25 |
| | Acide Caféique | 0,73 | 0,48 |
| | acide Caftarique | 0,74 | 1,21 |
| | acide Coutarique | 0,43 | 2,34 |
| | Acide Férulique | 3,54 | nd |
| | Acide Fertarique | 11,08 | 2,38 |
| | Acide Cinnamique | nd | 0,9 |
| Totale | 16,70 | 8,2 | |
| Polyphénols de raisin Flavonoïdes (Flavan-3-ol et Tanis hydrolysables) en (mg.L ⁻¹) | Epigallocatechine | 1,46 | 2,98 |
| | Procyanidine B1 | 0,063 | 0,41 |
| | Epicatechnine gallate | 1,17 | 1,47 |
| | Catéchine | 2,04 | 1,98 |
| | Procyanidine B4 | 0,86 | 0,88 |
| | Procyanidine B2 | nd | 0,42 |
| | Epicatechine | 5,38 | 1,34 |
| | Acide tanique | 0,38 | 0,96 |
| | Total | 11,35 | 10,45 |

nd : Non déterminé

Suite de tableau dans la page Suivante



Tableau 4.26 : Quantités des composés chimiques identifiés par HPLC à 254 et 325 nm

| Familles chimiques | Noms des Composés | Quantités estimées | |
|---|--------------------|--------------------|--------------|
| | | Cardinal | Merlot |
| Polyphénols de raisin Flavonoïdes (Flavanone) en (mg.L ⁻¹) | Héspértine | 16,17 | 15,02 |
| | Naringénine | nd | 0,38 |
| | Total | 16,17 | 15,40 |
| Polyphénols de raisin Flavonoïdes (Flavonols) en (mg.L ⁻¹) | Rutine | nd | 0,42 |
| | Myrcétine | 0,42 | 0,58 |
| | Quercétine | 0,86 | 1,25 |
| | Isorhmantine | 0,7 | 0,61 |
| | Kaempférol | 0,08 | 0,37 |
| | Galangine | 0,68 | 0,57 |
| | Total | 2,74 | 3,8 |
| Polyphénols de raisin Flavonoïdes (Anthocyanes) en (mg.L ⁻¹) | Cyanidin-3-O-G | 0,36 | 1,47 |
| | delphinidin-3-O-G | 0,95 | 0,59 |
| | Peonidin-3-O-G | 0,7 | 0,68 |
| | Malvidine 3-O-G | 9 | 5,79 |
| | petunidin-3-O-G | 0,09 | 0,61 |
| | Total | 11,1 | 9,14 |
| Polyphénols de raisin Flavonoïdes (Flavones) en (mg.L ⁻¹) | Flavone | nd | 0,44 |
| | Apigénine | 0,74 | 1,31 |
| | Tangeritine | 0,5 | 0,62 |
| | 3. Hydroxy Flavone | nd | 0,34 |
| | 5. Hydroxy Flavone | 6,11 | 6,78 |
| | Total | 7,35 | 9,49 |
| Autres composés (Monomère, Camarin et Alcaloïdes aromatique) en (mg.L ⁻¹) | Esculine | nd | 0,23 |
| | Esculétine | nd | 0,4 |
| | Apéguine | nd | 0,46 |
| | Scopolétine | 3,5 | 0,31 |
| | Acide berbérine | nd | 0,38 |
| | Total | 3,5 | 1,78 |

nd : Non déterminé

Plusieurs études ont rapporté ; que l'acide tartrique est le principal acide présent dans le raisin, les jus et les vins, avec des concentrations allant de 0,80 à 12,7 g.L⁻¹ pour les jus, et 0,95 à 6,50 g.L⁻¹ pour les vins [332, 333, 334, 271, 335, 11]. La somme des acides tartrique et malique peut représenter plus de 80% de la quantité totale d'acide dans les raisins et jus, et leurs concentrations varient en fonction du stade de maturation, du cépage, du climat et des facteurs liés à la transformation comme l'application de stabilisation à l'acide tartrique, qui se traduit par une diminution de la concentration d'acide tartrique [336, 332, 11]. Dans la présente étude la

somme des acides tartriques et maliques représente respectivement 78 et 79,43 % de total en acides organique quantifiés pour les deux extraits ; Cardinal et Merlot. Le raisin est l'un des rares fruits où l'isomère L (+) de l'acide tartrique se trouve en haute concentration, la majeure partie du goût acide du vin étant due à cet acide. L'isomère L (-) de l'acide malique se trouve dans les feuilles et les fruits et est très courant dans la nature mais résiste peu à l'oxydation [337]. Les acides malique et tartrique sont dominants dans les raisins et leurs niveaux sont souvent utilisés pour déterminer la date de récolte, puisque chaque acide se comporte différemment au cours du processus de maturation. La teneur en acide malique diminue continuellement pendant le processus de maturation alors que la teneur en acide tartrique reste presque constante, ce qui entraîne des rapports différents entre ces acides au cours de la maturation [337]. Les rapports acide tartrique/acide malique obtenus dans cette étude sont de l'ordre de 1,47 (Cardinal) et 2,38 (Merlot). Kunter et *al.*, [20] dans l'étude, sur la comparaison des composants ; sucre et acide organique de dix-sept cépages de table produits à Ankara (Türkiye) notent pour le rapport acide tartrique/acide malique un large spectre de variation, indiquant une gamme diversifiée de profils acides dans ces cépages et les valeurs trouvées varient entre 0,45 et 3,4. Ce rapport varie selon les cépages et est influencé par leur patrimoine génétique [338]. De plus, des facteurs tels que la situation géographique, le climat, les pratiques viticoles, le stade de maturation et le cépage influencent la qualité organoleptique des raisins [339, 340].

Bien que présents en petites quantités dans les raisins et les vins, l'acides citrique joue un rôle important dans le cycle de Krebs, inhibe la croissance des levures, et est donc fréquemment utilisé comme agent acidifiant dans les aliments et les boissons. D'où une teneur excessive de l'acide citrique dans le vin indique une falsification [337]. Le résultat obtenu pour cet acide est de l'ordre de 0,34 g.L⁻¹ (tableau 4.26) pour les deux extraits. Kunter et *al.*, [20] ; excepté la variété Ky qui enregistre une valeur relativement importante soit de 2,6 g.L⁻¹, les seize autres variétés étudiées marquent des taux proche de nos résultats ; varient de 0,31 à 0,88 g.L⁻¹. De même Eydurán et *al.*, [271] dans l'étude des sucres, acides organiques et composés phénoliques d'anciens cultivars de raisin (*Vitis vinifera* L.) de la province d'Igdir, dans l'est de la Turquie, enregistrent des concentrations en cet acide variaient de 0,25 à 0,96 g.L⁻¹.

Nos résultats attirent également l'attention sur le cas unique de l'acide oxalique, qui est particulièrement faible dans les deux extraits avec un taux de 0,024 pour le Cardinal et 0,031 g.L⁻¹ pour le Merlot (tableau 4.26). Ceci est particulièrement pertinent étant donné que d'autres études, comme celle de Yinshan et *al.* [341], ont signalé l'absence d'acide oxalique dans de

nombreux cultivars de raisin. En outre (Kunter et *al.*) [20], notent qu' excepté le cépage Ky qui enregistre une valeur relativement importante soit de $0,52 \text{ g.L}^{-1}$, les seize autres variétés étudiées marquent des taux proche de nos résultats ; variaient de $0,01$ à $0,09 \text{ g.L}^{-1}$.

L'acide ascorbique (AA) est un antioxydant hydrosoluble naturel et puissant associé aux nombreux systèmes biologiques et aliments (légumes et fruits frais, notamment les agrumes). C'est une substance labile, car il est facilement dégradé par les enzymes et l'oxygène atmosphérique. Son oxydation peut être accélérée par une chaleur excessive, des cations de métaux légers et lourds [342]. C'est pourquoi la teneur en acide ascorbique des denrées alimentaires et des boissons représente un indicateur de qualité pertinent qui doit être soigneusement surveillé, quant à sa variation au cours de la fabrication et du stockage.

Les résultats obtenus pour cet acide montrent des teneurs relativement élevée soit de $0,23$ (Cardinal) et de $0,25 \text{ g.L}^{-1}$ (Merlot) et ce comparativement aux résultats obtenus pour les mêmes cépages par un dosage idométrique ; dont on a enregistré des taux respectif de $0,101$ et $0,151 \text{ g L}^{-1}$ (tableau 4.22). Cependant ; López-Pastor et *al.* [343], dans l'estimation rapide et rentable de la vitamine C dans les jus multi-fruits par HPLC enregistrent pour le jus de raisin un taux de $0,25 \text{ g.L}^{-1}$. Dans une autre étude Lima et *al.* [257], notent des teneurs en acides ascorbiques analysé par HPLC, dans de jus du raisin produits à partir de nouvelles variétés brésiliennes plantées dans la région nord-est du Brésil, variaient de $0,048$ à $0,155 \text{ g.L}^{-1}$. Néanmoins ; Eyduran et *al.* [271], indiquent des concentrations en acide ascorbique, déterminées par HPLC pour neuf (9) cultivars de raisin cultivés dans l'est de la Turquie, variaient entre $0,112$ et $0,36 \text{ g.L}^{-1}$.

5.2. Composés phénoliques

Les polyphénols de raisin les plus importants comprennent les anthocyanes, les flavan-3-ols, les proanthocyanidines et les flavonols (famille des flavonoïdes), ainsi que les acides phénoliques et les stilbènes (famille des non-flavonoïdes). Chaque famille peut être présente sous sa forme libre ou conjuguée, différant par son niveau d'hydroxylation et par la substitution des groupes hydroxy (méthylation, glycosylation, acylation) et même en formant des adduits entre eux (par exemple, acides phénoliques avec anthocyanes ; tanins condensés). Ce fait explique la grande diversité chimique des polyphénols présents dans le raisin [344, 27].

Il est à noter que la composition polyphénolique du raisin est fortement affectée par différents facteurs tels que les pratiques viticoles, les conditions environnementales (sol, climat) et les attaques d'agents pathogènes [345]. Cependant, l'un des facteurs les plus importants est

sans aucun doute les différences variétales ou génétiques [346] ainsi que le processus de vinification [27].

5.2.1. Stilbènes

Les stilbènes appartiennent au groupe des phytoalexines polyphénoliques synthétisées chez les plantes en réponse au stress ; ces composés sont naturellement présents dans de nombreux fruits tels que les raisins [347, 348] et les baies [348, 349], qui sont utilisés dans la production de jus commerciaux. L'intérêt et les études sur ces substances ont augmenté en raison de leurs actions bénéfiques potentielles dans la prévention du stress oxydatif et des maladies liées à l'âge comme l'obésité, diabète de type 2, maladies cardiovasculaires et neurodégénératives [350] et risque de cancer [351]. En raison des effets bénéfiques attribués à ces composés, des recherches récentes se sont concentrées sur l'ajout de ces composés phénoliques dans la matrice alimentaire ; étant considéré comme d'excellents ingrédient fonctionnel [352, 353].

Les résultats du dosage estimatif des stilbènes par HPLC, avec les deux types de détecteurs, sont présentés par le tableau 4.26. Sept (7) composés ont été identifiés ; le resvératrol sous deux isoformes, cis et trans, et leurs glucosides respectifs cis- et trans-picéide et la viniférine δ et ϵ . Ferrier [354], dans l'étude des polyphénols contenus dans le vin rouge : leurs propriétés pharmacologiques ; rapporte la présence d'au moins onze composés stilbénoides, appartenant à quatre principaux composés ; Resvératrol, Pallidol, piceatannol et la viniférine. Egalement Agouazi [355], dans l'Etude phytochimique et évaluation de l'activité antioxydante et antimicrobienne des extraits de la vigne rouge a identifié la présence de ses composés. La concentration en stilbènes dans les boissons à base de raisin, dépend de plusieurs facteurs dont le mode de fabrication, le cépage et le climat. On peut constater que la concentration en resvératrol est infinitésimale dans le jus de raisin alors que dans le vin rouge, la concentration est en moyenne de $1,8 \text{ mg.L}^{-1}$ [354].

Dans la présente ; le total en stilbènes estimés, varie entre $1,46$ (Cardinal) et $5,96 \text{ mg.L}^{-1}$ (Merlot) (tableau 4.26), comme il a été noté également, l'absence de cis picéid et la trans viniférine dans l'extrait de la variété Cardinal. En outre le total de resvératrol, picéid et viniférine estimé, soit respectivement de l'ordre de $1, 0,28, 0,18 \text{ mg.L}^{-1}$ pour le Cardinal et de $3,97, 1,32, 0,65 \text{ mg.L}^{-1}$ pour le Merlot. Une telle variabilité est attendue car les stilbènes sont synthétisés de manière constitutive à de très faibles concentrations et de nombreux facteurs déclenchent leur synthèse [356, 357].

Cependant, plusieurs études ont montré l'importance des facteurs génétiques dans la détermination de la capacité de synthèse du stilbène du raisin [358, 356, 359], ce qui concorde avec nos résultats. Gatto et *al.*, [356] ont proposé de classer les cultivars en producteurs de stilbène plus élevés (concentration de stilbène $> 2,3 \text{ mg.L}^{-1}$) et des producteurs de stilbène inférieurs (concentration en stilbène, $0,2-1,8 \text{ mg.L}^{-1}$). Dans la présente étude, le Merlot présente systématiquement des concentrations de stilbène supérieures à $2,3 \text{ mg.L}^{-1}$. De plus, les concentrations ont atteint des niveaux bien supérieurs à ceux publiés précédemment. Ainsi dans l'étude menée par Benayahoum, [360] sur la composition stilbénique de diverses variétés de raisin Algérien, il a été noté une teneur en stilbènes totaux de l'ordre de $2,52 \text{ mg.L}^{-1}$ pour la variété Merlot, une valeur presque similaire est enregistrée pour la variété Cardinal soit de $2,67 \text{ mg.L}^{-1}$. Les autres variétés à savoir ; le Gros noir, le Sabel, le Muscat et Datier notaient respectivement $3,05, 2,09, 1,88$ et $1,48 \text{ mg.L}^{-1}$ [360]. Dans la même étude Benayahoum, [360] a obtenu des teneurs respectives en resvératol, picéid et viniférine soient de $1,26, 0,71, 0,54$ pour le Merlot et de $1,50, 0,69$ et $0,48 \text{ mg.L}^{-1}$ pour le Cardinal. Favre et *al.*, [361] dans l'étude des Stilbènes dans les cépages Tannat, Marselan et Syrah et vins d'Uruguay ont quantifié le resvératrol sous deux isoformes, cis et trans, et leurs glucosides respectifs cis- et trans-picéide, ainsi les résultats pour le total en stilbène trouvé, varient entre $1,59$ (Tannat) et $7,65 \text{ mg.L}^{-1}$ (Syrah). Comme ils ont notés pour un même cépage, exemple la syrah ; une différence significative dans la teneur en stilbène quantifiée sur deux récoltes consécutive ; en effet la valeur est de $7,65$ pour la récolte de 2015, et il n'est que de $2,55 \text{ mg.L}^{-1}$ pour celle de 2016. Lima et *al.*, [257] trouvent pour les différentes variétés de jus de raisin de Brésil, des teneurs en trans-resvératrol variant de $0,40$ (BC et BM) et $1,10 \text{ mg.L}^{-1}$ (BV).

Concernant les résultats de la présente nous remarquons un grand écart des teneurs en stilbènes entre les deux extraits étudiées. Ceci pourrait être attribué en plus de l'origine génétique à la conduite technique et agricole ; en fait, des considérations d'ordre religieuses et culturelles, font que les agriculteurs donnent moins d'importance aux cépages de cuves que ceux de tables. Excepté le travail de sol et la taille d'hiver, aucun soin particulier ni administré, donc ni irrigation ni traitements phytosanitaires. Dans ce cas-là le cépage Merlot se trouve dans des conditions de stress plus importante que le Cardinale, ce qui a induit une synthèse excessive de trans resvératol. La plupart des études ont montré que les stilbènes ne sont synthétisés constitutivement qu'à des niveaux très faibles mais s'accroissent fortement en réponse à un large éventail de stress biotiques et abiotiques [364]. Le resvératrol avait tendance à être plus abondant que les glucosides et les viniférines. Les glucosides de resvératrol seraient préférentiellement exprimés de manière constitutive, étant la forme utilisée pour le stockage, la

translocation, la modulation de l'activité antifongique et la protection contre la dégradation oxydative, alors que le trans-resvératrol serait inductible [356]. La viniférine est aussi produite par la vigne en réponse à l'attaque fongique [363]. Cette molécule a non seulement une meilleure activité antifongique mais également de meilleurs pouvoirs antioxydants que le resvératrol [364, 363].

Les études sur le resvératrol sont d'un grand intérêt compte tenu des bénéfices pour la santé des consommateurs. Ainsi, il est important de noter la concentration élevée de *t*-resvératrol dans les extraits étudiés, principalement le cépage Merlot, les concentrations observées étant supérieures à celles rapportées dans la littérature pour plusieurs jus de raisin différents [365, 366, 257]. La quantité de resvératrol dans les raisins, les vins et les jus varie en fonction de facteurs tels que la météo, le cépage et les attaques fongiques, puisque ce stilbène est produit dans le cadre du système de mécanisme défensif des plantes. Egalement l'exposition aux rayons UV et les pratiques œnologiques influencent fortement la composition du raisin [161]. Des facteurs tels qu'une exposition à la lumière solaire et des températures élevées, (ex. soumission des plantes au stress hydrique) en restreignant l'irrigation après la « veraison » pourrait également être associée à une synthèse plus élevée de resvératrol dans le raisin et, par conséquent, leurs dérivés tels que le jus [367, 257].

5.2.2. Acides phénoliques

Les acides phénoliques peuvent être classés en deux groupes principaux : les acides hydroxybenzoïques (C6-C1) et les acides hydroxycinnamiques (C6-C3). Cette famille se trouve dans les peaux, la pulpe et les pépins de raisin, étant généralement plus nombreuse dans les peaux (0,2 à 8,2 g/kg M.S). Les quantités d'acides hydroxycinnamiques ou hydroxybenzoïques totaux dans les pellicules de raisin varient selon le cultivar et l'origine [27].

Les résultats respectifs (tableaux, 4.25 et 4.26) sont révélateurs de la riche diversité des acides phénoliques détectés dans les deux extraits testés, mettant en évidence la teneur en acides hydroxy-cinnamiques, marqués dans l'extrait de cardinal ; soit un total estimé de 16,70 mg.L⁻¹, en comparaison à celle de l'extrait de merlot ; soit un total de 8,2 mg.L⁻¹. Contrairement les acides hydroxybenzoïques étaient importants dans l'extrait de Merlot avec un total estimé de 6,19 mg.L⁻¹, contre uniquement 2,77 mg.L⁻¹ dans le cas de Cardinal. Les quantités d'acides hydroxycinnamiques et / ou hydroxybenzoïques totaux dans les raisins varient selon le cultivar et l'origine. Par exemple, les acides hydroxycinnamiques sont plus prédominants dans les raisins *V. vinifera* d'Asie de l'Est ou d'Amérique du Nord que dans les raisins européens dans lesquels ces acides phénoliques ne sont présents qu'à l'état de traces. Cependant, les quantités

d'acide hydroxybenzoïque sont similaires entre les cultivars [368, 27]. La somme des acides phénoliques totaux quantifiés dans ce travail ; varie de 14,40 à 19,47 mg.L⁻¹, légèrement supérieur à ceux trouvés par Natividade et *al.*, [366], soit de 2,57 à 13,63 mg.L⁻¹, et légèrement inférieur à ceux rapportés par (Lima et *al.*) [335], notant ainsi ; des teneurs allant de 22,4 à 29,2 mg.L⁻¹. Tandis que Ide et *al.*, [261], notent des valeurs en ses acides, nettement supérieurs soient de 40,2 à 57,2 mg.L⁻¹. Néanmoins Eyduran et *al.*, [271] enregistrent des taux plus faible soient de 3,29 (Yazen Dayi) et 7,27 mg.L⁻¹ (Kirmizi Kismis).

Individuellement, les acides hydroxybenzoïques les plus importants présents dans le raisin sont les acides gallique, vanillique et syringique, l'acide gallique est considéré comme l'acide phénolique le plus important, étant le précurseur de tous les tanins hydrolysables [369]. En quantités moindres, l'acide protocatéchique et les acides p-hydroxybenzoïques sont également présents [369, 370, 27]. Ceci corrobore avec les résultats de la présente de fait que l'acide gallique présente la teneur la plus élevée avec 2,5 pour le cardinal et 4,49 mg.L⁻¹ pour le Merlot. Dans une analyse simultanée de 25 composés phénoliques dans le jus de raisin par HPLC ; Natividade et *al.* [366], quantifiés un seul acide hydroxybenzoïques ; l'acide gallique avec un taux de 1,92 à 5,42 mg.L⁻¹. Les autres acides hydroxybenzoïques identifiés dans cette étude ; vanillique, P- hydroxy benzoïque, syringique et protocatéchique notent respectivement 0,05, 0,13, 0,036 et 0,053 mg.L⁻¹ dans le cas de Cardinal et 0,81, 0,62, 0,22 et 0,046 mg.L⁻¹ (tableau 4.26) dans le cas de Merlot. Dans une étude (Eyduran et *al.*) [271], identifiés trois (3) acides hydroxybenzoïques ; gallique de 0,1 (Kerim Gandi) à 1,18 mg.L⁻¹ (Beyaz Kismis), Vanillique 0,02 (Kirmizi Kismis) à 0,45 mg.L⁻¹ (Askeri) et Syringique 0,16 (Kirmizi Kismis) à 1,2 mg.L⁻¹ (Kerim Gandi). (Lima et *al.*) [335], dans la caractérisation phénolique des jus de raisin Brésiliens ; quantifiés un seul acide hydroxybenzoïque ; l'acide gallique avec des teneurs variaient de 2,2 à 3,4 mg.L⁻¹. Egalement cette acide a été identifié par ; (Cosme et *al.*) [319], à des teneurs allant de 1,8 à 16,96 mg.L⁻¹, et (Lima et *al.*) [257], avec 1,8 à 13,6 mg.L⁻¹. Encore Myrssi et *al.* [371], dans l'étude des jus frais grecs, identifiés deux acides hydroxybenzoïques ; Gallique de 1,06 à 2,77 mg/Kg M.S et le Protocatéchique de 0,47 à 4,2 mg/Kg M.S. Les acides P- hydroxy benzoïque, benzoïque et gallique ont été identifiés dans une étude menée par Ide et *al.* [261], et les valeurs trouvées sont respectivement de 0,61 à 2,86, de 1 à 1,8 et de 0,51 à 1 mg.L⁻¹.

Concernant les acides hydroxycinnamiques ; les acides p-coumarique, caféique, férulique et sinapique étant les plus importants. Il convient de rappeler que les acides p-coumarique et caféique peuvent être trouvés estérifiés par le glucose, des monoglucosides d'anthocyane formant leurs dérivés acylés. Dans les raisins (principalement blancs) et

également dans les vins, les acides hydroxycinnamiques sont principalement estérifiés avec l'acide tartrique formant des acides caftarique, p-coutarique ou fertarique (à partir des acides caféique, p-coumarique et férulique, respectivement) [372, 27]. En se référant au tableau 4.26 concernant l'estimation des acides hydroxycinnamiques ; quelques remarques importantes peuvent être tirées ; notamment les valeurs élevées enregistrées par les formes estérifiées. En effet l'acide férulique et sa forme estérifiées ; acide fertarique marquent l'extrait de cépage Cardinal avec les taux les plus élevés, respectivement de 3,54 et 11,08 mg.L⁻¹. Dans l'extrait de cépage Merlot les trois formes estérifiées ; caftarique, p-coutarique et fertarique ; sont présentes avec des taux relativement élevés, comparativement aux autres acides identifiés, soient respectivement de 1,21, 2,34 et 2.38 mg.L⁻¹. Les autres acides hydroxycinnamiques identifiés à savoir ; caféique, chlorogénique, P-coumarique et cinnamique notent des taux respectifs ; de 0,73, 0,11, 0,061, nd pour le Cardinal et de 0,48, 0,25, 0,4 et 0,9 mg.L⁻¹ pour le Merlot. Ses quatre acides ont été identifiés par une étude menée par Ide *et al.* [261], excepté l'acide cinnamique qui présentait 90 % de total d'acides phénoliques identifiées les autres acides, présentent des teneurs légèrement supérieures ; soit respectivement de 4,7 à 6,16, de 2,2 à 3,1 et de 0,73 à 1,12 mg.L⁻¹. Dans une autre étude (Eyduvan *et al.*) [271], a identifié quatre (4) acides hydroxycinnamiques ; acides caféique 0.40 (Yazen Dayi) à 2,73 mg.L⁻¹ (Kirmizi Kismis), Chlorogenic de 1,13 (Hacabas) à 3,48 mg.L⁻¹ (Inek Emcegi), Ferulic de 0,00 (Yazen Dayi) à 0,94 mg.L⁻¹ (Beyaz Kismis) et P coumaric de 0,41(Kerim Gandi) à 1,91 mg.L⁻¹ (Kirmizi Kismis). De même Natividade *et al.*, [366], a identifié quatre (4) acides, dont l'acide caféique était principal (2,45 à 7,30 mg.L⁻¹), suivi des acides ; chlorogénique (0,14 à 3,90), p-coumarique (0,07 à 2,08) et cinnamique (0,00 à 1,69 mg.L⁻¹). Egalement dans l'étude menée par Lima *et al.* [337], le composé principal était l'acide caféique (valeurs de 15,3 à 17,9 mg L⁻¹), suivi du gaulois (2,2 à 3,4), chlorogénique (1,8 à 3,2), p-coumariques (1,1 à 1,7) et de cinnamique (0,5 à 2,0 mg L⁻¹). Les valeurs obtenues pour ces derniers acides sont conformes à ceux mentionnés par d'autres auteurs [373, 374, 366], mais pour l'acide caféique les valeurs obtenues étaient supérieures à celles de la littérature. Myrtili *et al.* [371], notent que la majeure partie des composés phénoliques identifiés dans tous les échantillons testés était composée d'acides phénoliques, en particulier les acides fertarique, coutarique et caftarique, qui ont été détectés à des concentrations allant respectivement de 22,5 à 154, 23,9 à 56, et 21,4 à 171 mg/kg de matière sèche soit de 5,62 à 38,5, 5,97 à 14 et 5,35 à 42,75 mg L⁻¹ de matières fraîches. Plusieurs autres acides ont été déterminés à des concentrations plus faibles. Egalement Zerrouki [375], dans l'étude de profile phénolique de quelques ressources végétale, indique pour la pulpe de raisin la dominance des deux acides ; fertarique et coutarique avec respectivement des taux

de 1,2 et 2,6 mg L⁻¹, tandis que les autres acides phénoliques identifiés ; férulique, syringique et protocatéchique sont présents mais à l'état de traces. Dans la même étude l'auteur a signalé l'effet de l'irrigation sur les taux d'acides férulique et coutarique synthétisés, ainsi il a été noté l'augmentation des quantités de l'acide férulique avec l'irrigation, alors que l'acide coutarique présente l'effet inverse. Ceci explique en partie l'écart enregistré, entre les deux extraits analysés concernant ses deux acides ; en effet le cépage cardinal conduit en intensif, avec un système pergola, et est bénéficié d'une irrigation régulière tout au long de la période végétative ; note des taux importants en acide férulique soit de 11,08 contre uniquement 0,43 mg L⁻¹ pour l'acide coutarique. En autre partie le Cépage Merlot avec absence totale de l'irrigation note respectivement 2,38 et 2,34 mg L⁻¹. Les acides phénoliques et, de manière générale, les acides hydroxycinnamiques peuvent agir comme copigments. En effet, ils sont impliqués dans la formation de nouveaux pigments plus stables (pyranoanthocyanes) dans le vin et, par conséquent, sont considérés comme des agents stabilisants de la couleur des vins rouges jeunes, par copigmentation avec des anthocyanes [376]. De plus, ils sont également associés à la perception sensorielle de l'astringence et de l'amertume [377, 27].

5.2.3. Tanins

Les tanins (proanthocyanidines et tanins hydrolysables) sont l'un des principaux métabolites secondaires présents dans les fèves de cacao, le thé, les vins (principalement rouges), les fruits, les jus, les noix, le chocolat, les légumineuses et les céréales [378].

Les résultats respectifs (tableaux, 4.25 et 4.26) sont révélateurs de la riche diversité des tanins détectés dans les deux extraits de Cardinal et Merlot, mettant en évidence la teneur ; du la majeure partie de ses composés (tanins) était constituée de monomères flavan-3-ol et de leurs glycosides, avec des composés prédominants, les monomères épicatechine et épigallocatechine et, qui ont été trouvés à des concentrations allant respectivement de 5,38 à 1,34 et 1,46 à 2,98 mg.L⁻¹ (tableau 4.26). Dans les dérivés du raisin généralement le gallate d'épigallocatechine, comme mentionné par Mattivi et *al.* [379], est considéré comme un flavanol monomère présent dans les extraits de peau de raisin *Vitis vinifera* comme le Cabernet Sauvignon, le Merlot, la Syrah, le Pinot Noir, le Teroldego et Marzemino [380]. Les autres monomères flavan-3-ol ; la catéchine et l'épicatechine gallate sont enregistrés à des taux respectifs de 2,08 à 1,98 et de 1,17 à 1,47 mg.L⁻¹. Ces résultats concordent bien avec ceux donnés par Eyduran et *al.* [271] ; en quantifiant la catéchine dans les variétés de raisin turque et les résultats obtenus variaient entre 0.43 (Kırmızı Kismis) et 1.82 mg.L⁻¹ (Yazen Dayi). Dans une étude précédente,

Breksa et *al.* [381] ont rapporté que les teneurs en catéchine identifiées pour 16 cultivars et sélections de raisins secs (*Vitis vinifera* L.) présentait une très large gamme de 1,8 à 209,1 mg.L⁻¹ [271]. Les valeurs moyennes des tanins quantifiées par HPLC sur les jus analysés, varient de 11,35 (Cardinal) à 10,45 mg L⁻¹ (Merlot), supérieures à celles évoquées par Moreno-Montoro et *al.* [373], pour les jus de raisins espagnols, avec une concentration moyenne rapportée de 0,53 et 3,07 mg L⁻¹, pour les jus blancs et rouges, respectivement [335]. Les flavan-3-ols et les proanthocyanidines sont les principaux composés polyphénoliques des raisins *V. vinifera*, et leurs quantités varient au cours de la maturation, étant plus élevée à la floraison et plus faible à mesure que les raisins mûrissent [382, 27]. Les flavan-3-ol et procyanidines, identifiées dans la présente, correspondent bien à ceux caractérisés par plusieurs auteurs ; [335, 319, 273, 14], avec des taux beaucoup plus supérieurs que les nôtres soient respectivement de 34 à 109,7, 61,7 à 97, 35,94 à 97,95 et 51,08 à 78,22 mg L⁻¹. Cependant Ramirez-Lopez et *al.* [383], dans le dosage simultané de composés phénoliques chez *Cynthiana* raisin (*Vitis aestivalis*) par HPLC ; ont identifié dans le jus de raisin de l'epicatechine gallate à 0,34 et la Catéchine à 6,06 mg L⁻¹. Tandis que dans la baie entière ses derniers sont plus importants, et les taux respectifs sont de 12,52 et 18,88 mg L⁻¹. Egalement García-Martínez et *al.* [322], dans la caractérisation phénoliques de quelques jus frais espagnols, ont quantifié de la catéchine de 1,91 (Sauvignon Blanc) à 6,3 mg.L⁻¹ (Airen) et l'epicatechine de 2,03 (Sauvignon Blanc) à 3,33 mg.L⁻¹ (Gewürztraminer). Encore Onache et *al.* [28], dans l'Évaluation des composés phénoliques bioactifs dans les moûts et les vins correspondants, des cépages blancs et rouges trouvent une large gamme de résultats de 0,00 à 51,5 mg.L⁻¹ pour la catéchine et 0,00 à 44,94 mg.L⁻¹ pour l'epicatechine.

Les proanthocyanidines de type B, et en particulier les dimères B1, B2, B3 et B4 ou le trimère C1, sont principalement localisés dans les pellicules de raisin (0,01 à 0,86 g/kg MS) et, dans une moindre mesure, dans les pépins (0,04 à 0,18 g/kg MS) [382, 27]. Dans la présente trois procyanidines ont été identifiées ; B1, B2 et B4, avec un taux total variant de 0,92 (Cardinal) à 1,72 mg.L⁻¹ (Merlot) (tableau 4.26). Padilha *al.* [380], dans la détermination rapide des flavonoïdes et acides phénoliques dans les jus de raisin et vins par RP-HPLC/DAD ; identifiés deux procyanidines B1 et B2 avec des valeurs supérieures aux nôtres, le totale quantifié variait de 12,9 (GJA) à 26,9 mg.L⁻¹ (GJC).

Les tanins hydrolysables peuvent être divisés en gallotanins, qui fournissent du sucre et de l'acide gallique lors de l'hydrolyse, et des ellagitanins, qui lors de l'hydrolyse ne produisent pas seulement du sucre et de l'acide gallique, mais également de l'acide ellagique [384, 378]. Dans la présente un seul tanin hydrolysable a été identifié, l'acide tanique avec des

concentrations respectives de 0,38 et 0,96 mg.L⁻¹. En raison de leurs seuils de goût astringent plus bas, les tanins hydrolysables sont généralement perçus comme plus astringents que les tanins condensés (1,1 µM pour la castalagine et la vescalagine, contre 410 µM pour la catéchine, 930 µM pour l'épicatéchine, 240 µM pour la procyanidine B1, 190 µM pour la procyanidine B2 et 200 µM pour la procyanidine B3) [27].

5.2.4. Flavonols

Classiquement, les flavonols sont présents dans les pellicules des baies des raisins blancs et colorés, et leur teneur totale en flavonoïdes varie notamment en fonction des cultivars et du stade de maturation [385]. En ce qui concerne les cultivars, plus de quantités de flavonols ont été signalées, par exemple, dans les variétés françaises de *V. vinifera* (Syrah, Petit Verdot, Cabernet Sauvignon et Merlot), que dans les variétés espagnoles (Tempranillo, Garnacha et Garnacha Tintorera) [386]. La quantité totale de flavonols dans les raisins varie de 1 à 80 mg/kg de baies fraîches, les cultivars rouges étant régulièrement plus riches que les blancs [386, 27].

La rutine, la myricétine, la quercétine, l'isorhmanthane, la kaempférol et la galangine sont les flavonols identifiés dans les jus de raisin étudiés ; Cardinal et Merlot (tableau 4.25). La somme des flavonols individuels quantifiés par HPLC ; varie respectivement de 2,74 à 3,8 mg.L⁻¹ (tableau 4.26). Excepté la galangine, des profils similaires de flavonols ont été identifiés dans les jus de différentes variétés de raisin, par plusieurs auteurs [366, 257, 335, 387, 319, 371], et le total quantifiés étaient respectivement de; 0,57 à 13,94, 2,5 à 10,02, 2,7 à 5,1, 6,83 à 10,57, 3,2 à 5,07 et 1,81 à 6,82 mg.L⁻¹. Eyduran et *al.* [271], ont identifié dans les jus issus des variétés de raisins de la province d'Igdir, dans l'est de la Turquie deux flavonols ; la rutine et la quercétine, et le total quantifiés est de 1,52 (Kırmızı Kismis) et 4,92 mg.L⁻¹ (Yazen Dayi). Egalement Ide et *al.* [261], ont identifié dans les jus de raisins obtenus par extraction à la vapeur deux flavonols ; la quercétine (0,51 à 1,8 mg.L⁻¹) la myricétine (0,48 à 1,4 mg.L⁻¹), et le total quantifié variait de 1,16 à 3,22 mg.L⁻¹. Aguilar et *al.* [388], ont rapporté d'autres flavonols glycosylés tels que la myricétine, le kaempférol et l'isorhamnétine dans le jus de raisin du País enrichi en extraits de canne et de feuilles de raisin. La présence de la galangine dans les deux extraits de Cardinal et Merlot avec un taux respectif de 0,68 et 0,54 mg.L⁻¹ (tableau 4.26), n'est pas surprenant ; Onache et *al.*, [28], ont rapportés que, la quercétine, le kaempférol, et la galangine, des flavonols que l'on retrouve d'avantage dans les feuilles et les fruits que dans le vin ; ces composés sont quantifiés dans les moûts mais, dans la plupart des cas, ne sont pas détectés dans les vins. Parmi ces flavonols, la galangine a été quantifiée en quantités plus faibles dans les marcs de raisin, soit inférieur à 1,3 mg.Kg⁻¹ M.S. On sait que le processus de

biosynthèse impliqué dans la production de flavonols dans les plantes et tissus sont influencés par la lumière solaire et les raisins fortement exposés à la lumière du jour montrent une augmentation significative de la biosynthèse des flavonols [389, 257]. En se basant sur cette information ; la différence en quantités de flavonols entre les deux extraits, pourrait être expliquée en plus de l'effet variété, par le fait que la parcelle ; faisant objet de l'échantillonnage de cépage Merlot se trouve sur un terrain avec pente bien exposé à la lumière du jour.

5.2.5. Anthocyanines

Les anthocyanes sont les pigments naturels les plus importants du raisin. Ces composés sont majoritairement accumulés dans les pellicules des raisins rouges au cours de la maturation, et ils sont également présents dans la chair des cépages « teinturier » [390]. De plus, il a été récemment démontré que certains cépages blancs (Sauvignon Blanc, Riesling et Chardonnay) pouvaient contenir des traces mesurables d'anthocyanes [391, 27]. En fait, le Cabernet Sauvignon, le Merlot, la Syrah et le Tempranillo sont caractérisés par une proportion majeure de formes de malvidine, tandis que dans le Nebbiolo (cultivar italien), la péonidine-3-O-glucoside est l'anthocyanine la plus répandue [392, 27].

Les cinq anthocyanines identifiés dans les deux extraits (Cardinal et Merlot) de jus de raisin étudiés sont portées sur les tableaux 4.25 et 4.26. La somme totale des anthocyanes quantifiée par HPLC varie respectivement entre 11,1 et 9,14 mg. L⁻¹, principalement de la malvidine 3-glucoside avec des valeurs comprises entre 9 et 5,79 mg. L⁻¹, suivi par ordre décroissant de cyanidine 3-glucoside (0,36 – 1,47 mg. L⁻¹), delphinidine 3-glucoside (0,95– 0,59 mg. L⁻¹), péonidine 3-glucoside (0,7 – 0,68 mg. L⁻¹) et petunidine 3-glucoside (0,09– 0,61 mg. L⁻¹). Excepté la pélargonidine qui n'est pas été identifié dans cette étude. Des profils similaires ont déjà été rapportés par plusieurs auteurs ; Lima et *al.* [335], ont trouvés pour les jus de raisin Brésiliens ; provenant de différentes conditions de macération ; une somme totale en anthocyanines, quantifiée par HPLC, variait de 25,2 à 44,1 mg.L⁻¹, supérieurs aux résultats de la présente. Principalement de la malvidine 3-glucoside avec des valeurs moyennes comprises entre 7,1 et 11,2 mg.L⁻¹, suivi par de la cyanidine 3-glucoside (5,2– 8,0 mg.L⁻¹). Dans une autre étude ; les mêmes auteurs ont obtenu pour les jus de raisin produits à partir de nouvelles variétés brésiliennes ; plantées dans la région nord-est du Brésil ; une somme totale en anthocyanines, quantifiée par HPLC variait de 5,9 à 164,6 mg.L⁻¹, et la principale anthocyanine identifiée était de la delphinidine 3-glucoside (ND – 73,7 mg.L⁻¹), suivi de la cyanidine 3-glucoside (3,0– 37,2 mg.L⁻¹), alors que la malvidine 3-glucoside occupait le 5^{ème} rang (ND– 6,2 mg.L⁻¹) [246]. Padilha et *al.* [380], rapportent une large gamme de résultats ; Le

nombre total d'anthocyanes individuels quantifiés par HPLC variait de 8,9 à 203,5 mg.L⁻¹ dans les échantillons de jus de raisin et vin analysés. Parmi les principaux anthocyanes présents dans les échantillons, par ordre décroissant, étaient du malvidine 3,5-diglucoside, le malvidin-3-O-glucoside et le cyanidine 3,5-diglucoside, qui ont montré un profil hétérogène dans les produits commerciaux étudiés, comme l'ont noté précédemment Lima et *al.* [257], au nouveau jus brésilien. Pour la malvidine 3,5-diglucoside, les valeurs variaient entre 8,9 et 136,5 mg.L⁻¹ et ND à 53,7 mg.L⁻¹ dans les échantillons de jus et vins, respectivement. Le malvidin-3-O-glucoside a montré des valeurs allant de 3,3 à 36,8 et de 2,4 à 7,7 mg.L⁻¹, respectivement. Pour la cyanidine 3,5-diglucoside, la plage des valeurs trouvées variait de ND à 13,2 et 25,1 à 0,8 mg.L⁻¹, respectivement. Néanmoins, Ide et *al.* [261], ont obtenus ; pour les différent jus de raisin extraits à la vapeur ; une somme totale en anthocyanes individuelles quantifiées par HPLC ; soit inférieur à nos résultats ; variait de 2,17 à 3,77 mg.L⁻¹. La maldivine était l'anthocyanine la plus abondante dans les jus obtenus par extraction au courant, représentant environ 70 % de la teneur totale en anthocyanes.

Dans les résultats de la présente, étant donné que les quantités obtenues, sont très proches voir similaires entre les deux jus étudiés. On a remarqué un profil hétérogène entre les deux extraits ; notamment pour les deux anthocyanes ; malvidine-3-O-glucoside et cyanidine-3-O-glucoside, ainsi on note la valeur importante de la malvidine est enregistrée par l'extrait de cépage Cardinal, soit supérieur à 80% de total anthocyanique quantifiée, tandis que ce dernier représentait 63% pour l'extrait de cépage Merlot. Quant à elle la cyanidine-3-O-glucoside représentait 16 % de total anthocyanique quantifié dans l'extrait de jus Merlot contre uniquement 3,24% pour le cépage Cardinal. Ceci explique la différence de coloration entre les deux jus obtenus ; la couleur rouge violacée du jus de Cardinal, est due principalement à la malvidine-3-O-glucoside, qui 'est un pigment de couleur rouge violet. Le jus obtenu de cépage Merlot présente une couleur rouge foncée, due principalement à la cyanidine-3-O-glucoside qui est un pigment de couleur rouge foncée à noir. En outre, ceci pourrait expliquer l'écart noté entre les teneurs en anthocyanines quantifiées par spectrophotométrie ; ainsi on a noté 15,40 (Cardinal) et 24,37 mg/100g de baies fraîches (Merlot). En effet cette méthode couramment appelée technique colorimétrique ; dont le principe est basé sur l'absorption de différents complexes colorés ; de la lumière visible à une longueur d'onde donnée. Donc plus nous avons des solutions présentant une coloration intense, plus la valeur de l'absorbance est élevée et plus la concentration des substances, que l'on veut doser sera importante. En comparant les résultats, soit obtenus par HPLC ou spectrophotométrie, on conclut clairement la limite de cette dernière dans le dosage quantitatif de certaines substances, le cas échéant ; les anthocyanes.

5.2.6. Flavonones

Les flavanones ; également appelées dihydroflavones ; sont les premiers produits de la voie de synthèse des flavonoïdes. Leurs structure est très réactive et donne lieu à des réactions d'hydroxylations, d'O-méthylations et de glycosylations. Elles constituent une autre classe importante généralement présente dans tous les agrumes comme les oranges, les citrons et les raisins. L'hespéretine, la naringénine et l'ériodictyol sont des exemples de cette classe de flavonoïdes. Elles sont présentes à des concentrations de quelques mg/kg dans les raisins. [123]. Les flavanones sont associées à un certain nombre de bienfaits pour la santé en raison de leurs propriétés anti-radicaux libres. Ces composés sont responsables du goût amer du jus et des écorces des agrumes [393]. L'hespéretine, un composé bioactif important dans la médecine traditionnelle chinoise, possède des propriétés antioxydantes et anticancérogènes. Il se trouve en abondance dans les jus d'orange et de raisin (200 à 590 mg.L⁻¹) et consommés dans l'alimentation quotidienne [394],

L'hespéretine, représente la majeure partie des flavonones identifiés dans la présente étude ; et ses quantités sont estimées respectivement à 16,17 et 15,02 mg.L⁻¹ (tableau 4.26). Ses résultats concordent bien avec ceux données par Montalbano et *al.* [397] ; ainsi ses auteurs, ont obtenus une teneur moyenne en hespéridines de l'ordre de 16 ± 3 mg.L⁻¹, pour un extrait de jus de raisin blanc (WGJe) analysés par UPLC. La naringénine est identifié uniquement dans l'extrait de Mrlot à un taux faible soit de 0,38 mg.L⁻¹. Dutra et al. [14], dans l'étude de jus de raisin entier, concentré et reconstitué : Impact des procédés sur la composition phénolique ; ont quantifiés deux flavonones ; l'hespéridine et la naringénine. Des valeurs de naringénine de 3,53 mg.L⁻¹, 5,17 mg.kg⁻¹ et 2,01 mg.L⁻¹ ont été trouvés respectivement dans les échantillons WGJ, CGJ et RGJ. L'hespéridine n'était présente que dans l'échantillon de jus de raisin entier avec une valeur moyenne de 2,63 mg L⁻¹. Parmi les composés flavonoïdes identifiés dans les deux extraits de raisins étudiés, l'hespéretine était la plus abondante. Il convient de souligner que l'abondance de l'hespéridine dans les agrumes a été largement rapportée par (De Paula Menezes Barbosa, Ruviano & Macedo ; Gomez-Mejia et al.,) [396, 397], alors qu'elle est rarement signalée dans le raisin. Un constat similaire a été rapporté par Chen et *al.* [398], dans la détermination simultanée de métabolites phénoliques dans des cultivars chinois d'agrumes et de raisin ; ils ont noté, parmi les huit composés flavonoïdes identifiés dans les pellicules de raisins cultivés en Chine, l'hespéridine était la plus abondante, suivie de la rutine, de la quercétine, de la catéchine et de l'épicatéchine, et les valeurs obtenues variaient de 10,36 à 605.46 mg/kg M.S.

L'hespéridine (3,5,7-trihydroxyflavanone 7-rhamnoglucoside, hespéretine-7-O-rutinoside) appartient aux composés flavanones, l'une des sous-classes de flavonoïdes. Les propriétés biologiques et pharmacologiques de l'hespéridine ont été largement étudiées pour révéler ses effets antioxydants, anti-inflammatoires, anticancéreux, antiviraux, ses propriétés protectrices contre les troubles cardiovasculaires et ses propriétés neurodégénératives, entre autres. [399, 400, 401, 402, 403, 404]. L'hespéridine et ses dérivés sont des composés caractéristiques des agrumes (famille des Rutacées) comme l'orange (*Citrus sinensis*), le pamplemousse (*Citrus paradise*), la mandarine (*Citrus reticulata*), le citron vert (*Citrus aurantifolia*) et le citron (*Citrus limon*). Leur teneur en hespéridine dépend de la variété du fruit, d'une partie du fruit lui-même, du climat et du degré de maturation. D'après l'analyse de Gattuso et al. [405], 100 ml d'un jus approprié contiennent 20 à 60 mg d'hespéridine pour l'orange, 8 à 46 mg pour les mandarines, 4 à 41 mg pour le citron et 2 à 17 pour le pamplemousse [406].

5.2.7. Flavones

Les flavones sont l'un des sous-groupes importants de flavonoïdes. Leur structure est très proche des flavonols, la différence provenant de l'absence de l'hydroxyle en C3. Il existe aussi de très nombreuses substitutions des flavones, telles que l'hydroxylation, la méthylation, les O- et C-alkylation et glycosylation. Les flavones sont largement présentes dans les feuilles, les fleurs et les fruits sous forme de glucosides. Le céleri, le persil, les poivrons rouges, la camomille, la menthe et le ginkgo biloba font partie des principales sources de flavones [393]. Le raisin est très pauvre en flavones [123]. La lutéoline, l'apigénine et la tangéritine appartiennent à cette sous-classe de flavonoïdes. La plupart des flavones des légumes et des fruits possèdent un groupe hydroxyle en position 5 du cycle A, tandis que l'hydroxylation dans d'autres positions, majoritairement en position 7 du cycle A ou 3' et 4' du cycle B, peut varier selon la classification taxonomique du légume ou du fruit particulier. [393].

Les cinq Flavones identifiés dans les deux extraits (Cardinal et Merlot) de jus de raisin étudiés sont portés sur les tableaux 4.25 et 4.26. La somme totale des Flavones quantifiée par HPLC varie respectivement entre 7,35 et 9,49 mg. L⁻¹, principalement de la 5-hydroxyflavone avec des valeurs comprises entre 6,11 et 6,78 mg. L⁻¹, suivi par ordre décroissant de l'apigénine (0,74 – 1,31 mg. L⁻¹), la tangéritine (0,5– 0,62 mg. L⁻¹), flavone (0,00 – 0,44 mg. L⁻¹) et 3-hydroxyflavone (0,00– 0,34 mg. L⁻¹). La 5-hydroxyflavone a été détectée, mais non quantifiée, dans les marcs de raisins Barakat et al. [407]. Cela pourrait faire de la 5-hydroxyflavone un biomarqueur potentiel pour la consommation de ces aliments. Sur la base d'une revue de la littérature, très peu d'articles ont été publiés sur la 5-hydroxyflavone. Dans une étude menée

par Montalbano et *al.* [395], la somme totale des flavones quantifiés pour un extrait de jus de raisin blanc analysé par UPLC, est de l'ordre de $6,4 \pm 0,4 \text{ mg.L}^{-1}$. Onache et *al.* [28], dans l'étude de la composition phyto-chimique et bioactive du marc de raisin, résultant de différents cultivars, ont identifié deux flavones de la chrysin et l'apigénine avec des taux respectifs de 1,3 et 1,8 mg.Kg^{-1} M.S. Egalement l'apigénine a été quantifiée par Myrtsi et *al.* [371], dans les mêmes produits, soit de 1,5 à 6,0 mg.Kg^{-1} M.S. Ou encore dans une étude sur ; la teneur en antioxydants - Composés phénoliques, dans les vins rouges de Géorgie « Kindzmarauli » et « Saperavi » ; Kekelidze et *al.* [408], identifiés deux flavones la lutéolin et l'apigénin, avec des concentrations ; de l'ordre de 0,562 à 1,115 et 0,774 à 1,061 mg.L^{-1} respectivement, pour un total en flavone quantifié de l'ordre de 1,336 à 2,176 mg.L^{-1} . Chen et *al.* [398], ont identifié de la tangéritine, dans les pellicules de raisins Chinois à des concentrations ; variaient de 0,00 à 101,13 mg/kg M.S.

Les flavones et les flavonols sont produits par biosynthèse. On peut dire que les flavonols sont des flavones avec un substitut hydroxyle en position C3. Leurs analyses, synthèses et réactions partagent donc une base théorique commune [409]. Plusieurs études ont démontré que les flavones et ses dérivés hydroxylés : 3-hydroxyflavone, 5-hydroxyflavone et 6-hydroxyflavone ont une activité anticancéreuse [410], antioxydante [411], antitumorale [412], anti-inflammatoire [413], cardioprotecteur [414] ; antiviral [415], neuroprotecteur [410] et antibactérien [416]. Ces activités biologiques dépendent de la structure chimique et des différents substituants que possèdent ces molécules ; le squelette de base peut subir un certain nombre de modifications, telles que la glycosylation, l'estérification, l'amidation et l'hydroxylation, entre autres qui modulent la polarité, la toxicité et les actions intracellulaires de ces composés [417, 409].

5.2.8. Autres composés phénoliques

Cinq autres composés phénoliques ont été identifiés, un monomère et quatre alcaloïdes aromatique ; L'esculine, L'esculiten, l'apégine, la scopolétine et la berbérine. La scopolétine ; phénylpropanoïdes ; été identifiée pour les deux extrais avec un taux respectif de 3,5 et 0,31 mg.L^{-1} . Tandis que, l'esculine, l'esculétine, l'apégine et la berbérine sont présents uniquement dans l'extrait de cépage Merlot avec respectivement ; 0,23, 0,4, 0,46 et 0,38 mg.L^{-1} (tableau 4.26). Ali et *al.* [418], dans la caractérisation des composés phénoliques de fruits non mûrs (citron noir, mangue et raisins) sélectionnés et de leur potentiel antioxydant ; ont identifié pour le raisin non mur de la scopolétine à un taux important, soit de 23 mg.kg^{-1} . Dans une autre étude des coumarines dans les boissons spiritueuses ; Oliveira-Alves et *al.* [419], notent pour les

boissons spiritueuses à base de raisin une teneur variait de 0,01 à 0,03 mg.L⁻¹. Les vins rouges analysés par Winstel [420], présentaient une concentration moyenne de 98,6 µg/L en esculétine (de 12,3 à 268,9 µg/L) et une concentration moyenne de 13,1 µg/L en scopolétine (de 0 à 307,2 µg/L). Globalement, des valeurs plus faibles ont été mesurées pour les vins blancs avec une teneur moyenne de 40,8 µg/L en esculétine et 15,5 µg/L en scopolétine [420]. García-Martínez et al. [322], quantifiés dans un jus de raisin de la variété Airen, de l'esculétine à une concentration moyenne de l'ordre de 2,2 mg.L⁻¹.

Les coumarines sont d'importants métabolites secondaires que l'on trouve en abondance dans les plantes. De nombreuses études ont été menées sur l'isolement, la caractérisation structurale, la synthèse et l'activité biologique d'une grande variété de coumarines naturelles, dérivées d'arbres et de plantes, y compris certaines utilisées dans la production de boissons [421], ainsi que les coumarines obtenues par synthèse chimique [422]. Concernant leur structure chimique, les coumarines naturelles sont des lactones insaturées qui appartiennent à la classe chimique C₆C₃, c'est-à-dire une classe de benzopyrones (1,2-benzopyrones ou 2H-1-benzopyran-2-ones, constituées d'un cycle benzénique fusionné à un cycle α-pyrone), qui peuvent être considérés structurellement comme des dérivés de l'acide ortho-hydroxycinnamique. La majorité des coumarines naturelles, dont l'ombelliférone, la scopolétine et l'esculétine, entre autres, comprennent un substituant oxygéné en position 7 [423, 419].

5.2.9. Répartition des principaux composés phénoliques dans les jus de raisin étudiés

Une synthèse sur les différents composés phénoliques identifiés, et leur répartition dans les deux extraits de jus de raisin analysés ; est portée sur le tableau 4.27 et les figures 4.54 et 4.55.

L'analyse des différents résultats, confirme la richesse et l'abondance des composés flavonoïdes dans nos jus, ainsi les pourcentages respectifs sont de 66,6 et 68,4 %, suivi des composés non flavonoïdes, principalement des aides phénoliques, 26,62 et 20,55 %. Les autres composés aromatiques et/ou coumarines présentent les pourcentages les plus bas ; respectivement de 4,78 et 2,54 %. Des constats similaires ont été rapportés par plusieurs auteurs, en étudiant les différents cépages de raisin et leur jus. Natividade et al. [366], pour un total phénoliques quantifié, pour deux jus de cépages de cuve ; Tempranillo et Syrah ; 90,03 et 110 mg.L⁻¹ respectivement, légèrement supérieur à nos résultats, la part importante était des flavonoïdes ; 86,67 et 90,19 %. De même Lima et al. [335], en étudiant l'impact de différentes conditions de macération sur les jus de raisin produits en Brésil ; rapportent une teneur moyenne en composés phénoliques de 86,37 mg.L⁻¹ ; dont 73,28 de flavonoïdes, 25,93 d'acides

phénoliques et 0,77% de Stilbènes. Egalement Dutraa et *al.* [14] ; consolident nos données, ainsi dans un jus de raisin reconstitué, la répartition des composés phénoliques était de 66,66 de flavonoïdes, 32,10 d'acides phénoliques et 1,22% de Stilbènes.

Tableau 4.27 : Pourcentages de différents composés phénoliques identifiés

| Echantillons Composés | | Cardinal | | Merlot | |
|---------------------------------------|--------------------------|----------------------|--------------|----------------------|--------------|
| | | Q mg.L ⁻¹ | % | Q mg.L ⁻¹ | % |
| Polyphénols de raisin non flavonoïdes | Stilbènes | 1,46 | 2 | 5,96 | 8,51 |
| | Acide hydroxy benzoïque | 2,77 | 3,79 | 6,19 | 8,84 |
| | Acide hydroxy cinnamique | 16,70 | 22,83 | 8,2 | 11,71 |
| | Total acides phénoliques | 19,47 | 26,62 | 14,39 | 20,55 |
| | Total | 20,93 | 28,62 | 20,35 | 29,06 |
| Polyphénols de raisin Flavonoïdes | Tanins | 11,35 | 15,52 | 10,45 | 14,92 |
| | Flavonols | 2,74 | 3,75 | 3,8 | 5,43 |
| | Anthocyanes | 11,1 | 15,18 | 9,14 | 13,05 |
| | Flavanones | 16,17 | 22,11 | 15,40 | 21,45 |
| | Flavone | 7,35 | 10,05 | 9,49 | 14,35 |
| | Total | 48,71 | 66,6 | 47,9 | 68,4 |
| Autres composées phénoliques | Coumarines | 3,5 | 4,78 | 0,94 | 1,34 |
| | Alcaloïdes aromatiques | 00 | 00 | 0,38 | 0,54 |
| | Monomères | 00 | 00 | 0,46 | 0,65 |
| | Total | 3,5 | 4,78 | 1,78 | 2,54 |
| Total phénoliques | | 73,14 | 100 | 70,03 | 100 |

Myrtsi et *al.* [371], dans la caractérisation phénolique de trois variétés de raisins ; Mandilaria, Aidani mavro (cépages rouge) ; confirme d'avantage les résultats de la présente et les pourcentages respectifs obtenus étaient ; de 67,53, 74,79 de flavonoïdes, 38,80, 23,60 d'acides phénoliques et 1,25, 1,60 % de Stilbènes. La même observation a été émise dans une étude de composés phénoliques et activité antioxydante dans les jus de raisin par Cosme et *al.* (2018) [319] ; la répartition phénolique était comme suit ; 80,44, 81,61 de flavonoïdes, 18,81, 17,78 d'acides phénoliques et 0,74, 0,61 % de stilbènes.

Cependant ce constat n'est pas toujours vérifié, Ide et *al.* [261], dans leur étude sur les jus de raisin obtenus à la vapeur ; obtiennent un total phénoliques quantifiés par HPLC soit, variait de 43,8 à 69,8 mg.L⁻¹, constitué principalement d'acides phénoliques, soit 90,54 à 91,78 %. Eyduran et *al.* [271] ; enregistrent un total phénolique quantifié par HPLC, de l'ordre de 7,53 (Kerim Gandi) et 13,97 mg.L⁻¹ (Beyaz Kismis), beaucoup plus faible que le nôtre. Composé respectivement d'acides phénoliques (65,07 et 73,73 %) et de flavonoïdes (34,92 et 27,48 %).

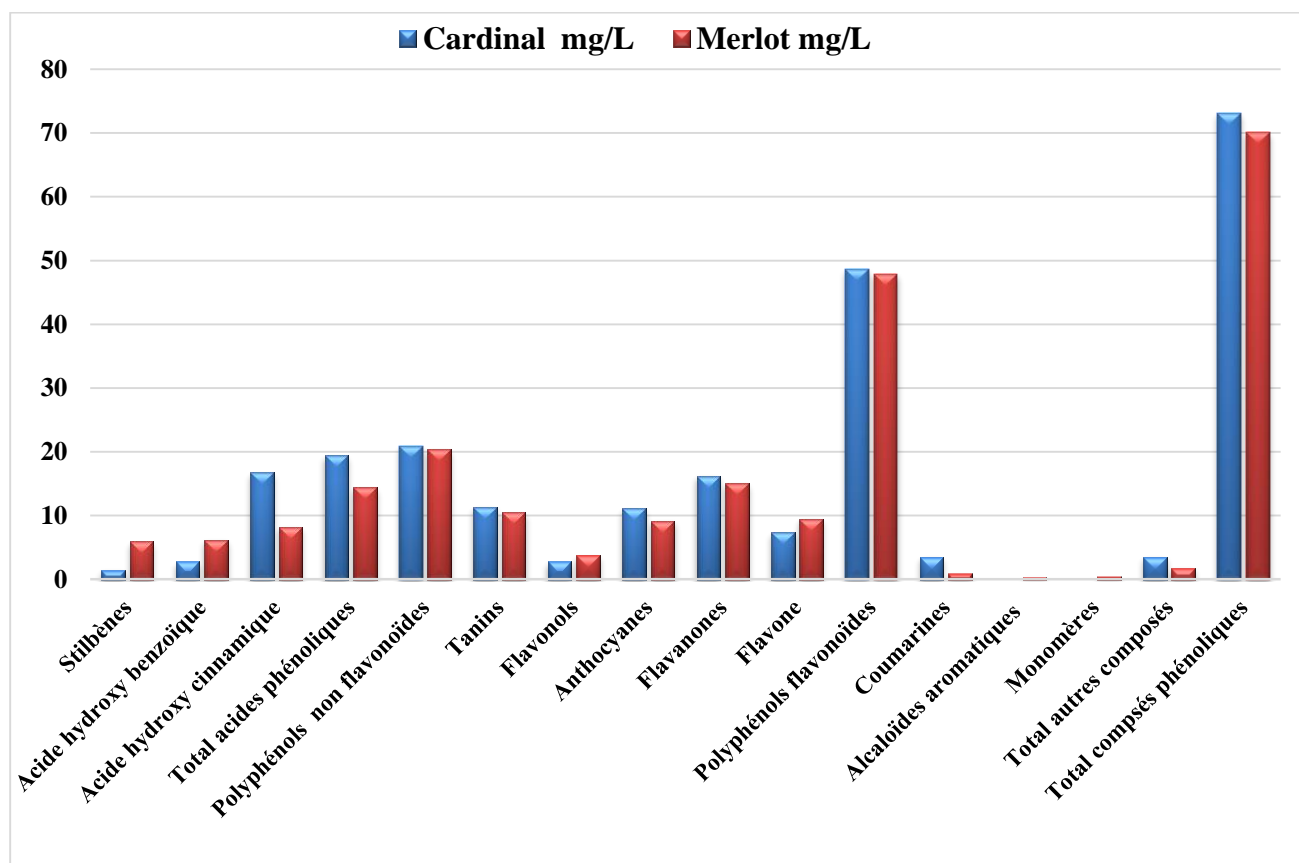


Figure 4.54 : Teneurs de différents, composés phénoliques identifiés par HPLC dans les deux extraits analysés

Tout fois des répartitions très hétérogène entre les différents échantillons analysés sont décelées, notamment pour les deux composés phénoliques majoritaire des raisins ; les flavonoïdes et les acides phénoliques. Kekelidze et *al.* [334] dans l'étude des teneurs en antioxydants - Composés phénoliques, dans les différents échantillons de vins rouges de Géorgie « Kindzmarauli » et « Saperavi », notent des profils très variés, une large gamme de répartition des composés phénoliques est obtenue ; les flavonoïdes (36,64 à 76,33), acides phénoliques (13,55 à 59,84), alcaloïdes aromatiques (2,09 à 27,63) et les stilbènes (1,036 à 3,92 %). Egalement, Onache et *al.* [28] ; dans l'évaluation des composés phénoliques bioactifs dans les moûts et les vins correspondants des cépages blancs et rouges ; indiquaient une large gamme

de produits, cependant des quantités de phénols totales, quantifiées par HPLC étaient faibles pour les cépages blancs ; soit de 4,9 à 17,93 mg.L⁻¹. Les flavonoïdes représentaient ; 20,61 à 76,5 %, tandis que les acide phénolique représentaient, 30,11 à 69,59 % de total phénolique quantifié. La quantité et le type de composés phénoliques présents dans le jus de raisin dépendent du cépage, du climat, des conditions viticoles et du processus d'obtention du jus. [322].

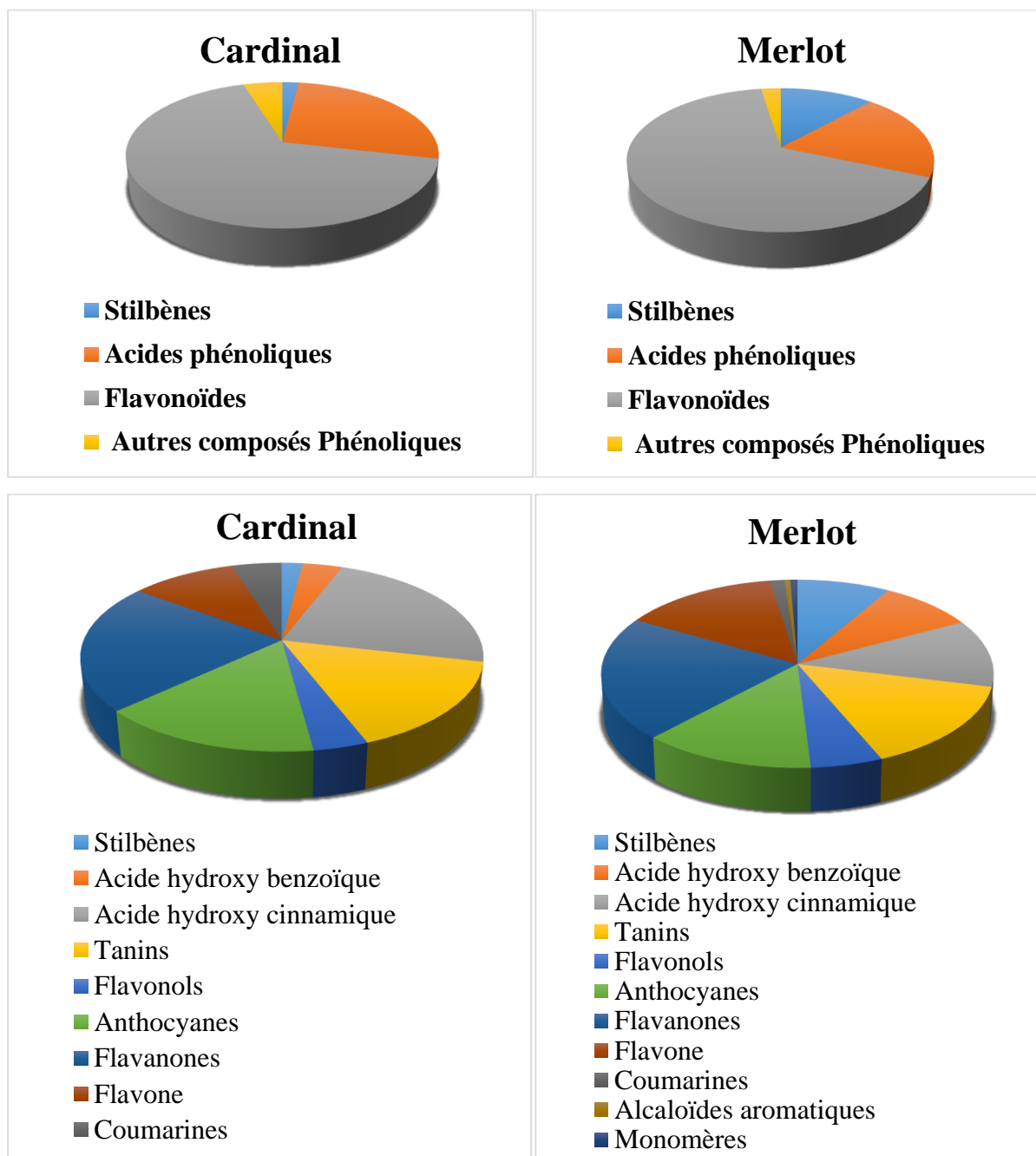


Figure 4.55 : Distribution des principaux composés phénoliques identifiés dans les deux extraits étudiés

Conclusion

Le présent travail est une contribution à la caractérisation ; pomologique, sensorielle, nutritionnelle et phénolique, de cinq (5) cépages du raisin de table et trois (3) de cuve, issus de la région de Tipaza en Algérie ; en vue d'une éventuelle valorisation dans le domaine alimentaire. Et à travers lequel, un grand nombre de données ont été obtenues ; à la fois ; sur les métabolites bioactifs associés à la santé et composés liés au système qualité organoleptique des cépages de table et de cuve.

En premier volet de projet, en comparant les raisins et leurs jus ; on conclut que chaque cépage possède ses propres caractéristiques et parfois similaires ou très proches entre eux. En fait ; deux grands ensembles se distinguent ; les cépages du cuve avec les masses et dimensions des baies les plus faibles, des niveaux élevés en poids pelliculaire notamment pour le Merlot et la Syrah, de 12,35 et 13,18 g/100g de baie à l'état frais et de 5,07 et 5,13 g/100g de baie à l'état sec, respectivement. Ils présentent ; un fore arôme fruité proche de la note confiture, un degré d'astringence pelliculaire plus au moins important. Leurs jus sont marqués par des taux ; d'acidité, sucres totaux et solides solubles élevés et donc des rapports ST/A bas respectivement de 26,68 et 23,77. Egalement, des teneurs en cendres et fer faibles, autant de caractéristiques recherchées en vinification et bien que d'autres pistes de valorisation peuvent être envisageables, tels l'assemblage avec d'autres fruits ayant une faible teneur en sucres., l'entrant dans une gamme de valeur se rapprochant des autres jus de fruits au niveau de l'équilibre sucre/acide et de réduire ainsi leurs teneurs en sucres. Dans le second groupe composées du raisin de tables ; le Red Globe est maqué par ; ses niveaux en descripteurs pomologiques les plus élevés, la teneur en eau de ses graines qui est de double comparée aux autres cépages avec 41,27 % de poids totale de pépins. Il développe ; un arôme dominant neutre proche de fruité, une astringence pelliculaire relativement faible et de moindre résistance au broyage. Son jus présente des valeurs faibles en extrait secs solubles et sucres totaux ; avec respectivement 14,75° Brix et 12,75%, ce qui le rapproche d'avantage des jus d'autres espèces de fruit. De plus ce cépage ; Red Globe ; nouvelement introduit voir en en 2004, est de plus en plus cultivé et très bien apprécié par les agriculteurs, pour sa robustesse et sa résistance après rcolte, son fruit peut tenir plusieurs jours sans se détériorer, de ces faits il peut construire une alternative prometteuse pour la filière viticole, via son incorporation dans l'industrie de transformation alimentaire.

Le deuxième volet de projet, révèle la forte richesse des jus de raisin étudiés en antioxydants ; notamment en caroténoïdes et en polyphénols. Les cépages noirs ; Gros noir, Syrah, Cinsault et Merlot, sont les plus riches, suivis de cépages rouges ; Cardinal et Red Globe et enfin des deux cépages blancs ; Muscat et Italia. Il est évident qu'en raison de leur couleur

noire et, par conséquent, leur teneur en anthocyanes, les niveaux les plus élevés des activités antioxydantes sont observées dans les cépages ; Gros noir, Syrah, Cinsault et Merlot. En effet, à une faible concentration, soit de l'ordre de 60 mg/ml, les antioxydants contenus dans ses derniers, inhibent totalement l'activité du radical libre DPPH, suivi par les cépages rouges et en fin par les cépages blancs qui nécessitent une concentration en antioxydants soit supérieure à 200 mg/ml. Ses activités, présentent de bonnes corrélations linéaires avec les teneurs en composés phénoliques, en flavonoïdes, en caroténoïdes et en vitamine C, avec des coefficients de corrélations " r^2 " respectifs ; de 0,887, 0,859, 0,749 et 0,802 pour le pouvoir réducteur et de 0,940, 0,894, 0,729 et 0,810 pour l'activité anti-radicalaire. Tenant compte, de nombres très limités, des données sur la bioactivité des cépages cultivés en Algérie, les résultats de la présente, deviennent vraiment précieux et important. En effet ses derniers, ont montré que les cépages étudiés peuvent être considérés comme de précieuses sources naturelles d'antioxydants utiles à des fins alimentaires et pharmaceutiques.

La caractérisation des extraits méthanolique, de deux jus de raisin ; Cardinal et Merlot par HPLC ; montre une grande diversité de composés identifiés (54 composés), tant sur le plan quantitatif que qualitatif. Et l'observation la plus importante, étant l'identification de certains composés phénoliques, soit rarement quantifié ou trouvés à des concentrations faibles dans le raisin, s'agit-il de flavonones, dont nous avons, de l' hespérétine qui enregistre respectivement 22,11 et 21,45 % de total phénolique quantifié. Un second cas ; concerne les flavones, principalement la 5-hydroxyflavone qui présente respectivement 8,35 et 9,68 % de total phénolique quantifié. Cela pourrait faire de la 5-hydroxyflavone et d' hespérétine, des biomarqueurs potentiels, pour l'utilisation de ses jus dans le domaine alimentaire et / ou pharmaceutique comme aliments fonctionnel. Ceci, à son tour, conforte les propriétés nutraceutiques de ce produit naturel et son utilisation dans la formulation d'aliments et de boissons destinés aux enfants et aux sportifs. L'inclusion du jus de raisin dans les aliments les enrichit non seulement en sucres naturels mais aussi en polyphénols, molécules bioactives qui favorisent la santé et préviennent le développement de maladies, ce qui est directement lié à l'objectif de développement durable « Bonne santé et bien-être » de l'ONU. Programme 2030. Cependant, des recherches supplémentaires sont nécessaires pour déterminer la teneur en d'autres polyphénols, principalement des composés polaires plus solubles, qui contribueraient à étendre l'intérêt de ce produit dans le régime méditerranéen.

Les résultats trouvés confirment l'importance du jus de raisin comme source potentiel de composés phénoliques, fournissent ainsi des informations sur la distribution des composés phénoliques dans différents cultivars de raisins du Tipaza en Algérie. De ce fait, ils représentent

de précieuses données, qui aident particulièrement les chercheurs à soutenir leur décision, car certaines connaissances empiriques peuvent désormais être soutenues par des résultats objectifs, et qui pourraient servir de base de données précieuse pour des recherches ultérieures, visant à étudier la composition polyphénolique de différentes variétés de jus de raisin. Enfin, la valorisation de ces variétés pourra également être explorée en ce qui concerne la présence de composés bioactifs potentiels dans de futurs essais *in vivo*.

Enfin, l'ensemble des résultats de ces analyses, obtenus uniquement avec des raisins appartenant à huit variétés provenant de la saison 2019, doivent être répétées sur plusieurs saisons afin de confirmer les qualités réelles de ces raisins et leur garantir la place qui leur revient sur le marché mondial des raisins. Cela permettra aussi de sélectionner les meilleures variétés et de répandre leur culture à travers le territoire national et aboutir ainsi à des appellations d'origine contrôlée (AOC) algériennes.

Références Bibliographiques

- [1]. **Reynier A., 1989.** Manuel de viticulture. 5e édition. J.L. Bailliere. Paris. 406p.
- [2]. **Galet., P., 1998.** Précis de viticulture. 7 eme ed. Déhan. Montpellier. 561p.
- [3]. **O.I.V. (2019).** Organisation international de la vigne et de vin ; Statistiques de viticulture mondiale.
- [4]. **M.A.D.R. (2018).** Ministère de l' agriculture et de développement rural ; données statistiques.
- [5]. **Keller M. (2020).** *The Science of Grapevines*, 3rd Edn. London: Academic Press.
- [6]. **Ivanova-Petropulos V., Ricci A., Nedelkovski D., Dimovska V., Parpinello G. P., Versari A. (2015).** Targeted analysis of bioactive phenolic compounds and antioxidant activity of Macedonian red wines. *Food Chem.* 171, 412–420. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.09.014.
- [7] **ITAFV. (2000).** Guide variétale de la vigne. Edition ECHO plus Alger. 32p.
- [8]. **Ezzahouani A. (2002).** La qualité des raisins de table ; effets de certaines pratiques culturales. Programme national de transfère de technologie en Agriculture PNTTA n° 90 ;
- [9]. **Dutra M. C. P., Rodrigues L. L., Oliveira D., Pereira G. E., & dos Santos Lima M. (2018a).** Integrated analyses of phenolic compounds and minerals of Brazilian organic and conventional grape juices and wines: Validation of a method for determination of Cu, Fe and Mn. *Food Chemistry*, 269, 157–165. doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.014.
- [10]. **Dutra M. C. P., De Souza J. F., Viana A. C., De Oliveira D., Pereira G. E., & dos Santos Lima M. (2018b).** Rapid determination of the aromatic compounds methyl-anthranilate, 2'-aminoacetophenone and furaneol by GC-MS: Method validation and characterization of grape derivatives. *Food Research International*, 107, 613–618. 10.1016/j.foodres.2018.03.020.
- [11]. **Coelho E. M., Da Silva Padilha C. V., Miskinis G. A., De Sá A. G. B., Pereira G. E., De Azevêdo L. C., et al. (2018).** Simultaneous analysis of sugars and organic acids in wine and grape juices by HPLC: Method validation and characterization of products from Northeast Brazil. *Journal of Food Composition and Analysis*, 66, 160–167. doi.org/10.1016/j.jfca.2017.12.017.
- [12]. **Guler A., Tokusolgu O., & Artik N. (2018).** Alterations on phenolic compounds and antioxidant activity during sour grape juice concentrate processing. *Ciência e Técnica Vitivinícola*, 32, 136–144. doi.org/10.1051/ctv/20183302136.
- [13]. **Li N., Wei Y., Wang J., Zhou J., & Wang J. (2019).** Optimization of deacidification for concentrated grape juice. *Food Science & Nutrition*, 7, 2050–2058. doi.org/10.1002/fsn3.1037.

- [14]. **Dutra M. D. C. P., Viana A. C., Pereira G. E., Nassur R. D. C. M. R., dos Santos Lima M. (2021).** Whole, concentrated, and reconstituted grape juice: Impact of processes on phenolic composition, "foxy" aromas, organic acids, sugars, and antioxidant capacity. *Food Chem.* 343, 128399. doi: 10.1016/j.foodchem.2020.128399
- [15]. **Mendes Ferreira A., Mendes-Faia A. (2020).** The role of yeasts and lactic acid bacteria on the metabolism of organic acids during winemaking. *Foods* 9, 1231. Doi : 10.3390/foods9091231
- [16]. **Ricardo-da-Silva J. M., Rosec J. P., Bourzeix M., Mourgues J., Moutounet M. (2015).** Dimer and trimer procyanidins in Carignan and Mourvedre grapes and red wines. *VITIS-Journal of Grapevine Research* 31 (1), 55.
- [17]. **Shiraishi M., Fujishima H., Chijiwa H. (2010).** Evaluation of table grape genetic resources for sugar, organic acid, and amino acid composition of berries. *Euphytica* 174, 1–13. Doi : 10.1007/s10681-009-0084-4.
- [18]. **Liu H. F., Wu B. H., Fan P. G., Li S. H., Li L. S. (2006).** Sugar and acid concentrations in 98 grape cultivars analyzed by principal component analysis. *J. Sci. Food Agric.* 86, 1526–1536. doi: 10.1002/jsfa.2541.
- [19]. **Keskin N., Yağcı A., Kunter B., Sucu S., Cangı R., Topçu Altıncı N. (2019).** Mineral content of berries in native grape cultivars grown in mid-black sea zone. *J. Agric. Faculty Gaziosmanpasa Univ.* 36, 220–230. doi: 10.13002/jafag4596.
- [20]. **Kunter B., Unal O. B., Keskin S., Hatterman-Valenti H., and Kaya O. (2024)** Comparaison des composants sucre et acide organique de dix-sept cépages de table produits à Ankara (Türkiye) : une étude sur deux saisons consécutives. *Front Plant Sci.*15: 1321210. Doi : 10.3389/fpls.2024.1321210.
- [21]. **Sabra A., Netticadan T., Wijekoon C. (2021).** Grape bioactive molecules, and the potential health benefits in reducing the risk of heart diseases. *Food Chem. X* , 12, 100149.
- [22] **Zhou D.-D., Li J., Xiong R.-G., Saimaiti A., Huang S.-Y., Wu, S.-X., Yang Z.-J., Shang A., Zhao C.-N., Gan R.-Y., et al. (2022).** Bioactive Compounds, Health Benefits and Food Applications of Grape. *Foods* , 11, 2755.
- [23]. **Banc R., Popa- D.S., Cozma-Petruț A., Filip L., Kiss B., Fărcaș A., Nagy A., Miere D., Loghin F. (2022).** Protective Effects of Wine Polyphenols on Oxidative Stress and Hepatotoxicity Induced by Acrylamide in Rats. *Antioxidants* , 11, 1347.

- [24]. **Manzoor M.F., Arif Z., Kabir A., Mehmood I., Munir D., Razzaq A., Ali A., Goksen G., Coşier V., Ahmad N., et al. (2022).** Oxidative stress and metabolic diseases: Relevance and therapeutic strategies. *Front. Nutr.* 9, 2150.
- [25] **Banc R., Loghin F., Miere D., Ranga F., Socaciu C. (2020).** Phenolic composition and antioxidant activity of red, rosé and white wines originating from Romanian grape cultivars. *Not. Bot. Horti Agrobot.* 48, 716–734.
- [26] **Beara I.N., Torović L.D., Pintać D., Majkić T.M., Orčić D.Z., Mimica-Dukić N.M., Lesjak M.M. (2018).** Polyphenolic profile, antioxidant and neuroprotective potency of grape juices and wines from Fruška Gora region (Serbia). *Int. J. Food Prop.* 20, S2552–S2568.
- [27]. **Hornedo-Ortega R., González-Centeno M.R., Chira K., Jourdes M., Teissedre P.-L. (2020).** Phenolic Compounds of Grapes and Wines: Key Compounds and Implications in Sensory Perception. In *Chemistry and Biochemistry of Winemaking, Wine Stabilization and Aging*; Intech Open: London, UK, pp. 1–27.
- [28]. **Onache P. A., Geana E.-I., Ciucure C. T., Florea A., D. I. Sumedrea D. I., Ionete R. E. and Tița O. (2022).** Composition phytochimique bioactive du marc de raisin résultant de différents cultivars de raisin blanc et rouge. *Separations* ,9(12), 395 ; doi.org/10.3390/separations9120395.
- [29]. **Dong-Ping X., Ya L., Xiao M., Tong Z., Yue Z., Jie Z., Jiao-Jiao Z., Hua-Bin L. (2017).** Natural Antioxidants in Foods and Medicinal Plants : Extraction, Assessment and Resources. *Int. J. Mol. Sci.* 18: 777–780.
- [30]. **Kumar K., Yadav A.N., Kumar V., Vyas P., Dhaliwal H.S. (2017).** Food waste: A potential bioresource for extraction of nutraceuticals and bioactive compounds. *Bioresour. Bioprocess.* 2017 ; 4:1–14. Doi : 10.1186/s40643-017-0148-6.
- [31]. **Lourenço S.C., Moldão-Martins M., Alves V.D. (2019).** Antioxidants of Natural Plant Origins: From Sources to Food Industry Applications. *Molecules.* 24:4132. doi: 10.3390/molecules24224132.
- [32]. **Averilla J.N., Oh J., Kim H.J., Kim J.S., Kim J.S. (2019).** Potential health benefits of phenolic compounds in grape processing by-products. *Food Sci. Biotechnol.* 28: 1607–1615. Doi : 10.1007/s10068-019-00628-2.
- [33]. **Hassan Y.I., Kosir V., Yin X., Ross K., Diarra M.S. (2019).** Grape Pomace as a Promising Antimicrobial Alternative in Feed: A Critical Review. *J. Agric. Food Chem.* 67: 9705–9718. Doi : 10.1021/acs.jafc.9b02861.

- [34]. **Gupta M., Dey S., Marbaniang D., Pal P., Ray S., Mazumder B (2020).** Grape seed extract: Having a potential health benefits. *J. Food Sci. Technol.* 57: 1205–1215. Doi : 10.1007/s13197-019-04113-w.
- [35]. **Ivanova N.N., Khomich L.M., Perova I.B., Eller K. (2018).** [Grape juice nutritional profile] *Vopr. Pitan.* ; 87: 95–105.
- [36]. **Potì F., Santi D., Spaggiari G., Zimetti F., Zanotti I. (2019).** Polyphenol Health Effects on Cardiovascular and Neurodegenerative Disorders: A Review and Meta-Analysis. *Int. J. Mol. Sci.* 20: 351. Doi : 10.3390/ijms20020351.
- [37]. **Lupoli R., Ciciola P., Costabile G., Giacco R., Di Minno M.N.D., Capaldo B. (2020).** Impact of Grape Products on Lipid Profile : A Meta-Analysis of Randomized Controlled Studies. *J. Clin. Med.* 9: 313. Doi : 10.3390/jcm9020313.
- [38]. **García-Martínez D.J., Funes J.C., Saborido C.M., Santos C. (2020).** Grape Polyphenols to Arrest in Vitro Proliferation of Human Leukemia Cells: A Systematic Review and Meta-analysis. *Food Rev. Int.* : 1–18. Doi : 10.1080/87559129.2020.1810700.
- [39]. **Marx W., Kelly J., Marshall S., Nakos S., Campbell K., Itsiopoulos C. (2017).** The Effect of Polyphenol-Rich Interventions on Cardiovascular Risk Factors in Haemodialysis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients.* 2017;9:1345. doi: 10.3390/nu9121345.
- [40]. **Saiko P., Szakmary A., Jaeger W., Szekeres T. (2008).** Review: Resveratrol and its analogs: Defense against cancer, coronary disease and neurodegenerative maladies or just a fad? *Mutat. Res.* 658: 68–94. doi: 10.1016/j.mrrev.2007.08.004.
- [41]. **Penumathsa S.V.V., Maulik N.(2009).** Resveratrol: A promising agent in promoting cardioprotection against coronary heart disease. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 87: 275–286. Doi : 10.1139/Y09-013.
- [42]. **Barbalho S.M., Ottoboni A.M.M.B., Fiorini A.M.R., Élen L.G., Nicolau C.C.T., Goulart R.D.A., Flato U.A.P. 2020).** Grape juice or wine: Which is the best option? *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 60: 3876–3889. Doi : 10.1080/10408398.2019.1710692.
- [43]. **Copetti C., Franco F.W., Machado E.D.R., Soquetta M.B., Quatrin A., Ramos V.D.M., Moreira J.C.F., Emanuelli T., Sautter C.K., Penna N.G. (2018).** Acute Consumption of Bordo Grape Juice and Wine Improves Serum Antioxidant Status in Healthy Individuals and Inhibits Reactive Oxygen Species Production in Human Neuron- Like Cells. *J. Nutr. Metab.* 1–11. Doi : 10.1155/2018/4384012.
- [44]. **Zuanazzi C., Maccari P.A., Beninca S.C., Branco C.S., Theodoro H., Vanderlinde R., Siviero J., Salvador M. (2019).** White grape juice increases high-density lipoprotein

cholesterol levels and reduces body mass index and abdominal and waist circumference in women. *Nutrition*. 57: 109–114. Doi : 10.1016/j.nut.2018.05.026.

[45]. Neto M.M., da Silva T.F., de Lima F.F., Siqueira T.M.Q., Toscano L.T., de Moura S.K.M.S.F., Silva A.S. (2017). Whole Red Grape Juice Reduces Blood Pressure at Rest and Increases Post-exercise Hypotension. *J. Am. Coll. Nutr.* ; 36: 533–540. Doi : 10.1080/07315724.2017.1331385.

[46]. Callaghan C.M., Leggett R.E., Levin R.M. (2016). A Comparison of the Antioxidants and Carbohydrates in Common Wines and Grape Juices. *Free Radic. Antioxid.* 7: 86–89. doi: 10.5530/fra.2017.1.13.

[47]. Xia L., Xu C., Huang K., Lu J., Zhang Y. (2019). Evaluation of phenolic compounds, antioxidant and antiproliferative activities of 31 grape cultivars with different genotypes. *J. Food Biochem.* 43 : e12626. Doi : 10.1111/jfbc.12626.

[48]. García-Martínez D. J., Arroyo-Hernández M., Posada-Ayala M., and Celia Carrillo C. S. (2021). La teneur élevée en quercétine et en catéchine du jus de raisin Airen soutient son application dans la production d'aliments fonctionnels. *Foods*. 2021 Jul; 10(7): 1532. Published online 2021 Jul 2. doi: 10.3390/foods10071532

[49]. Derradji-benmeziane F., Djamai R., Cadot Y. (2014). Antioxidant capacity, total phenolic, carotenoid, and vitamin c contents of five table grape varieties from algeria and their correlations. *International Journal of Vine and Wine Sciences* 48, 153-162.

[50]. Bari L.R., Ghanbari A., Darvishzadeh R., Giglou M.T., Baneh H.D. (2021). Discernment of grape rootstocks base on their response to salt stress using selected characteristics in combination with chemometric tools. *Food Chem* 365, 130408.

[51] INRAA. (2006). Deuxième rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture. 67 p.

[52]Caid N. N. (2021). Les causes de la régression de la vigne dans la wilaya de Mostaganem. Thèse de Doctorat ; Université d'Oran 2 Faculté des sciences de l'univers et de la terre. 406 p.

[53] (OIV, 2022). Note de conjoncture vitivinicole mondiale. 20p.

[54] OIV. (2007). Situation de secteur vitivinicole mondial en 2007.69p.

[55] OIV. (2017). Elément de conjoncture vitivinicole mondiale. 5p.

[56] MADR. (2019). Statistiques agricoles de la vigne en Algérie. Ministère de l'agriculture et de développement rural.

[57] Aiter N. (2021). Assainissement et régénération de quelques cépages autochtones de vigne *Vitis vinifera L.* Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques. Université de Blida 1. 153P.

- [58] **MADR. (2020)**. Statistiques agricoles de la vigne en Algérie. Ministère de l'agriculture et de développement rural.
- [59] **Alem E. M. (2014)**. Etude de la diversité génétique de *Botrytis cinerea* Pers. : FR. Agent de la pourriture grise de la vigne. Thèse de Magister en sciences Agronomiques. Ecole nationale supérieure Agronomique El Harrache Alger. 70p.
- [60]. **ANIREF (2021)**. Agence national d'intermédiation et régulation foncière ; données statistiques
- [61]. **D.S.A. (2020)**. Direction des services agricoles de la wilaya de Tipaza ; données
- [62] **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. and 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. *Ann. Bot.* 105, 443–455.
- [63] **Taillis D. (2021)**. Etude d'un extrait enrichi en stilbènes complexes pour le contrôle des maladies du vignoble. Thèse de doctorat. Université de Bordeaux école doctorale des sciences de la vie et de la santé spécialité biologie végétale. 249p.
- [64] **Olmo H.P. (1986)**. The potential role of (*vinifera* x *rotundifolia*) hybrids in grape variety improvement. *Experientia* 42, 921–926.
- [65] **Hardie W.J. (2000)**. Grapevine biology and adaptation to viticulture. *Aust. J. Grape Wine Res.* 6, 74–81.
- [66] **Patrick E. McGovern, (2003)**. Ancient wine : the search for the origins of viniculture, Princeton. ed, Notes and Queries. Princeton University Press.
- [67] **Cantu D. and Walker A. (2019)** The grape genome, *Compendium. ed. Springer Nature Switzerland*.
- [68] **This P., Lacombe T. and Thomas M.R. (2006)**. Historical origins and genetic diversity of wine grapes. *Trends Genet.* 22, 511–519.
- [69] **AGPIII. (2009)**. Classification for the orders and families of flowering plants. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 2009, 161, pp. 105-121
- [70] **Kremer C. (2019)**. Le raisin et ses intérêts thérapeutiques. Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie. Université de Lorraine. 137p.
- [71] **Louvieux J. (2004)**. Mesure de l'efficacité d'extraits d'algues sur la vigne (*Vitis vinifera* L.), Disponible sur http://www.memoireonline.com/02/08/908/m_mesure-efficacite-extraits-algues-vigne_activite-photosynthetique-analyses-chimiques0.html (page consultée le 24/01/2023).

- [72] **Scheromm P. (2011)**. Quand le raisin se fait vin. Versailles : Quae, 2011, pp. 64-65 (160p).
- [73] **Grigg D., Methven D., de Bei R., Rodríguez López C.M., Dry P. and Collins C. (2018)**. Effect of vine age on vine performance of Shiraz in the Barossa Valley, Australia. *Aust. J. Grape Wine Res.* 24, 75–87.
- [74] **Reynier A. (2016)**. Physiologie de la vigne. Manuel de Viticulture. Lavoisier (Ed.).
- [75] **Wolf T.K. (2008)**. Wine grape production guide for eastern North America, Virginia P. (Ed.).
- [76] **Scholefield P., Neales T. and May P. (1978)**. Carbon balance of the sultana vine (*Vitis vinifera* L.) and the effects of autumn defoliation by harvest-pruning. *Funct. Plant Biol.* 5, 561.
- [77] **Zapata C., Deléens E., Chaillou S. and Magné C. (2004)**. Partitioning and mobilization of starch and N reserves in grapevine (*Vitis vinifera* L.). *J. Plant Physiol.* 161, 1031–1040.
- [78] **Pouget R. (1988)**. Le débourrement des bourgeons de la vigne : méthode de prévision et principes d'établissement d'une échelle de précocité de débourrement. *Connaiss. Vigne Vin* 22, 105–123.
- [79] **Institut Français de la Vigne et du Vin. (2018)**. La grêle et le gel de printemps : *Les Cah. itinéraires d'ITV Fr.* 27, 36.
- [80] **Dokoozlian N.K. (2000)**. Grape berry growth and development, in: *The Grapevine*. 30-37.
- [81] **Coombe B.G. and Mccarthy M.G. (2000)** Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening. *Aust. J. Grape Wine Res.* 6, 131–135.
- [82] **Ollat N., Diakou-Verdin P., Carde J.P., Barrieu F., Gaudillère J.P. and Moing A. (2002)**. Grape berry development : A review. *J. Int. la Sci. la vigne du vin.* 36, 109–131.
- [83] **Venkitasamy C., Zhao L., Zhang R. & Pan Z. (2019)**. Pomegranate. *Integrated Processing Technologies for Food and Agricultural By-Products*, 181–216. doi:10.1016/b978-0-12-814138-0.00008-3.
- [84] **Retournard D. (1997)**. *La vigne Rustica*. p. 111.
- [85] **Navarre C. et Langlade F. (2003)**. *L'œnologie*. Lassay-les-Châteaux : Tec and Doc ed, 2003, 5eme Edition, p. 364
- [86] **Botineau M. (2010)**. *Botanique systématique et appliquée des plantes à fleurs*. Tec and Doc Lavoisier, 2010, p. 1336.
- [87] **PILLET J. (2011)**. Impact du microclimat sur le métabolisme de la baie de raisin. Thèse de Doctorat. Université Victor Segalen Bordeaux 2 244p. 12-13p
- [88] **Kennedy J.A., Matthews M.A., Waterhouse A.L. (2002)**. Effect of maturity and vine water status on grape skin and wine flavonoids. *Amer. J. Enol. Vitic.*, 53, 268–274.

- [89] Dokoozlian, N. K., et W. M. Kliewer. (1996). « Influence of light on grape berry growth and composition varies during fruit development ». *Journal of the American Society for Horticultural Science* 121 (5): 869-874.
- [90] Deluc L.G., Jérôme G., Matthew D. W., Richard L.T., David R.Q., Craig O., David A.S., Karen A. S., John C. C., et Grant R. C. (2007). « Transcriptomic and Metabolite Analyses of Cabernet Sauvignon Grape Berry Development ». *BMC Genomics* 8 (1): 429. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-8-429>
- [91] Fortes A.M., et Maria S. P. (2016). « Grape (Vitis Species) ». In *Nutritional Composition of Fruit Cultivars*, 257-286. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408117-8.00012-X>.
- [92] Conde C., Paulo S., Natacha F., Alberto C.P., Dias R. M., Tavares M.J., Sousa A. A., Serge D. & Hernâni G. (2007). Biochemical Changes throughout Grape Berry Development and Fruit and Wine Quality, *Global Science Books*.
- [93] Hansse Gluszk J. (2019). Les vertus méconnues de la vigne et du raisin. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de Lille, 125.
- [94] Mazoyer M., Aubineau M., Bermond A. , Boualer J., Ney B. et Roger- Estrade J. (2002). Larousse agricole. Ed. Mathilde Majorel assistée de Nora Schott, Thierry Olivaux, dossier « institutions et organismes » et « données économiques ». 767p.
- [95] Simon J.L., Eggenberger W., Koblet W., Mischler M. et Schwarzen-Bach J. (1992). Bases scientifiques et technologiques de la viticulture, 3^{ème} Ed., Payot Lausanne, 223P.
- [96] ITAFV. (2017). Guide variétale de la vigne de table. 15p.
- [97]. Ecole du vin muscadelle, « Les différents constituants du raisin et du vin ». Isabelle Roberty.
- [98]. Reynier A. (2007). Manuel de viticulture. 10e édition. TEC&DOC, L. ed.
- [99]. Walker A.R., Lee E., Robinson S.P. (2006). Two new grape cultivars, bud sports of Cabernet Sauvignon bearing pale-coloured berries, are the result of deletion of two regulatory genes of the berry colour locus. *Plant molecular biology* 62, 623-35.
- [100]. El darra N. (2013). Etude de la maturité phénolique Optimisation du suivi de la maturité phénolique du raisin du domaine KSARA-Békaa-Liban. Thèse de doctorat Spécialité : Génie des Procédés Industriels et développement durable : 351 P UTC.
- [101]. Lemoigne M. (2008). Recherche de mesures innovantes pour suivre la qualité du raisin de cabernet franc pendant sa maturation. Thèses de Doctorat. Ecole doctorale d'angers. Spécialité : sciences agronomiques. Université d'angers.p.7.8.

- [102]. Carmona M.J., Chaïb J., Martínez-Zapater J.M., Thomas M.R. (2008). A molecular genetic perspective of reproductive development in grapevine. *Journal of experimental botany* 59, 2579-96
- [103]. Huglin P., Schneider C. (1998). *Biologie et écologie de la Vigne*. 2e édition, Lavoisier, ed
- [104] Diakou P. & Carde J.P. (2001). In situ fixation of grape berries. *Protoplasma*, 218, 225-235.
- [105]. Demelin E. (2012). « Le raisin et ses applications thérapeutiques », Thèse d'exercice, Université de Limoges. Faculté de médecine et de pharmacie, France, 2012. Diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de Lille, 125.
- [106]. Vigor C., Crauste C., Vercauteren J. (2013). « Vin blanc et santé. Un vin qui n'a pas « à rougir » de sa couleur ». Ibmm université montpellier.
- [107]. Bouquet F. (2010). Propriétés pharmacologique de la vigne rouge. Thèse d'exercice ; Université de Lille, France.
- [108]. Amira-Guebailia H. (2007). Polyphénols des sarments et des rafles de la vigne (*Vitis vinifera* L.) et du vin, purification, dosage et activités biologiques. Thèse de Doctorat en chimie. Université Badji Mokhtar - Annaba. P 123.
- [109]. Blouin J., & Guimberteau G. (2000). *Maturation et maturité des raisins*. Paris : Editions Féret.
- [110]. Carles J. (1977). *La Chimie du vin*. Paris, France : PUF.
- [111]. Christin P.A. et Junod O. (2004). Futura-Sciences : la chimie du vin, p. 3
- [112]. Lefief-Delcourt A. (2010). *Le raisin malin*. Ed. Leduc s, p. 191
- [113]. Nawaz H., John Shi G.S. M., et Yukio K. (2006). « Extraction of Polyphenols from Grape Seeds and Concentration by Ultrafiltration ». *Separation and Purification Technology* 48 (2): 176-181. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2005.07.006>.
- [114]. Pantelić M.M., Dragana Č., Dabić Z. S. M., Davidović S. R., Todić Z. S., Bešlić U. M., Gašić Ž. Tešić L.j., et Maja M.N. (2016). « Identification and Quantification of Phenolic Compounds in Berry Skin, Pulp, and Seeds in 13 Grapevine Varieties Grown in Serbia ». *Food Chemistry* 211: 243-252. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.051>.
- [115]. Kardum N., et Glibetic M. (2018). « Polyphenols and Their Interactions With Other Dietary Compounds: Implications for Human Health ». In *Advances in Food and Nutrition Research*, 84:103-144. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2017.12.001>.
- [116]. Ghani U. (2020a). « Polyphenols ». In *Alpha-Glucosidase Inhibitors*, 61-100. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102779-0.00003-4>.

- [117]. **Chandrasekara A. et Shahidi F. (2018)**. « Herbal Beverages: Bioactive Compounds and Their Role in Disease Risk Reduction - A Review ». *Journal of Traditional and Complementary Medicine* 8 (4): 451- 458. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2017.08.006>.
- [118]. **Somerville V., Bringans C. et Braakhuis A. (2017)**. « Polyphenols and Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis ». *Sports Medicine* 47 (8): 1589-1599. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0675-5>.
- [119]. **Ashraf M. A., Iqbal M., Rasheed R., Iqbal H., Riaz M., et Arif M. S. (2018)**. « Environmental Stress and Secondary Metabolites in Plants ». In *Plant Metabolites and Regulation Under Environmental Stress*, 153-167. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812689-9.00008-X>.
- [120]. **Mulero J., Pardo F. et Zafrilla P. (2010)**. « Antioxidant Activity and Phenolic Composition of Organic and Conventional Grapes and Wines ». *78 Journal of Food Composition and Analysis* 23 (6): 569-574. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.05.001>.
- [121]. **Tkacz K., Wojdyło A., Nowicka P., Turkiewicz I. et Golis T. (2019)**. « Characterization in Vitro Potency of Biological Active Fractions of Seeds, Skins and Flesh from Selected *Vitis Vinifera* L. Cultivars and Interspecific Hybrids ». *Journal of Functional Foods* 56: 353-363. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.03.029>.
- [122]. **Bruneton J. (2009)**. *Pharmacognosie Phytochimie Plantes médicinales*, 4eme édition. Lavoisier Tec & Doc.
- [123]. **Chira K., Suh J.-H., Saucier C., et Teissèdre P. L. (2008)**. « Les polyphénols du raisin », *Phytothérapie*, vol. 6, no 2, p. 75-82.
- [124]. **Escarpa A. et Gonzalez M. C. (2001)**. « An Overview of Analytical Chemistry of Phenolic Compounds in Foods », *Crit. Rev. Anal. Chem.*, vol. 31, no 2, p. 57-139.
- [125]. **Sarni-Manchado P. et Cheynier V. (2005)**. *Les polyphénols en agroalimentaire*. Ed Tec et Doc Lavoisier. pp : 02-11.
- [126]. **Kremer C. (2019)**. *Le raisin et ses intérêts thérapeutiques*. Diplôme d'Etat de Docteur en Pharmacie. Université de Lorraine. 137p.
- [127]. **Ribéreau-Gayon P., Dubourdieu D., Doneche B. et Lonvaud A. (1998)**. Les composés phénoliques. In '*Chimie du vin - Stabilisation et traitements. Traité d'Oenologie*. Tome III. Paris .Ed. Dunod. pp. 163-237.
- [128]. **Rizzo A. M., Patrizia B., Stefania Z., Gigliola M., Manuela N., Paola C. et Bruno B. (2010)**. « Endogenous Antioxidants and Radical Scavengers ». In *Bio-Farms for Nutraceuticals*, édité par Maria Teresa Giardi, Giuseppina Rea, et Bruno Berra, 698:52-67. Boston, MA: Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7347-4_5.

- [129]. **Mirończuk-Chodakowska I., Witkowska A. M., et Zujko M. E. (2018).** « Endogenous Non-Enzymatic Antioxidants in the Human Body ». *Advances in Medical Sciences* 63 (1): 68-78. <https://doi.org/10.1016/j.advms.2017.05.005>.
- [130]. **Johansen J., Alex K. H., David J. R. et Adviye E. (2005).** « [No Title Found] ». *Cardiovascular Diabetology* 4 (1): 5. <https://doi.org/10.1186/1475-2840-4-5>.
- [131]. **Losada-Barreiro S. et Bravo-Díaz C. (2017).** « Free Radicals and Polyphenols: The Redox Chemistry of Neurodegenerative Diseases ». *European Journal of Medicinal Chemistry* 133: 379-402. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2017.03.061>.
- [132]. **Marfella R., Nunzia D.O., Ivana S., Maria R.R., Capoluongo M. C., Luigi S., Giuseppe P. et Balestrieri M. L. (2014).** « Polyphenols, Oxidative Stress, and Vascular Damage in Diabetes ». In *Diabetes: Oxidative Stress and Dietary Antioxidants*, 145-156. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-405885-9.00015-2>.
- [133]. **Dudonné S., Xavier V., Coutière P., Woillez M. et Mérillon J.-M. (2009).** « Comparative Study of Antioxidant Properties and Total Phenolic Content of 30 Plant Extracts of Industrial Interest Using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC Assays ». *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57 (5): 1768-1774. <https://doi.org/10.1021/jf803011r>.
- [134] **Atig F., Kerkeni A., Saad A. et Ajina M. 2017.** « Effects of Reduced Seminal Enzymatic Antioxidants on Sperm DNA Fragmentation and Semen Quality of Tunisian Infertile Men ». *Journal of Assisted Reproduction and Genetics* 34 (3): 373-381.
- [135] **Berg D., Youdim M. B. H. et Riederer P. (2004).** « Redox Imbalance ». *Cell and Tissue Research* 318 (1): 201-213. <https://doi.org/10.1007/s00441-004-0976-5>.
- [136]. **Wu Q., Thomas R. K. et Xiang Yang Z. (2013).** « Free Radicals, Antioxidant Defense Systems, and Schizophrenia ». *Progress in NeuroPsychopharmacology and Biological Psychiatry* 46: 200-206. <https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2013.02.015>.
- [137] **Khan S.R. (2012).** « Is Oxidative Stress, a Link between Nephrolithiasis and Obesity, Hypertension, Diabetes, Chronic Kidney Disease, Metabolic Syndrome? » *Urological Research* 40 (2): 95-112. <https://doi.org/10.1007/s00240-011-0448-9>.
- [138] **Mishra K., Himanshu O. et Nabo K. C. (2012).** « Estimation of Antiradical Properties of Antioxidants Using DPPH Assay: A Critical Review and Results ». *Food Chemistry* 130 (4): 1036-1043. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.07.127>.
- [139]. **Chedea V. S. et Raluca M. P. (2019).** « Total Polyphenols Content and Antioxidant DPPH Assays on Biological Samples ». In *Polyphenols in Plants*, 169-183. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813768-0.00011-6>.

- [140]. Balík J., Kyseláková M., Vrchotová N., Tříška J., Kumšta M., Veverka J., Híc P., Totušek J. et Lefnerová D. (2009). « Relations between Polyphenols Content and Antioxidant Activity in Vine Grapes and Leaves ». Czech Journal of Food Sciences 26 (Special Issue): 25-32. <https://doi.org/10.17221/246/2008-CJFS>.
- [141]. Zujko M., Witkowska A.m., Waśkiewicz A. et Sygnowska E. (2012). « Estimation of Dietary Intake and Patterns of Polyphenol Consumption in Polish Adult Population ». Advances in Medical Sciences 57 (2): 375-384. <https://doi.org/10.2478/v10039-012-0026-6>.
- [142]. Kaur G., Rahul K., Shruti B., Archana S. et Dipti S. (2016). « Dietary Antioxidants and Their Indispensable Role in Periodontal Health ». Journal of Food and Drug Analysis 24 (2): 239-246. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2015.11.003>.
- [143]. Guo Jing., Yahong Y., Pei D. et Tianli Y. (2017). « Multivariate Statistical Analysis of the Polyphenolic Constituents in Kiwifruit Juices to Trace Fruit Varieties and Geographical Origins ». Food Chemistry 232: 552-559. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.037>.
- [144]. Amarowicz R. et Ronald B. P. (2019). « Natural Antioxidants of Plant Origin ». In Advances in Food and Nutrition Research, 90:1-81. Elsevier.
- [145]. Doshi P., Adsule P. et Banerjee K. (2006). Composition phénolique et activité antioxydante des parties et baies de vigne (*Vitis vinifera L.*) cv. Kishmish chornyi (sharad seedless) pendant la maturation. International journal of food science and technology. V 41 n° S1 p: 1-9; <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01214.x>
- [146]. Balasundram N., Sundram K. et Samman S. (2006). Phenolic compounds in plants and agriindustrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. Food Chemistry. 99: 191–203.
- [147]. Fang F., Li J.M., Pan Q.H. and Huang W.D. (2007). Determination of red wine flavonoids by HPLC and effect of aging. Food Chemistry, 101(4), 428- 433.
- [148]. Rodríguez Vaquero M.J., Alberto M.R. et De Nadra M.C. M. (2007). Effet antibactérien des composés phénoliques de différent vin. Contrôle alimentaire 18(2) :93-101 DOI : [10.1016/j.foodcont.2005.08.010](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.08.010)
- [149]. Cheynier V., Fulcrand, H., Sarni P., & Moutounet M. (1997b). Reactivity of phenolic compounds in wine: Diversity of mechanisms and resulting products. In: In Vino analytica scientia, vol. 1 (pp. 143-154). Bordeaux.
- [150] Zouid I. (2011). Etude de l'évolution et de l'extractibilité des composés phénoliques du raisin en milieu hydroalcoolique pendant la maturation-Lien avec les propriétés mécaniques de la baie. Thèse : doctorat spécialité sciences agroalimentaires. Angers, 2011, p. 330.

- [151]. **Temsamani H. (2015)**. Etude des effets neuroprotecteurs des stilbènes de la vigne sur la maladie de Parkinson. Université de Bordeaux.
- [152]. **Boss P.K., Davies C., Robinson S.P. (1996)**. Analyse de l'expression des gènes de la voie des anthocyanes dans le développement des baies de raisin *Vitis vinifera L. cv Shiraz et les implications pour la régulation de la voie*. *Plant Physiol* **111** : 1059–1066
- [153]. **Gagné S., Saucier C. et Gény L. (2006)**. Composition and cellular localization of tannins in Cabernet Sauvignon skins during growth. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 9465-9471.
- [154]. **Harborne J.B. et Williams C.A. (2000)**. Advances in Flavonoid Research depuis 1992. *Phytochemistry*, 55, 481-504. [http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)00235-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9422(00)00235-1)
- [155]. **Grotewold I. (2006)**. The Genetics and Biochemistry of Floral Pigments. The Annual Review of Plant Biology is online at plant.annualreviews.org doi: 10.1146/annurev.arplant.57.032905.105248.
- [156]. **Singh Brar H., Singh Z., et Swinny E. (2008)**. « Dynamics of Anthocyanin and Flavonol Profiles in the ‘Crimson Seedless’ Grape Berry Skin during Development and Ripening ». *Scientia Horticulturae* 117 (4): 349-356. doi.org/10.1016/j.scienta.2008.05.007
- [157]. **Viñas P. et Natalia C. (2019)**. « Gas Chromatography: Mass Spectrometry Analysis of Polyphenols in Foods ». In *Polyphenols in Plants*, 285-316. Elsevier. doi.org/10.1016/B978-0-12-813768-0.00016-5.
- [158]. **Achat, S. (2013)**. Polyphénols de l'alimentation : extraction, pouvoir antioxydant et interactions avec des ions métalliques (Thèse de doctorat). Université d'Avignon. P 261
- [159]. **Ducasse M.A. (2009)**. Impact des enzymes de MACERATION SUR LA COMPOSITION EN polysaccharides et en polyphénols des vins rouges : étude de l'évolution de ces composés en solution modèle vin. Thèse de Doctorat en Biochimie, chimie et technologie des aliments Ecole Doctorale : Sciences des Procédés - Sciences des Aliments ; Université de Montpellier France. P. 250
- [160]. **Bensalem J. (2014)**. Effet des polyphénols de la baie sur le déclin cognitif lié au vieillissement chez la souris. Thèse de doctorat en Nutrition. Laboratoire de Sophie Layé : NutriNeurO ; École doctorale Sciences de la vie et de la santé Université de Bordeaux, en partenariat avec Nutrition et Neurobiologie Intégrée (Bordeaux).
- [161]. **Ali K., Maltese F., Choi Y. H., et Verpoorte R.(2009)**. « Metabolic constituents of grapevine and grape-derived products », *Phytochemistry Reviews*, vol. 9, no 3, p. 357-378, DOI 10.1007/s11101-009-9158-0.

- [162]. **D'Archivio M., Filesi C., Benedetto R. D., Gargiulo R., Giovannini C., et Masella R. (2007).** « Polyphenols, dietary sources and bioavailability » Centre National pour la Qualité des Aliments et des Risques bonjour Alimentari, Institut supérieur de santé, Rome, Italie V. 43, n °. 4 : 348-361 ; p. 14.
- [163]. **Perret C. et Tabacchi R. (2001).** « Analyse de tannins inhibiteurs de la stilbène oxydase produite par *Botrytis cinerea*. Thèse de Doctorat ; Université de Neuchâtel Faculté des Sciences Pers.: Fr »
- [164]. **Mazue F. (2011).** Effets des polyphénols de vin rouge sur la prolifération cellulaire et sur le métabolisme du resveratrol. Thèse de Doctorat. Université de Bourgogne INSERM U866 / UFR SVTE / Ecole doctorale Environnement-Santé-STIC. Spécialité : Biochimie, Biologie Cellulaire et Moléculaire.
- [165]. **Frémont L. (2000).** « Biological effects of resveratrol », journal of *Life Science*, vol. 66, no 8, p. 663-673, doi: 10.1016/s0024-3205(99)00410-5.
- [166]. **Chanforan C. (2009).** Stabilité de microconstituants de la tomate (composés phénoliques, caroténoïdes, vitamines C et E) au cours des procédés de transformation : études en systèmes modèles, mise au point d'un modèle stoechio-cinétique et validation pour l'étape unitaire de préparation de sauce tomate. Thèse de Doctorat en : Biochimie, Chimie et Technologie desAliments. p10.
- [167]. **Baumes R., Wirth J., Bureau S., Gunata Y. et Razungles A. (2002).** Biogenesis of C13 – norisoprenoid compounds: experiments supportive for an apo-carotenoid pathway in grapevines. *Analytica Chimica*, 458, p. 3-14.
- [168]. **Guillouty A. (2016).** Plantes médicinales et antioxydants, thèse pour le Diplôme d'état de Docteur en Pharmacie- Université Toulouse III Paul Sabatier.
- [169]. **Tomita Y, Himeno K, Nomoto K, Endo H, Hirohata T. (1987).** Augmentation of tumor immunity against syngeneic tumors in mice by beta-carotene. *J Natl Cancer Inst. Apr* ; 78 (4) : 679-81.
- [170]. **Baiano A., Tamagnone P., Marchitelli V. et Del Nobile M. A. (2005).** Quality decay kinetics of semi-preserved sauce as affected by packaging, *Journal of Food Science* 70, E92 E97.
- [171]. **Zaghdoudi K. (2015).** Optimisation de l'extraction des caroténoïdes à partir du persimmon (*Diospyros kaki L.*), de l'abricot (*Prunus armeniaca L.*) et le pêche (*Prunus persica L.*). Etude photophysique en vue d'une application en thérapie photodynamique (PDT), Pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de Lorraine.

- [172]. **J.O.R.A. (1989)**. Journal Officiel de la République Algérienne. *NA 301:jus de raisins: Spécification*.
- [173]. **Ribereau-Gayon G. et Peynaude E., 1971**. Sciences et technique de la vigne, T1, biologie de la vigne, sol de vignoble. Ed : Dunaud, Paris. 722p.
- [174]. **Galet., P., 1998**. Précis de viticulture. 7 eme ed. Déhan. Montpellier. 561p.
- [175]. **Galet P., 2000**. Dictionnaire encyclopédique des cépages, Hachette.935p.
- [176]. **Agrolib.rs (2019)**. Indications importantes pour la détermination des cépages, Que peut-on dire de la forme du raisin <https://fr.agrolib.rs> Bétail et jardinage
- [177]. **Rousseau J., Delteil D. (2000)**. «Présentation d'une méthode d'analyse sensorielle des raisins. Principe, méthode et grille d'interprétation», Revue Française d'Œnologie ; 183: 10-13.
- [178]. **Rousseau J. (2002)**. «Caractéristiques de l'analyse sensorielle du Grenache», Guide de la vinification rhodanienne ; 6: 41-42.
- [179]. **Pedneault K., Dubé G., Turcotte I. (2012)**. L'évaluation de la maturité du raisin par analyse sensorielle : Un outil d'aide à la décision. Sur Agri-Réseau. 9 p.
- [180]. **ISO 11035. (1994)**.Analyse sensorielle-Recherche et sélection de descripteurs pour l'élaboration d'un profil sensoriel, par approche multidimensionnelle.
- [181]. **Dupaigne P. (1971)**. Sur la détermination du pourcentage de jus dans les fruits frais *Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer* Fruits - Vol. 26, n° 4, 1971 (305- 308)
- [182]. **Normes Françaises Homologuées NF : V 05-108, (1970)**. Jus de fruits et jus de légumes, Détermination des cendres. Détermination de pH.
- [183]. **Savary P. (2010)**. *Guide des analyses de la qualité de l'eau*. Groupe Territorial, France, 266 p.
- [184]. **Normes Françaises Homologuées NF : V 05-101, (1974)**. Jus de fruits et jus de légumes, Détermination des cendres. Détermination de l'acidité.
- [185]. **Euloge S., Adjou., Hospice A., Fidèle P., Tchabo., Vahid M., Aissi., Mohamed M. (1991)**.Extraction assistée par enzyme du jus de la pulpe fraîche du ronier (*Borassus aethiopum* Mart) acclimaté au Benin : caractérisation physico-chimique et microbiologique.
- [186]. **Normes Françaises Homologuées NF : 04-207, (1970)**. Jus de fruits et jus de légumes, Détermination des cendres. Détermination la teneur en eau.
- [187]. **Normes Françaises Homologuées NF : V 05-113, (1972)**. Jus de fruits et jus de légumes, Détermination des cendres. Détermination des cendres.
- [188]. **Normes Françaises Homologuées NF : T 90-111, (1975)** évaluations de la teneur en sels dissous à partir de la conductivité électrique.

- [189]. **Vignes J.L., André G., Kapala F., (1995)** ; Le fer et le vin ; bulletin de l'union des physiciens Vol. 89 - N° 775 : 1149-1171.
- [190]. **Normes Françaises Homologuées NF : T 60-212, (1984).** Jus de fruits et jus de légumes, Détermination des cendres. Détermination de tauts de solides solubles.
- [191]. **AOAC (2002).** Official Method of Analysis. 16th Edition, Association of Official Analytical, Washington DC.
- [192]. **Barkatove J., Elissev H. (1979).** guide de travaux pratiques de contrôle technico-chimique de la production des conserves.
- [193]. **Easton P. et Mack P.C. (1980).** Remington's Pharmaceutical Sciences. 16th ed . p. 1213
- [194]. **Afnor (1986).** Association française de normalisation ; Produits dérivés des fruits. (2^{ème} ED) AFNOR-Tour Europe, pp 81-85.
- [195]. **O.I.V. (2011).** Organisation international de la vigne et de vin ; Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts. Spécialité : sciences agronomiques. Université d'angers.p.7.8.
- [196]. **Pourmaghi-Azar M.H., and Ojani R. (1997).** A selective catalytic voltammetric determination of vitamin C in pharmaceutral preparations and complex matrices of fresh fruit juices. *Talanta*. 44(2): 297–303
- [197].**Sass-Kiss A., Kiss J., Milotay P., Kerek M.M., and Toth-Markus M. (2005).** Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. *Food Research International*. 38(8-9): 1023–1029.
- [198].**Delso C., Berzosa A., Sanz J., Alvarez I., and Raso J. (2022).** Two-step pef processing for enhancing the polyphenol concentration and decontaminating a red grape juice. *Foods*. 11(4): 621.
- [199].**Guérin L. (2005).** Amélioration de la Couleur et de la Structure des Vins Rouges par le suivi des composés phénoliques au cours de la maturité, ITV France.
- [200].**IFV (2009).** Méthodes d'analyses : Institut Français de la Vigne et du Vin de MidiPyrénées- Vinnopoles- BP 22- 81310, Lisle sur tarn.
- [201]. **Ali S., Masud T. et Abbasi K. S. (2011).** Physico-chemical characteristics of apricot (*Prunus armeniaca L.*) grown in Northern Areas of Pakistan. *Scientia Horticulturae*. 130: 386–392.
- [202]. **Singleton V.L., Orthofer R., and Lamuela-Raventos R.M. (1999).** Analysis of total phenol and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin– Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*. 299: 152–178.

- [203]. **Teow C.C., Truong V.D, Mcfeeters R.F., Thompson R.L., Pecota, K.V., and Yencho G.C. (2007).** Antioxidant activities, phenolic and β -carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. *Food Chemistry*. 103(3): 829–838.
- [204]. **Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., and Vidal, N. 2006.** Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chemistry*. 97(4): 654–660.
- [205]. **Ribéreau-Gayon J. and Peynaud E. (1968)** Les composés phénoliques des végétaux, Traité d'oenologie. Edition Dunod, Paris.
- [206]. **Cayla L., Cottureau P., and Renard R. (2002).** Estimation de la maturité phénolique des raisins rouges par la méthode I.T.V. standard. *Revue Française d'œnologie*. 193: 10–16.
- [207]. **Skerget M., Kotnik P., Hadolin M., Hraš A.R., Simonič M., and Knez Ž. (2005).** Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry*. 89(2): 191–198.
- [208]. **Jakobek L., Seruga M., Voca S., Sindrak Z. & Dobricevic N. (2009).** Flavonol and phenolic acid composition of sweet cherries (cv. Lapins) produced on six different vegetative rootstocks. *Scientia Horticulturae*. 123, 23-28.
- [209]. **Molyneux P. (2004).** The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 26(2): 211–219.
- [210]. **Milardović S., Ivekovic D. et Grabarić B.S. (2006).** A novel amperometric method for antioxidant activity determination using DPPH free radical. *Bioelectrochemistry*. 68: 175-180.
- [211]. **Oyaizu M. (1986).** Studies on products of browning reaction: Antioxidative activity of products of browning reaction prepared from glucosamine. *The Japanese Journal of Nutrition and Dietetics*. 44 (6): 307–315.
- [212]. **Kumar R.S., Sivakumar T., Sunderam R.S., Gupta M., Mazumdar U.K., Gomathi P., ajeshwar Y., Saravanan S., Kumar M.S., Murugesh K., and Kumar K.A. (2005).** Antioxidant and antimicrobial activities of *Bauhinia racemosa* L. stem bark. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 38 : 1015–1024.
- [213]. **Huglin P. et Scheider T., 1998.** Biologie et écologie de la vigne. Ed. Payot. Lausanne. 370 p. supérieures en Sciences Agronomiques Montpellier Supagro .p.5.
- [214]. **Joly D., 2005.** Génétique moléculaire de la floraison de la vigne. Thèse doctorale en Aspects Moléculaires et Cellulaires de la Biologie. Ecole doctorale : Sciences de la Vie et

- [215]. **Agouazi W et Amir Y. (2013)**. Contribution à la caractérisation physico-chimique de cépages de *Vitis vinifera ssp vinifera* autochtones d'Algérie. doi:10.13140/RG.2.2.14878.33606.
- [216]. **Santiago J. L., Boso S., Gago P., Alonso-Villarerde V. and Martinez M. C., 2007**. Molecular and ampelometric characterization of *Vitis vinifera* L., Albarino Savagnin Blan and Caino Blanco shows that they are different cultivars. *Spanish Journal of agricultural Research*, 5, 333-340.
- [217]. **Shellie K., 2006**. Production systems to promote yield and quality of grapes in the Pacific Northwest. *Amer. Journal of Enology and viticulture*, 57(4), pp : 514-518.
- [218]. **Lacompagne S., 2010**. Localisation et caractérisation des tanins dans la pellicule du raisin : Etude de l'impact de l'organisation physico-chimique des parois cellulaires sur la composante tannique, la qualité du fruit et la typicité des raisins de Bordeaux. Thèse de doctorat de l'université de Victor Seglan Bordeaux 2
- [219]. **Gomez C. (2009)**. Etude des mécanismes de stockage des anthocyanes dans la baie de raisins. Caractérisation fonctionnelle des gènes impliqués dans ces mécanismes. Thèse de Doctorat en Sciences des Procédés-Sciences des Aliments. Centre international d'études
- [220]. **Pascal-Antoine C. et Olivier J. (2021)** Composés chimiques du raisin et acidité du vin Dossier - La chimie du vin Futura sciences.
- [221]. **Valnet J. (2001)**. La santé par les fruits, les légumes et les céréales. Paris : éd. Vigot. 411p.
- [222]. **Galet P., 1993**. Précis de viticulture. 6ème édition. Dehan. Montpellier. 612 p.
- [223]. **Pedneault K., Barriault É., Dubé G., Fonclara R., Turcotte I., Paul Angers Ph.D., Slegers A., Gagné M.-P., Gagné F., Létourneau M.(2014)**. Évaluation de la qualité du raisin lors de la récolte de cinq cépages rouges cultivés au Québec, selon des paramètres sensoriels, technologiques, phénoliques et aromatiques. Projet PSIH11-1-743. 45 p.
- [224]. **Ahmed E. M.; Dennison R. A.; Dougherty R. H.; Shaw P. E. (1978a)**. Effect,of non Volatile Orange Juice Components, Acid, Sugar, and Pectin on the Flavor Threshold of *d*-limonene in Water. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 26 (1): 192-194.
- [225]. **Meziane Y. (2018)**. Caractérisation nutritionnelle, hygiénique et organoleptique de quelques marques de jus industriel. Mémoire de Master ; en Agroalimentaire et contrôle de la qualité ; Université Mouloud Mammeri T.O. 80 p.
- [226]. **Davaux F. et Cottureau P. (2023)**. Comparaison de pratiques d'acidification en vinification en rouge : impacts sur l'acidité, les caractéristiques chromatiques et

organoleptiques des vins. Journal: BIO Web of Conferences. Volume: 56, 02014; ISSN (Electronic): 2117-4458. DOI: 10.1051/bioconf/20235602014

[227].**Aubert C., & Chalot G. (2018)**. Chemical composition, bioactive compounds, and volatiles of six table grape varieties (*Vitis vinifera* L.). *Food chemistry*. 240 :524-33.

[228].**Gerbaux V. (2004)**. L'acidité des vins de Bourgogne, ce qu'il faut savoir. Institut Français de la vigne et de vin.

[229].**Schneider C. (2018)**. Caractérisation sensorielle et agronomique des innovations variétales résistantes européennes Classées en France. Institut Français de la vigne et de vin.

[230]. **Guinard J. X., Pangborn R. M., & Lewis M. J. (1986)**. The time-course of astringency in wine upon repeated ingestion. *American Journal of Enology and Viticulture*, 37(3), 184-189.

[231].**Paissoni M. A., Waffo-Teguo P., Ma W., Jourdes M., Rolle L. & Teissedre P. - L.(2018)**. Chemical and sensorial investigation of in-mouth sensory properties of grape anthocyanins. *Scientific Reports* volume 8, Article number : 17098.

[232].**Miramont C. (2021)**. Appréciation des tanins, de la couleur et de l'astringence des raisins, moûts et vins par technologies analytiques IRTF et UV visible couplées à l'analyse de régression multi variée. Thèse de Doctorat en œnologie ; université de Bordeaux. 253 p.

[233].**Pokorný J., Filipů M., & Pudil F. (1998)**. Prediction of odour and flavour acceptancies of white wines on the basis of their colour. *Food/Nahrung*, 42(06), 412-415.

[234].**Spence C. (2010)**. The color of wine–Part 1. *The World of Fine Wine*, 28(2010), 122-129.

[235].**American Society for Testing and Materials. (1978)**. Standard definitions of terms relating to sensory evaluation of materials and products. Astm.

[236].**Vidal L., Giménez A., Medina K., Boido E., & Ares G. (2015)**. How do consumers describe wine astringency?. *Food Research International*, 78, 321-326.

[237].**Bate-Smith E. C. (1954)**. Astringency in foods. *Food*, 23(124)

[238].**Breslin P. A. (1996)**. Interactions among salty, sour and bitter compounds. *Trends in Food Science & Technology*, 7(12), 390-399.

[239].**Kallithraka S., Bakker J., & Clifford M. N. (1997)**. Evaluation of bitterness and astringency of (+)-catechin and (-)-epicatechin in red wine and in model solution. *Journal of Sensory Studies*, 12(1), 25-37.

[240].**Robichaud J. L., & Noble A. C. (1990)**. Astringency and bitterness of selected phenolics in wine. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 53(3), 343-353.

- [241]. **Mirabel M. (2000)**. Caractéristiques chimiques et organoleptiques des tanins des raisins de *Vitis vinifera* var. Merlot et Cabernet Sauvignon issus de différents terroirs bordelais (Doctoral dissertation, Bordeaux 2).
- [242]. **Jaggupilli A., Howard R., Upadhyaya J. D., Bhullar R. P., & Chelikani P. (2016)**. Bitter taste receptors: Novel insights into the biochemistry and pharmacology. *The international journal of biochemistry & cell biology*, 77, 184-196.
- [243]. **Peng Y., Gillis-Smith S., Jin, H., Tränkner D., Ryba N. J., & Zuker C. S. (2015)**. Sweet and bitter taste in the brain of awake behaving animals. *Nature*, 527(7579), 512-515.
- [244]. **Roudnitzky N., Behrens M., Engel A., Kohl S., Thalmann S., Hübner S., & Meyerhof W. (2015)**. Receptor polymorphism and genomic structure interact to shape bitter taste perception. *PLoS Genet*, 11(9).
- [245]. **CODEX STAN 247-2005 (2005)**. "Codex Alimentaires - Codex General Standard for Fruit Juices and Nectars ".
- [246]. **CIQUAL (2013)**. Composition nutritionnelle des aliments. Disponible sur: [//www.aprifel.com/](http://www.aprifel.com/).
- [247]. **Qualijus (2009)**. Analyses jus de fruits et nectars. Institut français, professionnel pour la qualité de jus de fruit.
- [248]. **USDA (2014)**. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service National Nutrient Database for Standard Reference, Release 27. Nutrient Data Laboratory Home Page, <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>.
- [249]. **Athamena S. (2009)**. Etude quantitative des flavonoïdes des graines de *Cuminum cyminum* et les feuilles de *Rosmarinus officinalis* et l'évaluation de l'activité biologique. Thèse de Magistère en Biochimie Appliquée. Université El Hadj Lakhdar –Batna, 88p
- [250]. **Ruiz-Rodriguez B.M., Morales P. et Fernandez Ruiz V. (2011)** .Valorization of wild strawberry-tree fruits (*Arbutus unedo* L.) through nutritional assessment and natural production data .*Food Research International*. 44: 1244-1253.
- [251]. **Saxholt E., Christensen A.T., Møller A., Hartkopp H.B., Hess Ygil K., Hels O.H. (2009)**. Danish Food Composition Databank, revision 7.01. Department of Nutrition, National Food Institute, Technical University of Denmark, version 7.1, 2009.
- [252]. **Desseigne J.M., Favarel J.L., Heinzle.Y. , Berger J.L., Fage B. (2003)**. Aide à la conduite des pressoirs à membrane par capteur qualitatif. XXIII congrès mondial de la vigne et de vin.

- [253]. Al Askari G., Kahouadji A., Khedid K., Harof R. et Mennane Z. (2012). Physicochemical and Microbiological Study of “Raisin”, Local and Imported (Morocco). Middle-East Journal of Scientific Research. 11(1): 01-06.
- [254]. Acourene S., Buelgudji M., Tama M. et Taleb B. (2001). Caractérisation, évaluation de la qualité de la datte et identification des cultivars rares de palmier dattier de la région de Zibans. Recherche agronomique ; N° 8. Ed. INRA : 19-39.
- [255]. Bezzala A. (2005). Essai d'introduction de l'arganier dans la zone de M'doukel et évaluation de quelques paramètres de résistance à la sécheresse. Thèse de Magister en Sciences Agronomiques. Université El Hadj Lakhdar-Batna, 106p.
- [256]. Patricia R., João Dimas G. M., José Fernando d.S. P., Celito Crivellaro G., Giuliano E. P. et Marcos dos Santos L. (2020). La viticulture et l'agro-industrie du jus de raisin américain dans un marché en expansion ; Les territoires de la vigne et du vin au Brésil.
- [257]. Lima M. D. S., Silani, I. D. S. V., Toaldo I. M., Corrêa L. C., Biasoto A. C. T., Pereira G. E., ... Ninow J. L. (2014). Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. Food Chemistry, 161, 94–103.
- [258]. FAO/INFOODS (2015). Bases de données sur la densité. Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture. Version 2,0
- [259]. Rangana S., Govindarajan V. J., Ramana K. V. R. (1983). Citrus Fruits –Varieties. Chemistry, Technology, and Quality Evaluation. Part II: Chemistry, Technology and Quality Evaluation. A: Chemistry. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*; 18 (4): 313-386.
- [260]. Klavons J.A., Bennett R.D., Vannier S.H. (1991). Nature of the protein constituent of commercial orange juice cloud. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*; 39 (9):1545-1548
- [261]. Ide W., Sabando C., Castaño J., Pettinelli N., Bustos R., Linares A., Mora L., Müller N., Pascual G. et Rodríguez-Llamazares S. (2021). Jus de raisin (*Vitis vinifera* L. cv. País) obtenus par extraction à la vapeur. *Processus*, 9(9), 1670 ; <https://doi.org/10.3390/pr9091670>.
- [262]. Marsais M., 1993. Réglementation des normes de la maturité du raisin et du jus de rasin, Rabat, pp : 35-43.
- [263]. Dupuch V. (1998). Maturité phénolique et date de récolte : les apports de la méthode CASV ."Journée technique cinquantenaire ITV France. Composés phénoliques – GAILLAC (Tarn).
- [264]. Messaid. H. (2008). Optimisation du processus d'immersion –réhydratation du système dates sèche- jus d'orange. Thèse de magistère en Génie Alimentaire .Université M'hamed Bouguara. Boumerdés. 74 p.

- [265]. **CIQUAL (2016)**. Composition nutritionnelle des aliments. Disponible sur : <http://www.aprifel.com/>
- [266]. **Escudier¹ J.L., Payraud³ R., Brienza³ E., Moreau³ S., Guyot³ P., Samson¹ A., Mikolajczak¹ M., Bouissou¹ D., Veyret¹ M., Caille² S., Souquet² J.M., Cheynier² V., Zumstein¹ E., Heywang¹ M., Jérent¹ J. N. L., Rousseau⁴ J., et Ojeda¹ H. (2016)**. Nouvelle filière : jus de raisin. Sélection des cépages, élaboration, stabilisation ; *39th World Congress of Vine and Wine* DOI : 10.1051/bioconf ;
- [267]. **Elkhorchani A., Mechlouche R., Elmrabt A., Essid A., Lachehib B., Ben yahya L. et Ferchichi A. (2009)**. Etude de la composition en sucres totaux de deux cultivars de vigne avant et après séchage. Actes du 3^{ème} Meeting International 'Aridoculture et Cultures Oasisennes : Gestion et Valorisation des Ressources et Applications Biotechnologiques dans les Agrosystèmes Arides et Sahariens' Jerba (Tunisie) ; 24 : 358- 360.
- [268]. **Ansari S. (2012)**. Guide du sucre Méthodes et résultats analytiques validés. Détermination de la teneur en sucre des aliments et des boissons. IMCG Anacihem V1.0 Agroalimentaire.
- [269]. **Ribéreau-Gayon P., Lafon-Lafourcade S., Dubourdiou D., Hadjinicolaou D. (1980)**. Incidence des conditions de travail des vendanges blanches sur la clarification et la fermentation des moûts, *Journal international des sciences de la vigne et du vin* Vol. 14.
- [270]. **Rusjan D., Korosec-Koruza Z. (2007)**. Morphometrical and biochemical characteristics of red grape varieties (*Vitis vinifera* L.) from collection vineyard. *Acta Agric Slovenica*, 89(1):245–257.
- [271]. **Eyduran S.P., Akin M., Ercisli S., Eyduran E., Maghradze D. (2015)**. Sugars, organic acids, and phenolic compounds of ancient grape cultivars (*Vitis Vinifera* L.) from Iğdir province of eastern Turkey). Turkey. *Biol. Res.* 48, 1–8.
- [272]. **Delanoe D., Maillard C. et Maisondieu D. (1987)**. Le vin de l'analyse à l'élaboration. Ed. Technique et documentation-Lavoisier.
- [273]. **Pavlovšek P. et Kumšta M. (2011)**. Profiling of primary metabolites in grapes of interspecific grapevine varieties: sugars and organic acids, *Czech Journal of Food Science*,
- [274]. **Ghrai F., Lahouar L., El arem A., Faten B., Ferchichi A., Lotfi A., Salem S. (2013)**. Physico chemical composition of different varieties of raisins (*Vitis vinifera* L.) from Tunisia. *Industrial crops and products*; 43: 73-77.
- [275]. **Rodrigues D. P., Mitterer-Daltoé M. L., Vanderlei Lima A., Barreto-Rodrigues Pereira M. E. A. (2021)**. Détermination simultanée des acides organiques et des sucres dans les jus de fruits par High chromatographie liquide de performance : caractérisation et

différenciation des produits commerciaux jus par analyse des composants principaux. Santa Maria, v.51 :3,

[276]. **Ribéreau-Gayon J., Dubourdieu D., Domèche B., & Lonvaud A. (2004).** « Traité d'œnologie- Tome 1 Microbiologie du vin Vinification », Edition Dunod, Paris.

[277]. **Ojeda H., Escudier J.L., Albagnac G., Sivry A., Guyot P. (2009).** Diversification des produits de la vigne : création d' une filière « jus de raisin » Revue des Œnologues N°30, statistiques.

[278]. **Sabir A., Kafkas E., Tangolar S. (2010).** Distribution of major sugars, acids and total phenols in juice of five grapevine (*Vitis* spp.) cultivars at different stages of berry development. *Spanish J Agric Res*, 8 (2):425–433. 10.5424/sjar/2010082-1186.

[279]. **Sakamura F. et Suga T. (1987).** Changes in chemical components of ripening oleaster fruits *Phytochemistry*; 26 (9): 2481-2484.

[280]. **Ayaz F.A., Kadioglu A. et Dogru A. (1999).** Soluble sugar composition of *Elaeagnus angustifolia* L. var. *orientalis* (L.) Kuntze (Russian olive). *Fruit Turk. J of Botany*; 23: 349-354.

[281]. **Kone H. S., Kone K.Y., Akaki K. D., Soro D., Elleingang F. E., Assidjo N. E.,(2018).** Caractérisation Biochimique De La Pulpe des Fruits Du Prunier Noir (*Vitex Doniana*) De La Côte d'Ivoire ; *European Scientific Journal* January 2018 edition Vol.14, No.3 ISSN : 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431 Doi : 10.19044/esj.2018.v14n3p252

[282]. **Dani C., Oliboni L.S., Vanderlinde R., Bonatto D., Salvador M., and Henriques J.A.P. (2007).** Phenolic content and antioxidant activities of white and purple juices manufactured with organically- or conventionally- produced grapes. *Food and Chemical Toxicology*. 45(12): 2574–2580.

[283]. **Aguirre-Joya J.A., Chacón-Garza L.E., Valdivia-Najár G., Arredondo-Valdés R., Castro-López C., Ventura-Sobrevilla J.M., Aguilar-González C.N., and Boone-Villa D. (2020).** Nanosystems of plant-based pigments and its relationship with oxidative stress. *Food and Chemical Toxicology*. 143: 111433.

[284]. **Saini D.K., Pabbi S., and Shukla P. (2018).** Cyanobacterial pigments : Perspectives and biotechnological approaches. *Food and Chemical Toxicology*. 120: 616– 624.

[285]. **Giovanelli G., and Brenna O.V. (2007).** Evolution of some phenolic components, carotenoids and chlorophylls during ripening of three Italian grape varieties. *European Food Research and Technology*. 225: 145–150.

[286]. **Mendes-Pinto M.M. (2009).** Carotenoid breakdown products the norisoprenoids in wine aroma. *Archives of Biochemistry and Biophysics* **483**: 236–245.

- [287]. **Crupi P., Coletta A. & Antonacci D. (2010).** Analysis of carotenoids in grapes to predict norisoprenoid varietal aroma of wines from Apulia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, 9647–9656.
- [288]. **Oliveira C., Barbosa A., Silva Ferreira A.C., Guerra J. & De Pinho P.G. (2006).** Carotenoid profile in grapes related to aromatic compounds in wines from Douro region. *Journal of Food Science*, 71(1), 1–7.
- [289]. **Sharique A. & Beigh S.H. (2009).** Ascorbic acid, carotenoids, total phenolic content and antioxidant activity of various genotypes of *Brassica Oleracea encephala*. *Journnal of Medical and Biological Sciences*, 3 (1).
- [290]. **Mollica A., Scioli G., Della Valle A., Cichelli A., Novellino E., Bauer M., Kamysz W., Llorent-Martínez E.J., Fernández-de Córdoba M.L., Castillo-López R., AK G., Zengin G., Pieretti S., and Stefanucci A. (2021).** Phenolic analysis and in vitro biological activity of red wine, pomace and grape seeds oilderived from *Vitis vinifera* L. cv. montepulciano d’Abruzzo. *Antioxidants*. 10 (11): 1704.
- [291] **Pavić V., Kujundžić T., Kopic M., Jukić V., Braun U., Schwander F., and Drenjančević M. (2019).** Effects of Defoliation on phenolic concentrations, antioxidant and antibacterial activity of grape skin extracts of the varieties Blaufränkisch and Merlot (*Vitis vinifera* L.). *Molecules*. 24(13): 2444.
- [292]. **Pérez-Magariño S., González-San J.L. (2006).** Polyphenols and colour variability of red wines made from grapes harvested at different ripeness grade. *Food Chemistry*, 96: 197-208.
- [293]. **Rajha H.N., El Darra N., El Kantar S., Hobaika Z., Louka N., and Maroun R.G. (2017).** A comparative study of the phenolic and technological maturities of red grapes grown in Lebanon. *Antioxidants*. 6(1): 8.
- [294]. **Bozan, B., Tosun G., and Özcan D. (2008).** Study of polyphenol content in the seeds of red grape (*Vitis vinifera* L.) varieties cultivated in Turkey and their antiradical activity. *Food Chemistry*. 109(2): 426–30.
- [295]. **El darra N., Tannous J., Bou Mouncef P., Palge J., Yaghi J., Vorobiev E., Louka N., Maroun R.G. (2012).** A comparative study on antiradical and antimicrobial properties of red grapes extracts obtained from different vitis vinifera varieties. *Food and Nutrition sciences*, 3: 1420-1432.
- [296]. **Komutiban O., Katkaew A., and Jaisamut J. (2018).** Comparison of total phenolic content, antioxidant activity and trans-resveratrol content of fresh red grapes and raisin ethanolic extracts. *Journal of Food Health and Bioenvironmental Science*. 11(1) : 79–95.

- [297]. **Yang J., Martinson T.E., and Liu R.H. (2009).** Phytochemical profiles and antioxidant activities of wine grapes. *Food Chemistry*. 116(1): 332–339.
- [298]. **Orak H.H. (2007).** Total antioxidant activities, phenolics, anthocyanins, polyphenoloxidase activities of selected red grape cultivars and their correlations. *Scientia Horticulturae*, 111, 235–241.
- [299]. **Stefanovits-Bányai É., Tulok M.H., Hegedûs A., Renner C. & Varga I.S. (2003).** Antioxidant effect of various rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) clones. *Acta Biologica Szegediensis*, 47, 111-113
- [300]. **Prvulović D., Malenčić D., Popović M., Ljubojević M. & Ognjanov, V. (2011).** Antioxidant properties of sweet cherries (*Prunus avium* L.) - role of phenolic compounds. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 59, 1149 – 1152.
- [301]. **Imre S.P., Kilmartin P.A, Rutan T., Mauk J.L. & Nicolau L. (2012).** Influence of soil geochemistry on the chemical and aroma profiles of Pinot noir wines. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10 (2), 280-288.
- [302]. **Bucić-Kojić A., Planinić M., Tomas S., Jokić S., Mujić I., Bilić M. & Velić D. (2011).** Effect of extraction conditions on the extractability of phenolic compounds from lyophilized fig fruits (*Ficus Carica* L.). *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 61(3), 195-199.
- [303]. **Sarni-Manchado P.; Cheynier V. (2005).** *Les polyphénols en agroalimentaire*. Lavoisier Tec & Doc,
- [304]. **Li Q., He F., Zhu B.Q., Liu B., Sun R.Z., Duan C.Q., Reeves M.J., and Wang J. (2014).** Comparison of distinct transcriptional expression patterns of flavonoid biosynthesis in Cabernet Sauvignon grapes from east and west China. *Plant Physiology and Biochemistry*. 84: 45–56.
- [305]. **Deveoğlu O., Karadağ R. (2019).** A review on the flavonoids—a dye source. *J. Adv. Eng. Pure Sci* 31, 188-200.
- [306]. **Guerrero R.F., Liazid A., Palma M., Puertas B., González-Barrio R., Gilzquierdo A., García-Barroso C., and Cantos-Villar E. (2009).** Phenolic characterisation of red grapes autochthonous to Andalusia. *Food Chemistry*. 112(4): 949–955.
- [307]. **Bordiga M., Travaglia F., Locatelli M., Coisson J.D., and Arlorio M. (2011).** Characterization of polymeric skin and seed proanthocyanidins during ripening in six *Vitis vinifera* L. cv. *Food Chemistry*. 127(1): 180–187.

- [308]. Tounsi M.S., Ouerghemmi I., Wannas W.A., Ksouri R., Zemni H., Marzouk B., and Kchouk, ME. (2009). Valorization of three varieties of grape. *Industrial Crops and Products*. 30(2): 292–296.
- [309]. Carando S., and Teissèdre P.L. (1999). Catechin and Procyanidin levels in french wines: contribution to dietary intake. *Plant polyphenols*. 2: 725–737.
- [310]. Iglesias-Carres L., Mas-Capdevila A., Sancho-Pardo L., Bravo F.I., Mulero M., Muguerza B., and Arola-Arnal A. (2018). Optimized extraction by response surface methodology used for the characterization and quantification of phenolic compounds in whole red grapes (*Vitis vinifera*). *Nutrients*. 10(12): 1931.
- [311]. Harzallah A., Bhourri A.M., Amri Z., Soltana H., Hammami M. (2016). Phytochemical content and antioxidant activity of different fruit parts juices of three figs (*Ficus carica* L.) varieties grown in Tunisia. *Ind. Crops Prod* 83, 255-267.
- [312]. Yuzuak S., Xie., and D.Y. (2022). Anthocyanins from muscadine (*Vitis rotundifolia*) grape fruit. *Current Plant Biology*. 30: 100243.
- [313]. Mattivi F., Guzzon R., Vrhovsek U., Stefanini M., and Velasco R. (2006). Metabolite profiling of grape: Flavonols and anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54(20): 7692–7702. DOI: 10.1021/jf061538c
- [314]. Song J., Krista C.S., Hua W., Qian M.C., (2012). Influence of deficit irrigation and kaolin particle film on grape composition and volatile compounds in Merlot grape (*Vitis vinifera* L.). *Food chemistry*, 134, pp: 841-850.
- [315]. Da Silva M.J.R., Da Silva Padilha C.V., dos Santos Lima M., Pereira G.E., Venturini Filho W.G., Moura M.F., and Tecchio M.A. (2019). Grape juices produced from new hybrid varieties grown on Brazilian rootstocks – Bioactive compounds, organic acids and antioxidant capacity. *Food Chemistry*. 289: 714–722.
- [316]. Yakoubi R., Megateli S., Sadok T.H., Bensouici C., and Bağci E. (2021a). A synergistic interactions of Algerian essential oils of *Laurus nobilis* L., *Lavandula stoechas* L. and *Mentha pulegium* L. on anticholinesterase and antioxidant activities. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 31 :101891.
- [317]. Benhamouche S. et Cheroufa R. (2013). Activité antioxydante de la pellicule de quelques variétés du raisin cultivées dans la région de Bejaia. Mémoire **Master** en Biotechnologies, Agro Ressources, Aliments et Nutrition. Université de Bejaia ; 75p.
- [318]. Katalinic V., Milos M., Kulisic T. et Jukic. (2006). Screening of 70, medicinal plant extracts for antioxidant capacity and total phenols. *Food Chemistry*, **94**: 550-557.

- [319]. **Cosme F., Pinto T. et Vilela A. (2018).** Phenolic Compounds and Antioxidant Activity in Grape Juices: A Chemical and Sensory View. *Beverages*, 4, 22; doi: 10.3390/beverages4010022
- [320]. **Beara I.N., Torović L.D., Pintać D.Đ., Majkića T.M., Orčić D.Z., Mimica-Dukić N.M., and Lesjak M.M. (2017).** Polyphenolic profile, antioxidant and neuroprotective potency of grape juices and wines from Fruška Gora region (Serbia). *International Journal of Food Properties*. 20: s2552–s2568.
- [321]. **Ojeil A., El Darra N., El Hajj Y., Bou Mouncef P., Rizk T. J. et. Maroun R. G. (2010).** Identification et caractérisation de composés phénoliques extraits du raisin chateau ksara. Faculté des Sciences, Université Saint-Joseph, Liban ; *Vol. 11, No. 2 : 117-131*
- [322]. **García-Martínez D. J., Arroyo-Hernández M., Posada-Ayala M., and Celia Carrillo C. S. (2021).** La teneur élevée en quercétine et en catéchine du jus de raisin Airen soutient son application dans la production d'aliments fonctionnels. *Foods*. 2021 Jul; 10(7): 1532. *Published online 2021 Jul 2. doi: 10.3390/foods10071532*
- [323]. **Jean-Denis J.B. (2005).** Caractérisation de polyphénols stilbéniques et de dérivés induits ou constitutifs de la vigne impliqués dans sa défense contre l'agent pathogène du mildiou de la vigne, *Plasmopara viticola* (Berk. and Curt.). Thèse de Doctorat, Univ. De Neuchâtel, 284 p.
- [324]. **Yakoubi R., Megateli S., Sadok T.H., and Gali L. (2021b).** Photoprotective, antioxidant, anticholinesterase activities and phenolic contents of different Algerian *Mentha pulegium* extracts. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 34: 102038.
- [325]. **Da Porto C., Decorti D., Natolino A. (2014).** Water and ethanol as co-solvent in supercritical fluid extraction of proanthocyanidins from grape marc: A comparison and a proposal. *J. Supercrit. Fluids* 87, 1-8.
- [326]. **Khaled Khodja Y. 2008.** Etude de l'activité antioxydante des jus et pulpes de de quelques variétés d'orange de la région de bejaia. Thèse de Magister en Biologie ; Université de Bejaia ; P81.
- [327]. **Kim D.O., Jeong S. W. & Lee, C.Y. (2003).** Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plum. *Food Chemistry*, 81, 321-326.
- [328]. **Pinelo M., Manzocco L., Nunez M.J. & Nicoli M.C. (2004).** Interaction among phenols in food fortification: negative synergism on antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52, 1177–1180.

- [329]. Gil M.I., Tomas-Barberan F.A., Hess-Pierce B. & Kader A.A. (2002). Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin c contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 4976-4982.
- [330]. Rufino M.S.M., Alves R.E., De Brito E.S., Pérez-Jiménez J., Saura-Calixto F. & Mancini-Filho J. (2010). Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 nontraditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 121, 996–1002.
- [331]. Ińska-Ryś E.J., Zalewska-Korona M. & Kalbarczyk J. (2009). Antioxidant capacity, ascorbic acid and phenolics content in wild edible fruits. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 17(2), 115-120.
- [332]. Soyer Y., Koca N., Karadeniz F. (2003). Organic acid profile of Turkish white grapes and grape juices. *J. Food Compos. Anal.* 16, 629–636.
- [333]. Muñoz-robredo P., Robledo P., Manríquez D., Molina R. (2011). Characterization of sugars and organic acids in commercial varieties of table grape. *Chil. Jar* 71, 2–8.
- [334]. Ehling S. and Cole S. (2011). Analysis of organic acids in fruit juice by liquid chromatography-mass spectrometry: an enhanced tool for authenticity testing, *J. Agric. Food Chem.*, 59, 2229–2234.
- [335]. Lima M.D.S., Dutra M.D.C.P., Toaldo I.M., Corrêa L.C., Pereira G.E., Oliveira D.D., Bordignon-Luiz M.T., Ninow J.L. (2015). Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced in industrial scale by different processes of maceration. *Food Chem.* 188, 384–392. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.014> 0308-8146/ 2015 Elsevier Ltd.
- [336]. Ribeiro T.P., de Lima M.A.C., Alves R.E. (2012). Maturação e qualidade de uvas para suco em condições tropicais, nos primeiros ciclos de produção. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 47, 1057–1065.
- [337]. Silva F. L.N., Schmidt E. M., Luiz Messias C., Eberlin M. N. and Frankland Sawaya A.C. H. (2015). Quantification des acides organiques du vin et du raisin par masse d'ionisation par électrospray à perfusion directe spectrométrie. *The Royal Society of Chemistry Anal. Methods*, 7, 53–62 | 53 DOI: 10.1039/c4ay00114a.
- [338]. Kanellis A. K., Roubelakis-Angelakis K. A. (1993). *Biochemistry of fruit ripening, in Grapes*. Eds. Seymour G. B., Taylor J. E., Tucker G. A. (London: Chapman & Hall ;), 189–220.
- [339]. Yamamoto L. Y., Assis A. M., Roberto S. R., Bovolenta Y. R., Nixdorf S. L., García-Romero E., et al. (2015). Application of abscisic acid (S-ABA) to cv. Isabel grapes (*Vitis vinifera* × *Vitis labrusca*) for color improvement: effects on color, phenolic composition and

antioxidant capacity of their grape juice. *Food Res. Int.* 77, 572–583.
doi: 10.1016/j.foodres.2015.10.019

[340]. **Granato D, de Magalhães Carrapeiro M, Fogliano V, van Ruth SM. (2016).** Effects of geographical origin, varietal and farming system on the chemical composition and functional properties of purple grape juices: a review. *Trends Food Sci Technol.* 52, 31–48.
doi: 10.1016/j.tifs.2016.03.013.

[341]. **Yinshan G., Zaozhu N., Kai S., Jia Z., Zhihua R., Yuhui Z., et al. (2017).** Composition and content analysis of sugars and organic acids for 45 grape cultivars from the northeast region of China. *Pakistan J. Bot.* 49, 155–160. [Google Scholar]

[342]. **Carr A., Maggini S. (2017).** Vitamin C and immune function. *Nutrients* , 9, 1211.

[343]. **López-Pastor J.-A., Martínez-Sánchez A., Aznar-Poveda J., García-Sánchez A.-J., García-Haro J., and Aguayo E. (2020).** Quick and Cost-Effective Estimation of Vitamin C in Multifruit Juices Using Voltammetric Methods., *20(3)* ,676 ; doi.org/10.3390/s20030676

[344]. **Cheynier V., Schneider R., Salmon J., Fulcrand H. (2010).** Chemistry of wine. In: Mander L, Liu HW, editors. *Comprehensive Natural Products II*. Oxford: Elsevier; pp. 1119–1172

[345]. **Downey M.O., Dokoozlian N.K., Krstic M.P. (2006).** Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine: A review of recent research. *American Journal of Enology and Viticulture.* 57:257-268.

[346]. **Pinasseau L., Vallverdu Queralt A., Verbaere A., Roques M., Meudec E., Le Cunff L., et al. (2017).** Cultivar diversity of grape skin polyphenol composition and changes in response to drought investigated by LC-MS based metabolomics. *Frontiers in Plant Science.* 8:24. DOI : 10.3389/fpls.2017.01826.

[347]. **Palomino O., Gómez-Serranillos M.P., Slowing K., Carretero E., Villar A. (2000).** Study of polyphenols in grape berries by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *J. Chromatogr. A*, 870, 449–451.

[348]. **Huang X., Mazza G. (2011).** Simultaneous analysis of serotonin, melatonin, piceid and resveratrol in fruits using liquid chromatography tandem mass spectrometry. *J. Chromatogr. A*, 1218, 3890–3899.

[349]. **Wang S.Y., Chen C.T., Wang C.Y., Chen A.P. (2007).** Resveratrol content in strawberry fruit is affected by preharvest conditions. *J. Agric. Food Chem.* 2007, 55, 8269–8274.

- [350]. Reinisalo M., Kårlund A., Koskela A., Kaarniranta K., Karjalainen R.O. (2015). Polyphenol stilbenes: Molecular mechanisms of defense against oxidative stress and aging-related diseases. *Oxid. Med. Cell. Longev.*
- [351]. Carter L.G., D’Orazio J.A., Pearson K.J. (2014). Resveratrol and cancer: Focus on in vivo evidence. *Endocr. Relat. Cancer*, 21, P209–P225.
- [352]. Zhang Q., Bian Y., Shi Y., Zheng S., Gu X., Zhang D., Zhu X., Wang X., Jiang D., Xiong Q. (2015). An economical and efficient technology for the extraction of resveratrol from peanut (*Arachis hypogaea*) sprouts by multi-stage countercurrent extraction. *Food Chem.*, 179, 15–25.
- [353]. López-Hernández J. and Bernaldo de Quirós R. A. (2016). Trans-Stilbenes in Commercial Grape Juices : Quantification Using HPLC Approaches. *Int. J. Mol. Sci.* 2016, 17, 1769 ; doi : 10.3390/ijms17101769
- [354]. Ferrier M. (2018). Les polyphénols contenus dans le vin rouge : leurs propriétés pharmacologiques. Thèse de Doctorat en Pharmacie. Université de Grenoble Alpes. P 88.
- [355]. Agouazi O. (2021). Etude phytochimique et évaluation de l’activité antioxydante et antimicrobienne des extraits de la vigne rouge. Thèse de Doctorat ; Sciences de la Vigne et Préservation des Ressources Phylogénétiques ; Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou ; 84 P.
- [356]. Gatto P., Vrhovsek U., Muth J., Segala C., Romualdi C., Fontana P., Pruefer D., Stefanini M., Moser C., Mattivi F. and Velasco, R. (2008). Ripening and genotype control stilbene accumulation in healthy grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(24):11773-11785.doi:10.1021/jf8017707
- [357]. Bavaresco L., Luigi L., Busconi M., Flamini R. and De Rosso M. (2016). Wine resveratrol: from the ground up. *Nutrients*, 8(4):222. doi : 10.3390/nu8040222
- [358]. Bavaresco L., Pezzutto S., Gatti M. and Mattivi F. (2007). Role of the variety and some environmental factors on grape stilbenes. *Vitis*, 46(2):57-61
- [359]. Gatti M.S., Civardi F., Ferrari N., Fernandes N., van Zeller de Macedo Basto Goncaves M. I. and Bavaresco L. (2014). Viticultural performances of different ‘Cabernet Sauvignon’ clones. *Acta Horticulturae*, (1046):659-664.doi:10.17660/ActaHortic.2014.1046.90
- [360]. Benayahoum A. (2010). Composition poly-phénolique de diverses variétés de raisin Algérien. Thèse de Magister ; Chimie appliquée ; Université 08 Mai 1945, Guelma Algérie.75 P.
- [361]. Favre G., Piccardo D., Gómez-Alonso S., Pérez-Navarro J., García-Romero E., Mena-Morales A. and González-Neves G. (2020). Stilbènes dans les cépages Tannat,

Marselan et Syrah et vins d'Uruguay. Vol. 54 No. 1: OENO One. DOI : 10.20870/oeno-one.2020.54.1.2576.

- [362]. **Vannozzi A., Dry I.B., Fasoli M., Zenoni S. and Lucchin M. (2012).** Genome-wide analysis of the grapevine stilbene synthase multigenic family: genomic organization and expression profiles upon biotic and abiotic stresses. *BMC Plant Biology*, 12(1):130. [363].
- Baderschneider B. and Winterhalter P. (2000).** Isolation and characterization of novel stilbene derivatives from Riesling wine. *J. Agric. Food Chem.*, 48: 2681-2686p.
- [364]. **Langcake P. (1981).** Disease resistance of *Vitis* spp. and the production of stress metabolites resveratrol, eviniferin, α -viniferin and pterostilbene. *Physiological Plant Pathology*, 1:213-226. doi:10.1016/S0048-4059(81)80043-4.
- [365]. **Sautter C. K., Denardin S., Alves A. O., Mallmann C. A., Penna N. G., & Hecktheuer L. H. (2005).** Determinação de resveratrol em sucos de uva no Brasil. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25, 437–442.
- [366]. **Natividade, M. M. P., Corrêa, L. C., Souza, S. V. C., Pereira, G. E., & Lima, L. C. D. O. (2013).** Simultaneous analysis of 25 phenolic compounds in grape juice for HPLC: Method validation and characterization of São Francisco Valley samples. *Microchemical Journal*, 110, 665–674.
- [367]. **Lucena A.P.S., Nascimento R.J.B., Maciel J.A.C., Tavares J.X., Barbosa-Filho J.M., Oliveira E.J. (2010).** Antioxidant activity and phenolics content of selected Brazilian wines, *J. Food Compos. Anal.* 23; 30–36.
- [368]. **Zhu L., Zhang Y., Lu J. (2012).** Phenolic contents and compositions in skins of red wine grape cultivars among various genetic backgrounds and originations. *International Journal of Molecular Sciences*; 13:3492-3510. DOI: 10.3390/ijms13033492.
- [369]. **Boido E., García-Marino M., Dellacassa E., Carrau F., Rivas-Gonzalo J.C., Escribano-Bailón M.T. (2011).** Characterisation and evolution of grape polyphenol profiles of *Vitis vinifera* L. cv. Tannat during ripening and vinification. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 17:383-393.
- [370]. **Prodanov M., Vacas V., Hernández T., Estrella I., Amador B., Winterhalter P. (2013).** Chemical characterisation of Malvar grape seeds (*Vitis vinifera* L.) by ultrafiltration and RP-HPLCPAD-MS. *Journal of Food Composition and Analysis*. 31:284-292.
- [371]. **Myrtsi E. D., Koulocheri S. D., Iliopoulos V. and Haroutounian S. A. (2021).** Quantification à haut débit de 32 composés phénoliques antioxydants bioactifs dans les raisins, les vins et les sous-produits de vinification par LC-MS/MS. *Antioxidants*, 10(8), 1174 ; doi : 10.3390/antiox10081174.

- [372]. **Rodríguez-Montealegre R., Peces R., Vozmediano J., Gascueña J., Romero E. (2006).** Phenolic compounds in skins and seeds of ten grape *Vitis vinifera* varieties grown in a warm climate. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19:687-693. DOI: 10.1016/j.jfca.2005.05.003.
- [373]. **Moreno-Montoro M., Olalla-Herrera M., Gimenez-Martinez R., Navarro-Alarcon M., & Rufián-Henares, J. A. (2015).** Phenolic compounds and antioxidant activity of Spanish commercial grape juices. *Journal of Food Composition and Analysis*, 38, 19–26.
- [374]. **Stalmach A., Edwards C. A., Wightman J. D., & Crozier A. (2011).** Identification of (poly) phenolic compounds in Concord grape juice and their metabolites in human plasma and urine after juice consumption. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, 9512–952.
- [375]. **Zerrouki K. (2020).** Profil phénolique de quelques ressources végétales et pouvoir antioxydant. Thèse de Doctorat en Science. Spécialité : Nutrition et santé. Université de Mostaganem. 78p.
- [376]. **Heras-Roger J., Alonso-Alonso O., Gallo-Montesdeoca A., Díaz-Romero C., Darias-Martín J. (2016).** Influence of copigmentation and phenolic composition on wine color. *Journal of Food Science and Technology*. 53: 2540-2547. DOI: 10.1007/s13197-016-2210-3.
- [377]. **Darias-Martín J., Martín-Luis B., Carrillo-López M., Lamuela-Raventós R., Díaz-Romero C., Boulton R. (2002).** Effect of caffeic acid on the color of red wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 2062-2067. DOI: 10.1021/jf010931+.
- [378]. **Smeriglio A., Barreca D., Bellocco E., and Trombetta D. (2017).** Proanthocyanidines et tanins hydrolysables: présence, apport alimentaire et effets pharmacologiques. *Br J Pharmacol*. Jun; 174(11): 1244–1262. Doi : 10.1111/bph.13630.
- [379]. **Mattivi F., Vrhovsek U., Masuero D., & Trainotti D. (2009).** Differences in the amount and structure of extractable skin and seed tannins amongst red grape varieties. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 15(1), 27–35.
- [380]. **Padilha C.V.D.S., Miskinis G. A., Olinda de Souza M. E. A., Elias Pereira G., De Oliveira D., Bordignon-Luiz M. T. (2017).** Détermination rapide des flavonoïdes et des acides phénoliques dans les jus de raisin et vins par RP-HPLC/DAD : Méthode de validation et caractérisation des produits commerciaux des nouvelles variétés brésiliennes de raisin. doi :/10.1016/j.foodchem.2017.01.137.
- [381]. **Breksa A.P., Takeoka G.R., Hidalgo M.B., Vilches A., Vasse J., Ramming D.W. (2010).** Antioxidant activity and phenolic content of 16 raisin grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars and selections. *Food Chem*, 121:740–745. 10.1016/j.foodchem.2010.01.029

- [382]. Downey M.O., Harvey J.S., Robinson S.P. (2003). Analysis of tannins in seeds and skins of shiraz grapes throughout berry development. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 9:15-27. DOI: 10.1111/j.1755-0238.2003.tb00228.x.
- [383]. Ramirez-Lopez L. M., McGlynn W., Goad C. L., & Mireles DeWitt C. A. (2014). Simultaneous determination of phenolic compounds in Cynthiana grape (*Vitis aestivalis*) by high performance liquid chromatography–electrospray ionisation– mass spectrometry. *Food Chemistry*, 149, 15-24. doi:10.1016/j.foodchem.2013.10.078 ELSEVIER_FOCH_14864
- [384]. Lamy E., Pinheiro C., Rodrigues L., Capela e Silva F., Lopes O.S., Tavares S. *et al.* (2016). Determinants of Tannin-Rich Food and Beverage Consumption: Oral Perception vs. Psychosocial Aspects In: Combs CA. (ed). *Tannins: Biochemistry, Food Sources and Nutritional Properties*. Nova Science Publishers Inc: New York, USA, pp. 29–58.
- [385]. Downey M.O., Harvey J.S., Robinson S.P. (2003). Synthesis of flavonols and expression of flavonol synthase genes in the developing grape berries of shiraz and chardonnay (*Vitis Vinifera* L.). *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 9:110-121
- [386]. Castillo-Muñoz N., Gómez-Alonso S., García-Romero E., Hermosín-Gutiérrez I. (2007). Flavonol profiles of *Vitis vinifera* red grapes and their single-cultivar wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 55 :992-1002. DOI : 10.1021/jf062800k.
- [387]. Tangolar S. G., Tangolar S., Tarım G., Kelebek H., Topçu S. (2015). The Effects of Bud Load and Applied Water Amounts on the Biochemical Composition of the 'Narince' Grape Variety (*Vitis vinifera* L.). *Notulae botanicae horti agrobotanici cluj- napoca, cilt.43, sa.2, ss.380-387*. Doi : 10.15835/nbha4329958.
- [388]. Aguilar T., Loyola C., de Bruijn J., Bustamante L., Vergara C., von Baer D., Mardones C., Serra I. (2016). Effect of Thermomaceration and Enzymatic Maceration on Phenolic Compounds of Grape Must Enriched by Grape Pomace, Vine Leaves and Canes. *Eur. Food Res. Technol.* 242, 1149–1158
- [389]. Spayd S. E., Tarara J. M., Mee D. L., & Ferguson J. C. (2002). Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53, 171–182.
- [390]. Burns J., Mullen W., Landrault N., Teissedre P., Lean MEJ., Crozie A. (2002). Variations in the profile and content of anthocyanins in wines made from cabernet sauvignon and hybrid grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 50: 4096-4102. DOI : 10.1021/jf011233s.
- [391]. Arapitsas P., Oliveira J., Mattivi F. (2015). Do white grapes really exist? *Foodservice Research International*. 69: 21-25. DOI : 10.1016/j.foodres.2014.12.002.

- [392]. **Guidoni S., Ferrandino A., Novello V. (2008).** Effects of seasonal and agronomical practices on skin anthocyanin profile of Nebbiolo grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*. 59: 22-29.
- [393]. **Panche A. N., Diwan A. D. and Chandra S. R. (2016).** Flavonoïdes : un aperçu *J Nutr Sci*. 5: e47. Published online 2016 Dec 29. doi: 10.1017/jns.2016.41.
- [394]. **Aranganathan S., Selvam J. P., Nalini N. (2008).** Effet de l'hésperétine, un flavonoïde d'agrumes, sur les enzymes bactériennes et les foyers aberrants de cryptes induits par des carcinogènes chez des rats atteints d'un cancer du côlon : une étude dose-dépendante. *J Pharm Pharmacol*. 2008 Oct;60(10):1385-92. doi: 10.1211/jpp/60.10.0015.
- [395]. **Montalbano G., Maugeri A., Guerrera M. C., Miceli N., Navarra M., Barreca D., Cirmi S. and Germanà A. (2021).** Un extrait de jus de raisin blanc réduit l'accumulation de graisse grâce à la modulation de l'expression de la ghréline et de la leptine dans un modèle in vivo de poisson zèbresuralimenté. *Molecules* 26(4),1119 ; doi.org/10.3390/molecules26041119.
- [396]. **De Paula Menezes Barbosa P., Ruviaro A.R., Macedo G.A. (2018).** Comparison of different Brazilian citrus by-products as source of natural antioxidants. *Food Science and Biotechnology*. 2018; 27(5):1301–1309. doi: 10.1007/s10068-018-0383-4.
- [397]. **Gomez-Mejia E., Rosales-Conrado N., Leon-Gonzalez M.E., Madrid Y. (2019).** Citrus peels waste as a source of value-added compounds: extraction and quantification of bioactive polyphenols. *Food Chemistry*. 295: 289–299. Doi : 10.1016/j.foodchem.2019.05.136.
- [398]. **Chen Y., Hong Y., Yang D., He Z., Lin X., Wang G., and Yu W. (2020).** Détermination simultanée de métabolites phénoliques dans des cultivars chinois d'agrumes et de raisin. Academic Editor: Yongping Cai *PeerJ*. 8: e9083. doi: [10.7717/peerj.9083](https://doi.org/10.7717/peerj.9083).
- [399]. **Khan M.K., Zill-E-Huma, Dangles O. A. (2013).** comprehensive review on flavonones, the major citrus polyphenols. *J. Food Comp. Anal.* 33:85–104. doi: 10.1016/j.jfca.2013.11.004.
- [400]. **Syahputra R.A., Harahap U., Dalimunthe A., Nasution M.P., Satria D. (2022).** The role of flavonoids as a cardioprotective strategy against doxorubicin-induced cardiotoxicity: A review. *Molecules*. :1320. doi: 10.3390/molecules27041320.
- [401]. **Meiyanto E., Hermawan A., Anindyajati A. (2012).** Natural products for cancer-target therapy: Citrus flavonoids as potent chemopreventive agents. *Asian Pac. J. Cancer Prev.* 2012;13:427436. doi: 10.7314/APJCP.13.2.427.

- [402]. Auroma O.I., Landers B., Ramful-Baboolall D., Bourdon E., Neerghheen-Bhujun V., Wagner K.H., Bahorun T.(2012). Functional benefits of citrus fruits in the management of diabetes. *Prev. Med.* 54: S12–S16. doi: 10.1016/j.ypmed.2012.02.012.
- [403]. Shamsudin N.F., Ahmed Q.U., Mahmood S., Ali Ahah S.A., Khatib A., Makhtat S., Alsharif M.A., Parveen H., Zakaria Z.A. (2022). Antibacterial effects of flavonoids and their structure-activity relationship: A comparative interpretation. *Molecules.* ;27: 1149.
- [404]. Li C., Schluesener H. (2017). Health-promoting effects of the citrus flavonone hesperidin. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 57: 613–631. doi: 10.1080/10408398.2014.906382.
- [405]. Gattuso G., Barreca D., Gargiulli C., Leuzzi U., Caristi C. (2007). Flavonoid composition of citrus juices. *Molecules.* 12:1641–1673. doi: 10.3390/12081641.
- [406]. Pyrzynska K. (2022). Hespéridine : une revue des méthodes d'extraction, de la stabilité et des activités biologiques. *Nutrients.* 2022 Jun; 14(12): 2387. doi: 10.3390/nu14122387.
- [407]. Barakat N., Bouajila J., Beaufort S. B., Rizk Z., Taillandier P. and El Rayess Y. (2024). Développement d'un nouveau Kombucha à partir de marc de raisin : l'impact des conditions de fermentation sur la composition et les activités biologiques. *Beuvrages*, 10(2), 29 ; <https://doi.org/10.3390/beverages10020029>.
- [408]. Kekelidze N., Kekelidze T., Akhalbedashvili L., Maisuradze G., Kvirkvelia B., Tsoadze G., Mskhiladze A., Lipartiani V. and Jalaghania S. (2018). La teneur en antioxydants - Composés phénoliques, dans les vins rouges de Géorgie « Kindzmarauli » et « Saperavi » *Appl Food Sci J*; 2(2):18-22.
- [409]. Montenegro C. D. A., Gonçalves G. F., de Oliveira Filho A. A., Lira A. B., Mendes Cassiano T. T., Ramos de Lima N. T., Barbosa-Filho J. M., Melo Diniz M. D. F. F. and Pessôa H. L. F. (2017). Etude In Silico et Bioprospection des effets antibactériens et antioxydants de la flavone et de ses dérivés hydroxylés. *Molecules*, 22(6), 869 ; doi.org/10.3390/molecules22060869.
- [410]. Cho N., Choi J.H., Yang H., Jeong E.J., Lee K.Y., Kim Y.C., Sung S.H. (2012). Neuroprotective and anti-inflammatory effects of flavonoids isolated from *Rhus verniciflua* in neuronal HT22 and microglial BV2 cell lines. *Food Chem. Toxicol.* 50, 1940–1945.
- [411]. Venkatachalam H., Yogendra N., Jayashree B.S. (2012). Synthesis, characterization and antioxidant activities of synthetic chalcones and flavones. *APCBEE Proc.* 3, 209–213.
- [412]. Liu X.H., Liu H.F., Shen X., Song B.A., Bhadury P.S., Zhu H.L., Liu J.X., Qi X.B.(2010). Synthesis and molecular docking studies of novel 2-chloro-pyridine derivatives containing flavone moieties as potential antitumor agents. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* 20, 4163–4167.

- [413]. Jung H.A., Jin S.E., Min B.S., Kim B.W., Choi J.S. (2012). Anti-inflammatory activity of Korean thistle *Cirsium maackii* and its major flavonoid, luteolin 5-*O*-glucoside. *Food Chem. Toxicol.* 2012, 50, 2171–2179.
- [414]. Kim J.T., Lee W.S., Kim Y.S., Curtis-long M.J., Lee B.W., Ryu Y.B., Park K.H. (2011). Isolation of cholinesterase-inhibiting flavonoids from *Morus lhou*. *J. Agric. Food Chem.* 59, 4589–4596.
- [415]. Kongkuma N., Tuchindaa P., Pohmakotra M., Reutrakula V., Piyachaturawatb P., Jariyawatb S., Suksenb K., Yoosookc C., Kasisitc J., Napaswadc C. (2012). DNA topoisomerase II α inhibitory and anti-HIV-1 flavones from leaves and twigs of *Gardenia carinata*. *Fitoterapia* 2012, 83, 368–372.
- [416]. Rauha J.P., Remes S., Heinonen M., Hopia A., Kähkönen M., Kujala T., Pihlajac K., Vuorelaa, H., Vuorela P. (2000). Antimicrobial effects of Finnish plant extracts containing flavonoids and other phenolic compound. *Int. J. Food Microbiol.* 2000, 56, 3–12.
- [417]. Huber L.S., Rodriguez-Amaya D.B. (2008). Flavonols and flavones: Brazilian sources and factors that influence food composition. *Alim. Nutr.* 2008, 19, 97–108.
- [418]. Ali A., Asgher Z., Cottrell J. J., and F. Dunshea R. (2024). Criblage et caractérisation des composés phénoliques de fruits non mûrs sélectionnés et de leur potentiel antioxydant. *Molecules*. 2024 Jan; 29(1): 167. doi: 10.3390/molecules29010167
- [419]. Oliveira-Alves S., Lourenço S., A. Fernandes T. and Canas S. (2024). Coumarines dans les boissons spiritueuses : sources, quantification et leur implication dans la qualité, l'authenticité et la sécurité alimentaire. *Appl. Sci.* 14(3), 1010 ;
- [420]. Winstel D. (2019). Recherches sur les composés du bois de chêne modulant la saveur des vins et des eaux-de-vie. Thèse de Doctorat ; École doctorale Sciences de la vie et de la santé. Université de Bordeaux.
- [421]. Iranshahi, M.; Askari, M.; Sahebkar, A.; Hadjipavlou-Litina, D. (2009). Evaluation of antioxidant, anti-inflammatory and lipoxygenase inhibitory activities of the prenylated coumarin umbelliprenin. *DARU*, 17, 99–103. Available
- [422]. O’Kennedy, R.; Thornes, R.D. (1997). (Eds.) Coumarins : Biology, Applications, and Mode of Action ; JohnWiley & Sons : New York, NY, USA.
- [423]. Cai, Y.; Sun, M.; Xing, J.; Luo, Q.; Corke, H. (2006). Structure-radical scavenging activity relationships of phenolic compounds from traditional Chinese medicinal plants. *Life Sci.* 78, 2872–288.

ANNEXES

APPENDICE A : QUELQUES PHOTOS DE TRAVAIL EXPERIMENTAL

Photos Laboratoire d'analyses physico-chimiques de l'INSFP Ksar Elboikhari



Photos Laboratoire d'analyse



Photos : Laboratoire d'analyses physico-chimiques et sensorielles de l'Entreprise AGRANA Fruit.



Préparation des jus de raisins et détermination de rendement



Jus de la variété Cardinal



Jus de la variété Gros noir



Jus de la variété Italia

**Jus de la variété Muscat****Jus de la variété Red Globe****Jus de la variété Cinsault****Jus de la variété Merlot****Jus de la variété Syrah****Différentes variétés de jus de raisins étudiés**



Photos Pellicules de raisins étudiés



Graine des échantillons de raisins étudiés



Caractéristiques pomologiques des raisins analysés



Détermination de l'Acidité et du pH des



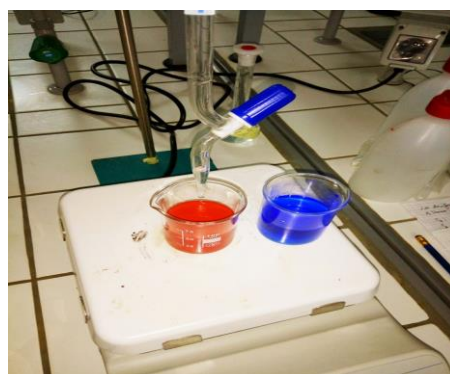
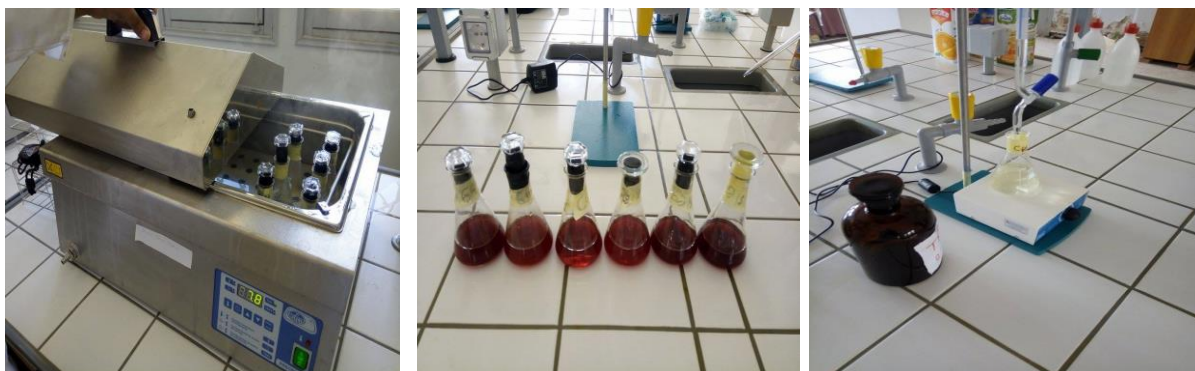
Détermination De taux de solide soluble



Détermination de la teneur en eau



Détermination de la teneur en cendres



Détermination de la teneur en Sucres



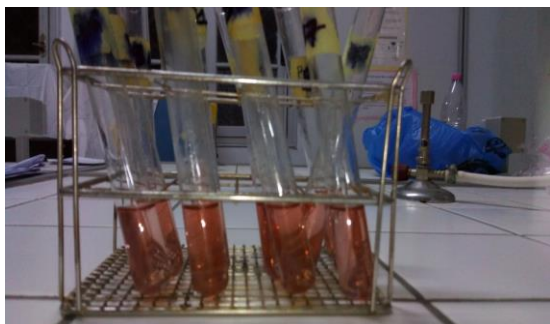
Détermination de la teneur en Pulpes



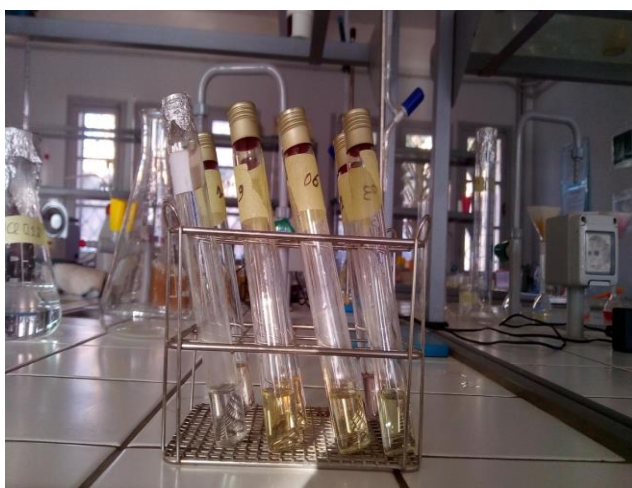
Détermination de la teneur en Vitamine C



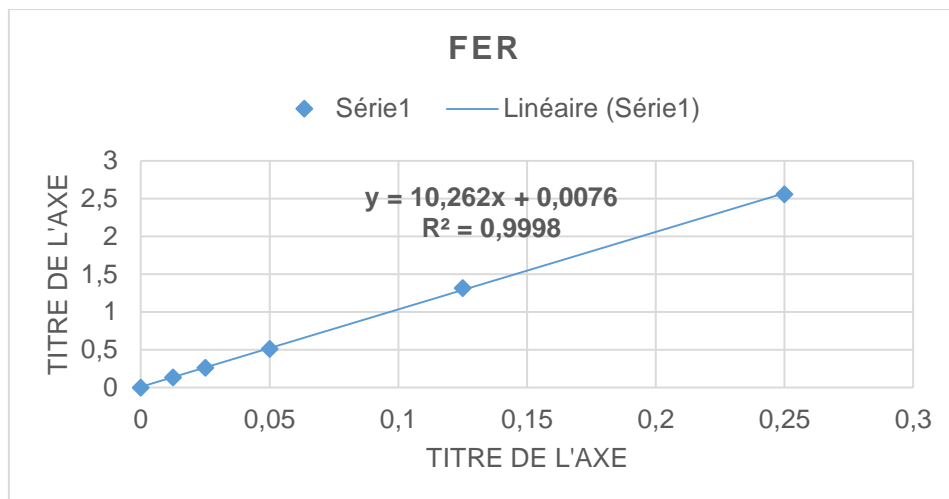
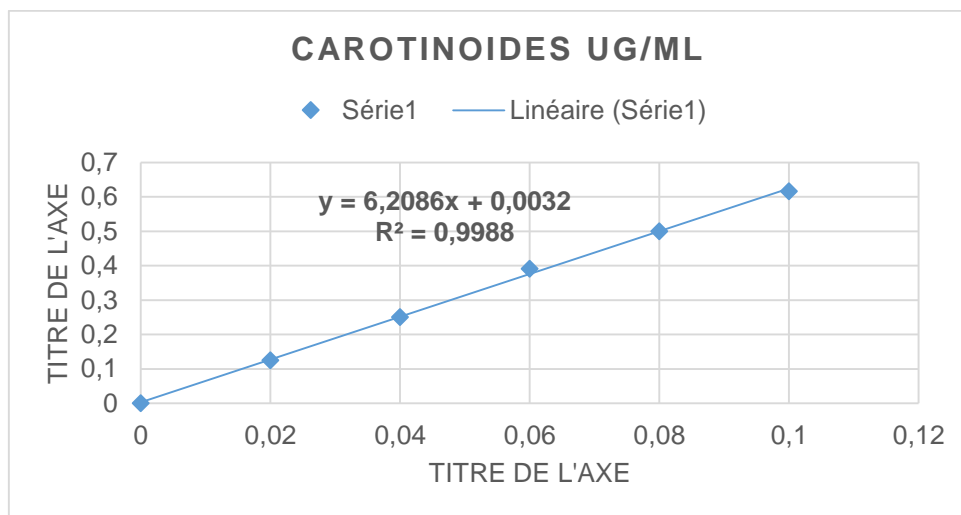
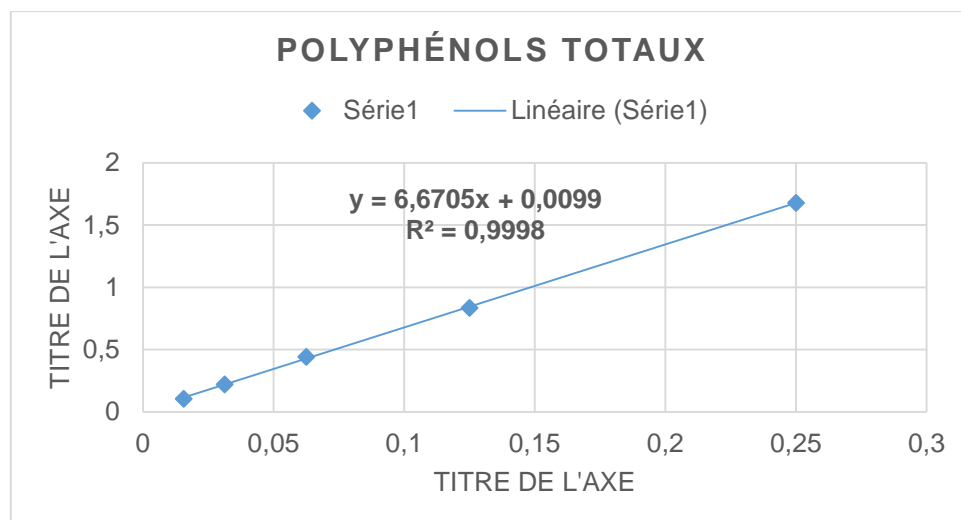
Détermination de la teneur en Caroténoïdes

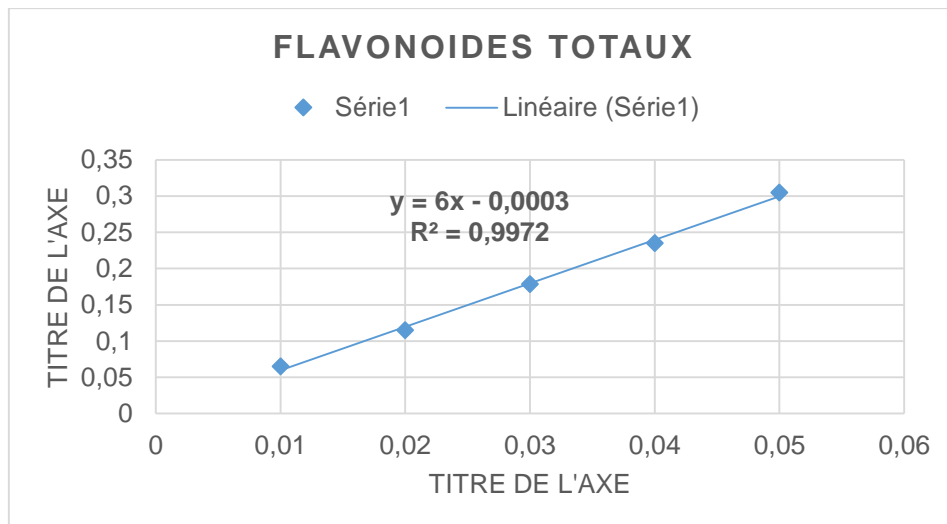
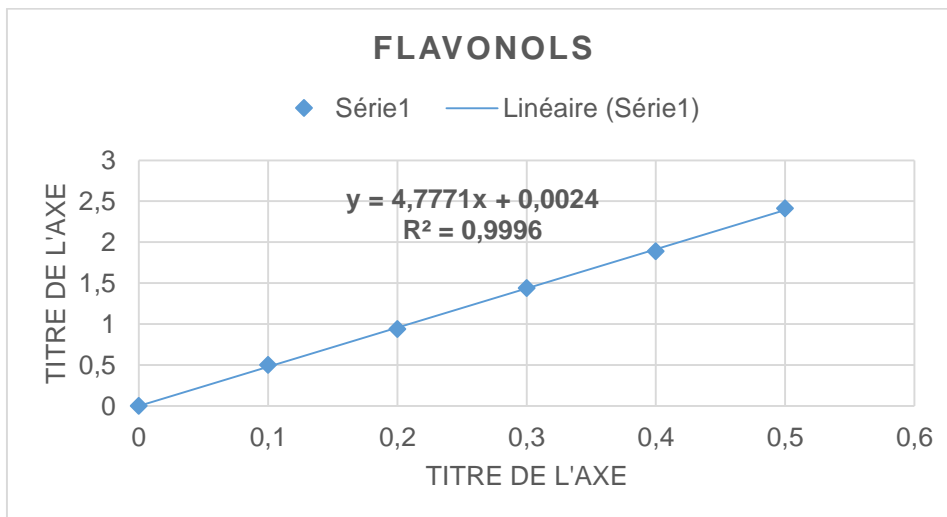
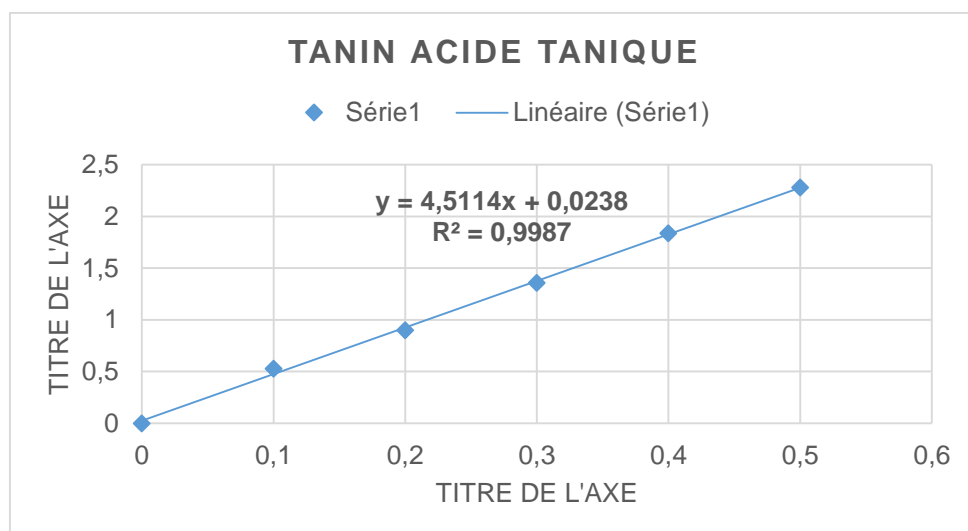


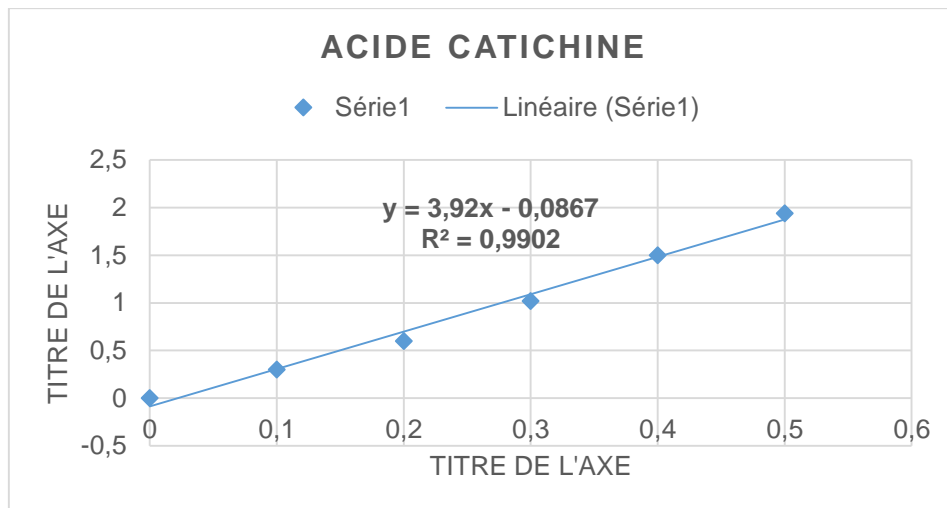
Dosage des composés phénoliques et détermination de l'activité anti radicalaire



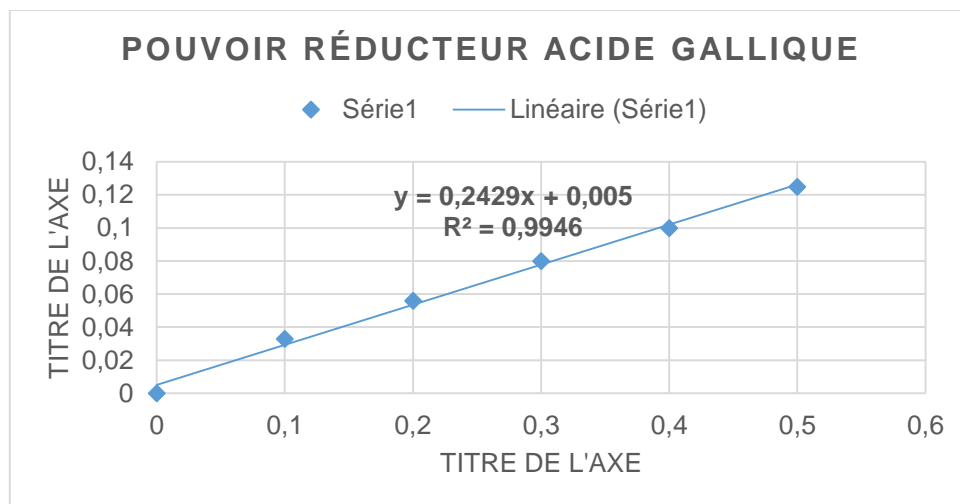
Dosage des composés phénoliques et détermination de l'activité anti radicalaire**Extraits méthylique des jus de raisin étudiés****Pellicules de raisin séchées et broyées****Graines de raisin séchées et broyées**

ANNEXES B : COURBES D' ETALONNAGE :**Courbe d'étalonnage teneur en Fer****Courbe d'étalonnage teneur en Caroténoïdes totaux****Courbe d'étalonnage teneur en Polyphénols totaux**

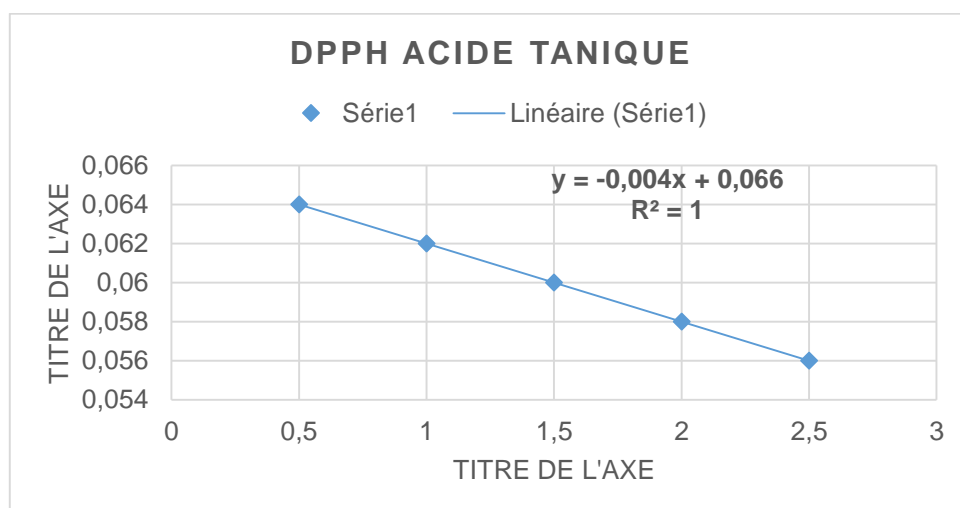
**Courbe d'étalonnage teneur en Flavonoïdes totaux****Courbe d'étalonnage teneur en Flavonols totaux****Courbe d'étalonnage teneur en Tanins totaux**



Courbe d'étalonnage teneur en Tanins Condensés



Courbe d'étalonnage Pouvoir réducteur



Courbe d'étalonnage Activité Anti Radicalair

ANNEXES C : FICHES DE DEGUSTATIONS ; ANALYSES SENSORIELLE

Grille d'évaluation du raisin par analyse sensorielle (Pulpe)

| Analyses | Descripteurs | Définitions | Notes | Echantillons | | | | | | | |
|---|---|----------------------------|-------|--------------|-----|----|----|----|----|----|-----|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | | | | | | | | | | | |
| Examen visuel de la pulpe | 01 Couleur des baies : si hétérogène, noter la couleur la plus basse perçue | Vert viré ou Jaune pale | 1 | | | 50 | 50 | | | | |
| | | Jaune | 2 | | | | | | | | |
| | | Jaune paille | 3 | | | | 50 | | | | |
| | | Jaune ambré | 4 | | | 50 | | | | | |
| | | Rose ou rouge pale | 5 | | | | | 80 | | | |
| | | Rouge | 6 | 30 | | | | 20 | 50 | | |
| | | Rouge sombre | 7 | 70 | | | | | 50 | 20 | |
| | | Noir | 8 | | 100 | | | | | 80 | 100 |
| | 02 Aptitude à l'écrasement ; sensation perçue lorsque en presse la baie entre les doigts | Baie dure | 1 | | | 80 | 70 | 80 | | | |
| | | Se déforme légèrement | 2 | 70 | 50 | 20 | 30 | 20 | 50 | | |
| | | Se déforme facilement | 3 | 30 | 50 | | | | 50 | 50 | 50 |
| | | Baie molle | 4 | | | | | | | 50 | 50 |
| | 03 Aptitude à l'engrenage ; Facilité à détaché le raisin de la grappe | Fortement adhérente | 1 | | 50 | | | 80 | | | |
| | | Adhérente | 2 | 70 | 50 | | | 20 | | 50 | |
| | | Se détache facilement | 3 | 30 | | 50 | 80 | | 80 | 50 | 50 |
| | | Se détache très facilement | 4 | | | 50 | 20 | | 20 | | 50 |
| | 04 Sucré de la pulpe : noter la sensation perçue | Peu sucrée | 1 | | 30 | | | 80 | | | |
| | | Moyennement sucrée | 2 | 70 | 70 | 50 | | 20 | | | |
| | | Sucrée | 3 | 30 | | 50 | 50 | | 20 | 20 | 80 |
| | | Très sucrée | 4 | | | | 50 | | 80 | 80 | 20 |
| 05 Acidité de la pulpe : noter la sensation perçue | Peu acide | 1 | 30 | | 70 | 70 | 80 | | | | |
| | Moyennement acide | 2 | 70 | 70 | 30 | 30 | 20 | | | | |
| | Acide | 3 | | 30 | | | | 80 | 20 | 20 | |
| | Très acide | 4 | | | | | | 20 | 80 | 80 | |
| 06 Arôme de la pulpe : mastiquer 10-12 fois les pellicules entre les molaires et noter les arômes dominants. | Herbacé | 1 | | | 30 | 20 | | | 20 | 20 | |
| | Neutre | 2 | 20 | 70 | | | 80 | | | | |
| | Fruité | 3 | 60 | | 70 | 80 | | 20 | | 60 | |
| | Confiture | 4 | 20 | 30 | | | 20 | 80 | 80 | 20 | |

| | | | | | | | | | | | |
|----|---|----------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 07 | Appréciation de gout des arômes dominants de la pulpe | N. Appréciable | 1 | | | | | | | | |
| | | Appréciable | 2 | 20 | 40 | | 50 | 50 | | | |
| | | Bonne | 3 | 80 | 60 | 50 | 20 | 50 | 50 | 20 | 20 |
| | | Très bonne | 4 | | | 50 | 80 | | 50 | 80 | 80 |
| 08 | Appréciation de l'aspect ou apparence des baies | N. Appréciable | 1 | | | | | | | | |
| | | Appréciable | 2 | | | 20 | 20 | | 50 | 50 | 50 |
| | | Bonne | 3 | 20 | 50 | 80 | 80 | 20 | 50 | 50 | 50 |
| | | Très bonne | 4 | 80 | 50 | | | 80 | | | |

Grille d'évaluation du raisin par analyse sensorielle (pellicule)

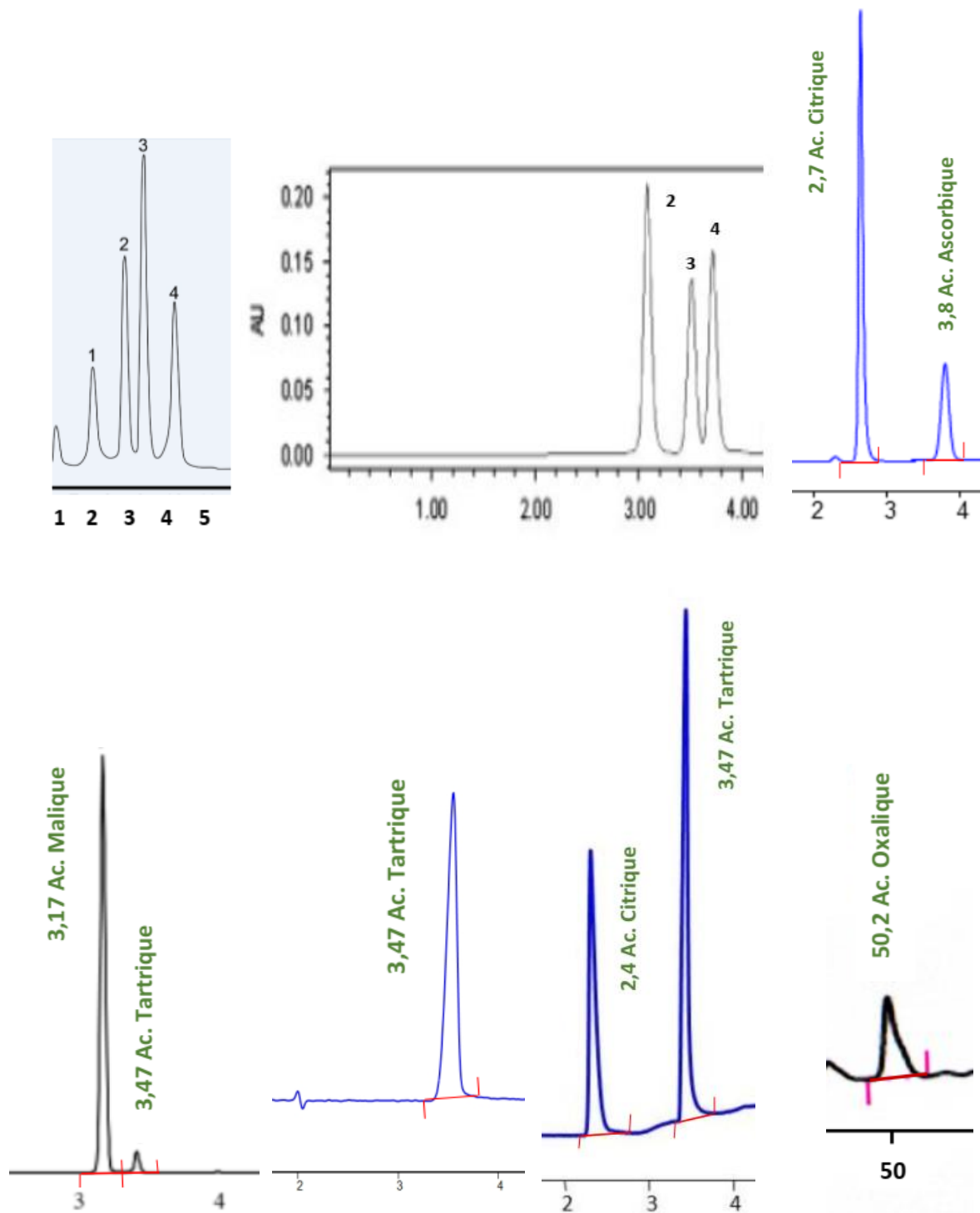
| Analyses | Descripteurs | Définitions | Notes | Echantillons | | | | | | | | | |
|-------------------------------|---|--|-------------------------|--------------|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | |
| Examen visuel de la pellicule | 01 | Couleur de la pellicule : si hétérogène, noter la couleur la plus basse perçue | Vert viré ou Jaune pale | 1 | | | | | | | | | |
| | | | Jaune | 2 | | | 18 | 37 | | | | | |
| | | | Jaune paille | 3 | | | 26 | 53 | | | | | |
| | | | Jaune ambré | 4 | | | 56 | 10 | | | | | |
| | | Couleur de la pellicule : si hétérogène, noter la couleur la plus basse perçue | Rose ou rouge pale | 5 | 18 | | | | 94 | 12 | | | |
| | | | Rouge | 6 | 37 | | | | 6 | 29 | | | |
| | | | Rouge sombre | 7 | 45 | 39 | | | | 59 | 41 | 12 | |
| | | | Noir | 8 | | 61 | | | | | 59 | 88 | |
| | 02 | Intensité des arômes dominants de la pellicule : | Faible | 1 | | 31 | 53 | | | | | | |
| | | | Moyenne | 2 | | 69 | 47 | 47 | 44 | 41 | | | |
| | | | Intense | 3 | 61 | | | 53 | 56 | 59 | 62 | 40 | |
| | | | Très intense | 4 | 39 | | | | | | 38 | 60 | |
| | 03 | Appréciation de l'odeur des arômes dominants de la pellicule | N. Appréciable | 1 | | | | | | | | | |
| | | | Appréciable | 2 | 52 | 58 | 45 | 48 | 65 | 81 | 77 | 67 | |
| | | | Bonne | 3 | 48 | 42 | 55 | 52 | 35 | 19 | 23 | 33 | |
| | | | Très bonne | 4 | | | | | | | | | |
| | 04 | Appréciation de gout des arômes dominants de la pellicule | N. Appréciable | 1 | | | | | | | | | |
| | | | Appréciable | 2 | 36 | 80 | 11 | 17 | 62 | 44 | 25 | 28 | |
| | | | Bonne | 3 | 64 | 20 | 58 | 58 | 38 | 56 | 25 | 50 | |
| | | | Très bonne | 4 | | | 31 | 15 | | | 50 | 22 | |
| 05 | Sucré de la Pellicule : noter la sensation perçue | Peu sucrée | 1 | 17 | 32 | | | 88 | | | | | |
| | | Moyennement sucrée | 2 | 46 | 56 | 30 | 32 | 12 | | | | | |
| | | Sucrée | 3 | 37 | 12 | 58 | 50 | | 75 | 56 | 86 | | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Examen visuel de la pellicule | 06 | Acidité de la pellicule : noter la sensation perçue | Très sucrée | 4 | | | 12 | 18 | | 25 | 44 | 14 | |
| | | | Peu acide | 1 | 35 | 38 | 90 | 20 | 72 | | | | |
| | | | Moyennement acide | 2 | 50 | 62 | 10 | 65 | 28 | 35 | 23 | | |
| | | | Acide | 3 | 15 | | | 15 | | 59 | 65 | 70 | |
| | 07 | Arôme de la pellicule : mastiquer 10-12 fois les pellicules entre les molaires et noter les arômes dominants. | Très acide | 4 | | | | | | 6 | 12 | 30 | |
| | | | Herbacé | 1 | 8 | 5 | 20 | 24 | 15 | 6 | 6 | 28 | |
| | | | Neutre | 2 | 12 | 40 | 4 | 4 | 42 | 6 | | 11 | |
| | | | Fruité | 3 | 60 | 26 | 48 | 56 | 15 | 35 | 29 | 61 | |
| | 08 | Astringence de la pellicule : Passer le broyat sur le palais puis évaluer la difficulté à passer la langue sur le palais et à resaliver | Confiture | 4 | 20 | 29 | 28 | 16 | 28 | 53 | 65 | | |
| | | | Langue glisse avec grande difficulté | 1 | | 36 | | | | | 19 | 7 | 19 |
| | | | Langue glisse avec difficulté | 2 | 11 | 50 | 13 | 22 | 28 | 81 | 62 | 81 | |
| | | | Langue légèrement accrochée | 3 | 78 | 14 | 39 | 61 | 55 | | 31 | | |
| 09 | | Résistance des pellicules : Examiner l'aspect du broyat | Langue glisse sans effort sur la plais | 4 | 11 | | 48 | 17 | 17 | | | | |
| | | | Pellicule très dure (fragment grossier) | 1 | | | | | | | | | |
| | | | Pellicule dure (fragment fin) | 2 | 5 | 37 | 26 | 21 | 7 | 38 | 50 | 62 | |
| | | | La pellicule se broyant assez facile | 3 | 74 | 63 | 32 | 26 | 85 | 62 | 50 | 38 | |
| 09 | Résistance des pellicules : Examiner l'aspect du broyat | La pellicule se broyant facilement | 4 | 21 | | 42 | 53 | 14 | | | | | |

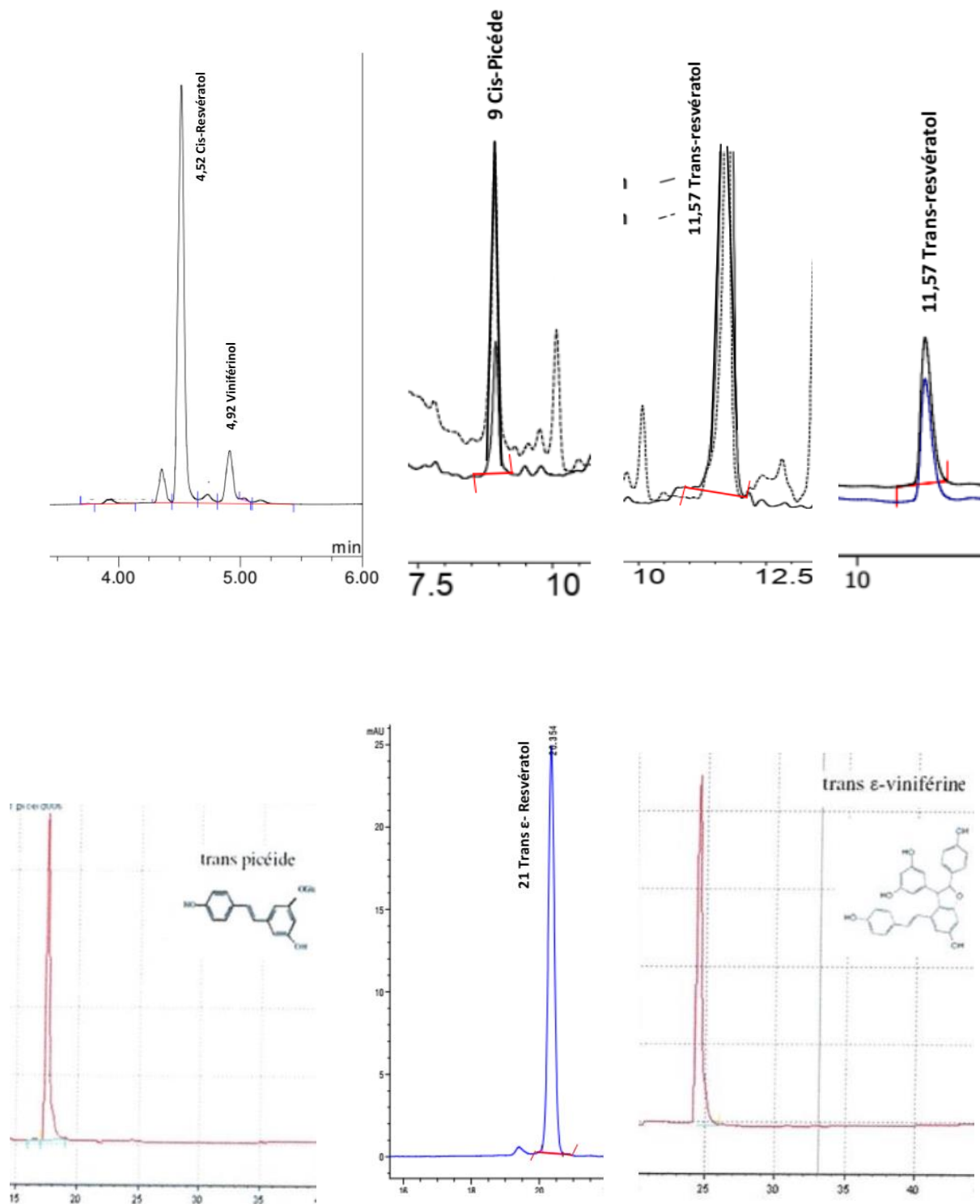
Grille d'évaluation du raisin par analyse sensorielle (Graines)

| Analyses | Descripteurs | Définitions | Notes | Echantillons | | | | | | | |
|--------------|--------------|-------------|-------|--------------|--|---------------------|----|----|----|----|----|
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | | | | 01 | Couleur de la Graine : si hétérogène, noter la couleur la plus basse perçue | Blanc ou jaune vert | 1 | 75 | 13 | | |
| Marron vert | 2 | 25 | 75 | | | | 13 | 62 | | 25 | |
| Brun gris | 3 | | 12 | | | 87 | | | 25 | 25 | 20 |
| Marron foncé | 4 | | | | | 13 | 87 | | 75 | 50 | 80 |
| | Faible | 1 | 38 | | 75 | 77 | | 75 | 87 | 62 | |

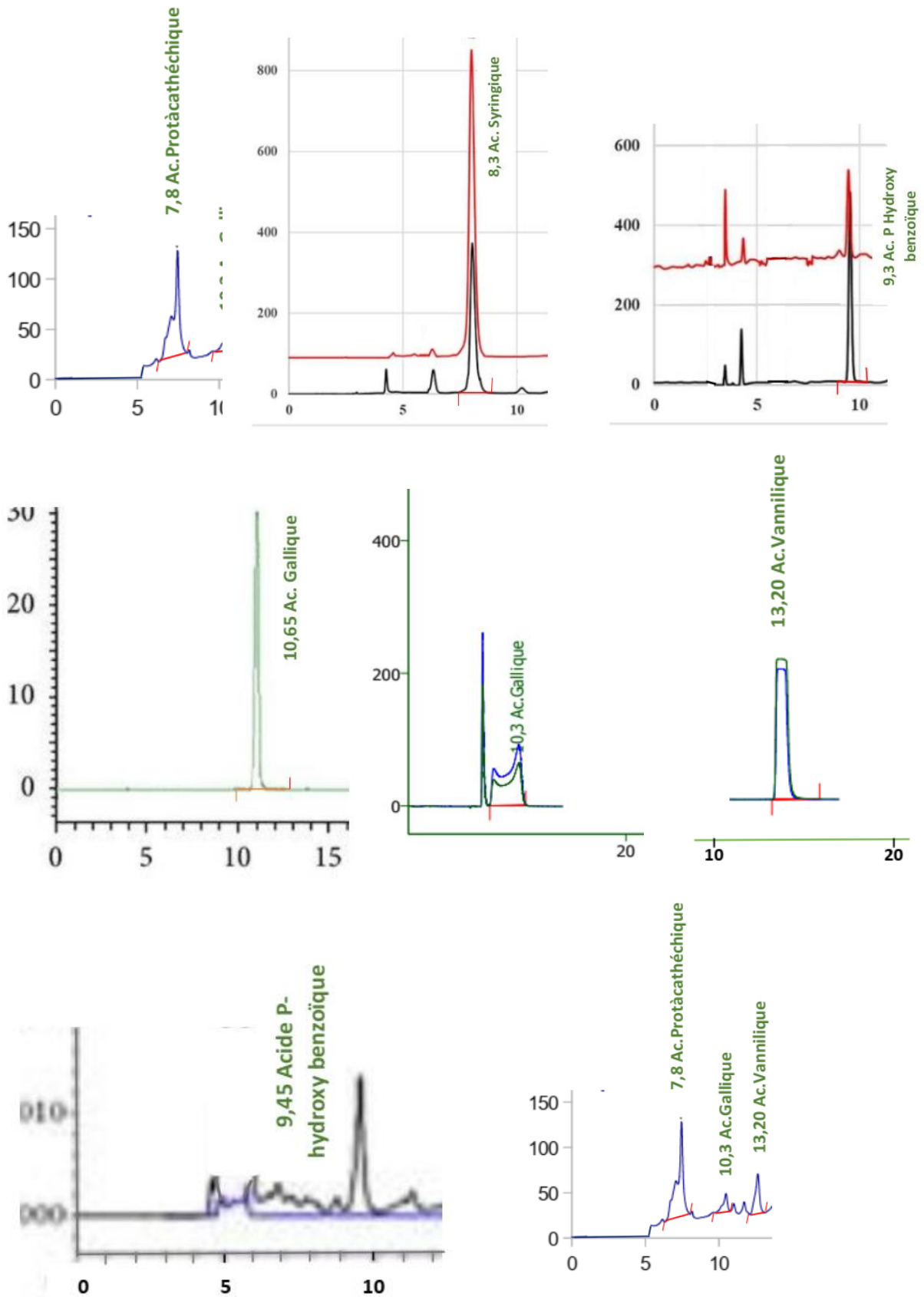
ANNEXES D : CHROMATOGRAMMES des solutions étalons (standards) pour analyse HPLC des jus de raisin :



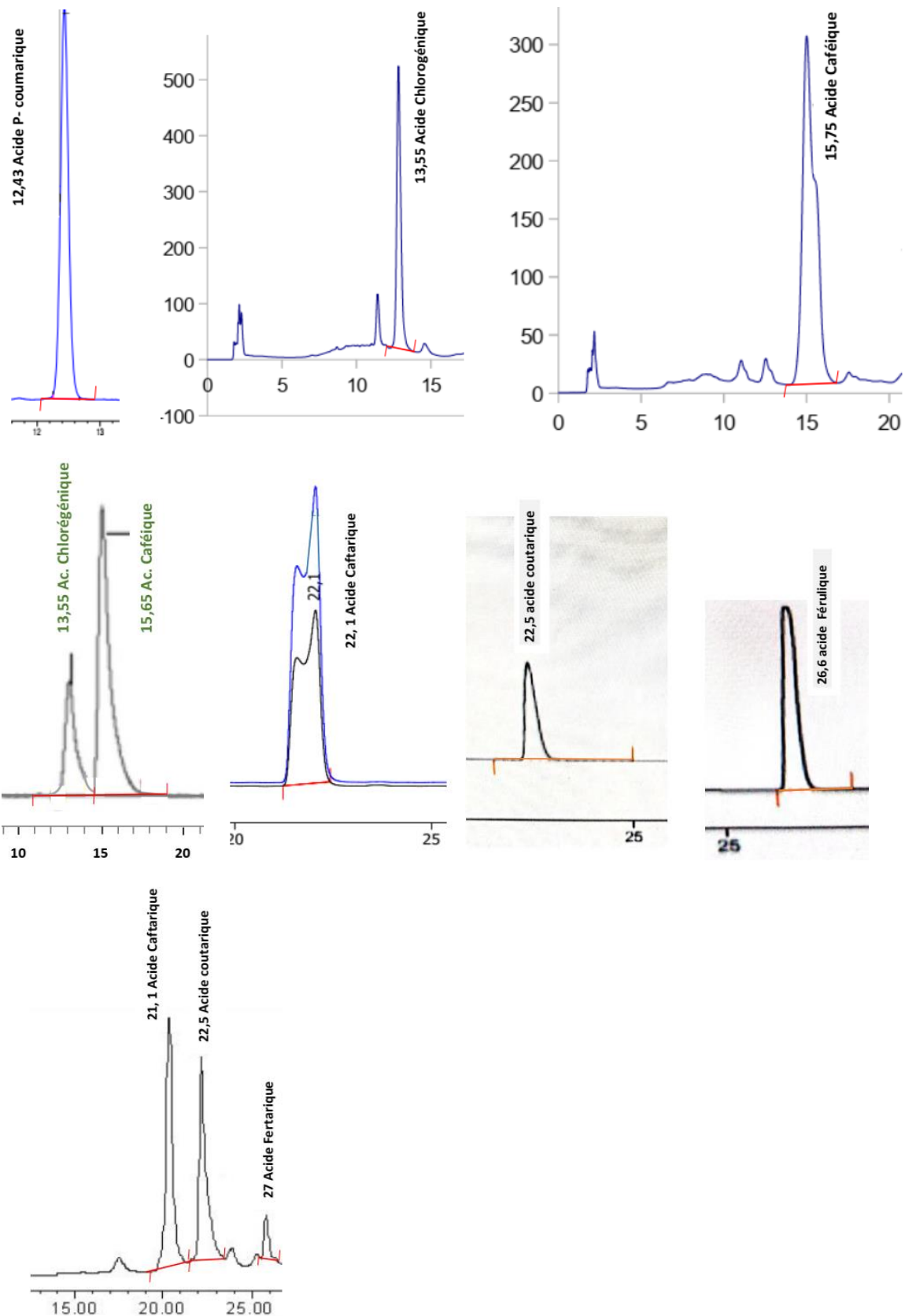
Chromatogrammes des différents solutions étalons (standard) Acides organiques, 1 acide citrique 2, malique, 3, tartrique, 4 acide ascorbique et l'acide Oxalique



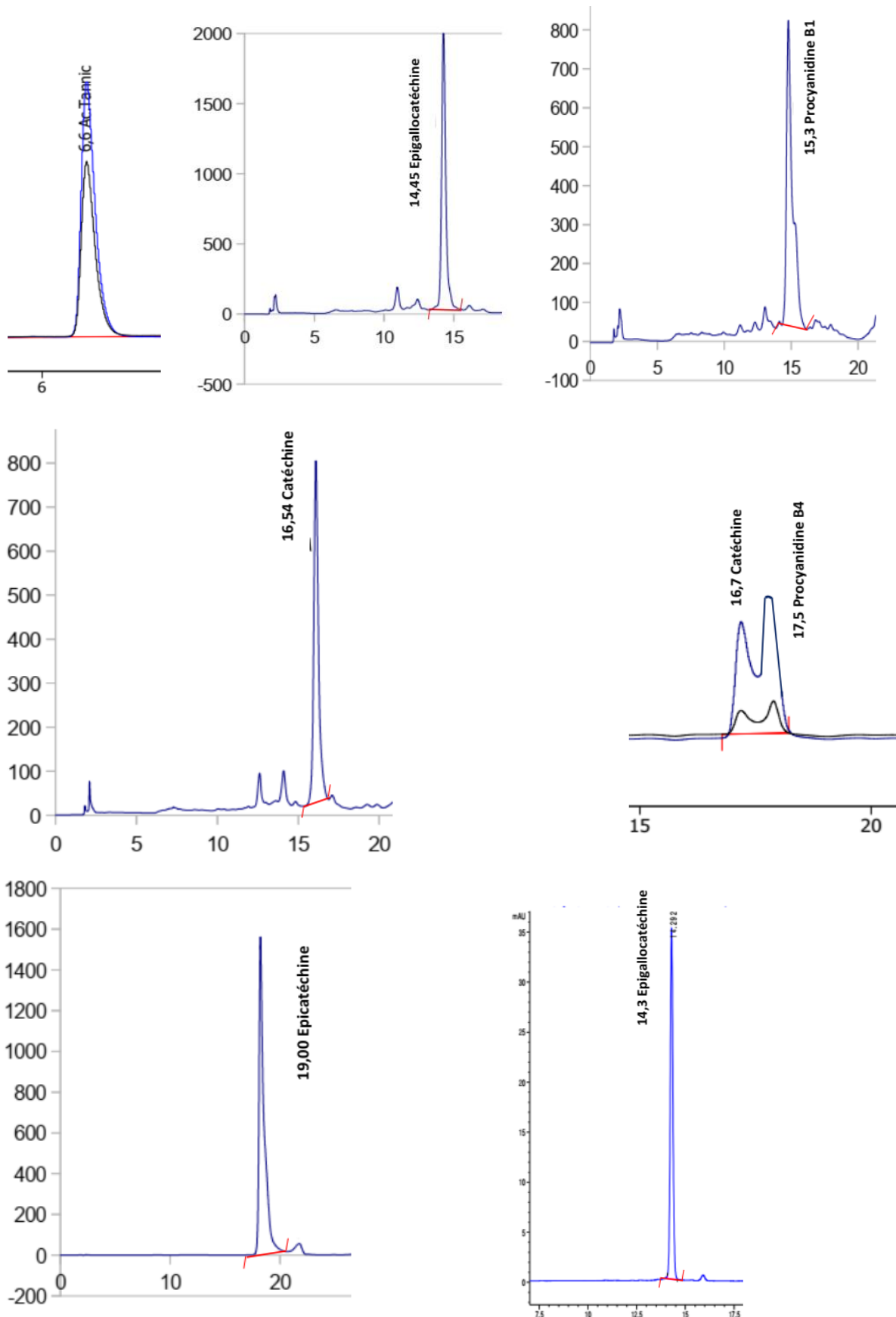
Chromatogrammes des différents solutions étalons (standard) Stilbènes



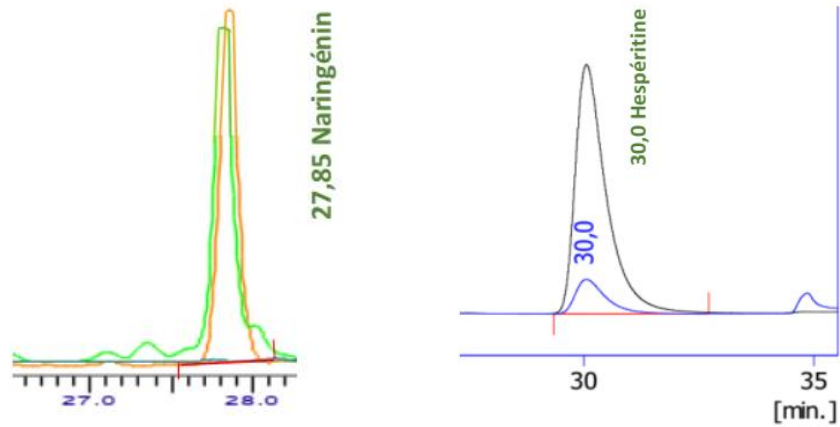
Chromatogramme des différents solutions étalons (standard) des Acide Hydroxy benzoïque ; Protothélique, Syringique, P- Hydroxy benzoïque, Gallique et Vannilique.



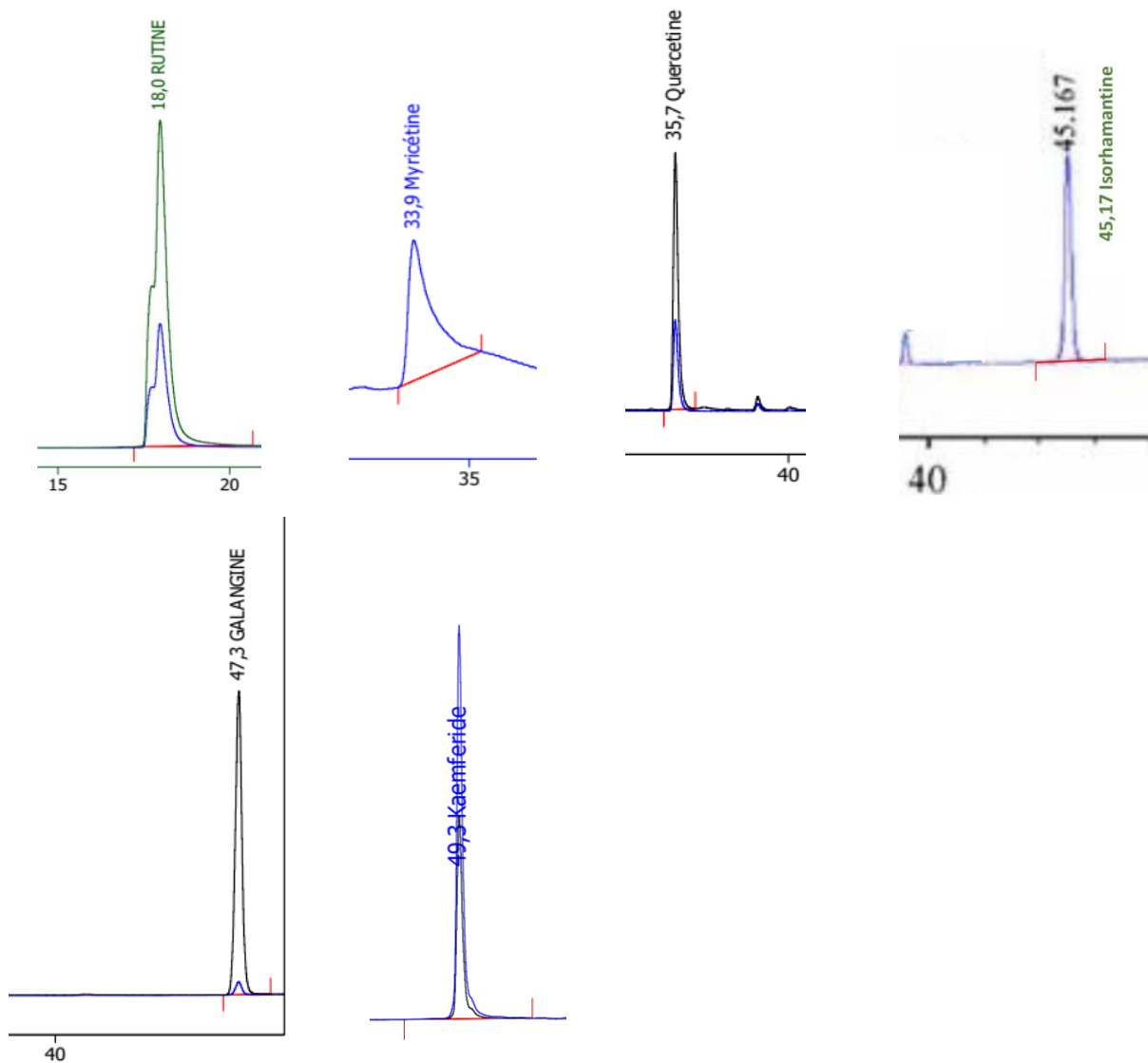
Chromatogramme HPLC des substances étalons des Acides hydroxycinnamiques ; P coumarique, Chlorogénique, Caféique, Caftarique, Coutarique, Féruilique et Fertarique.



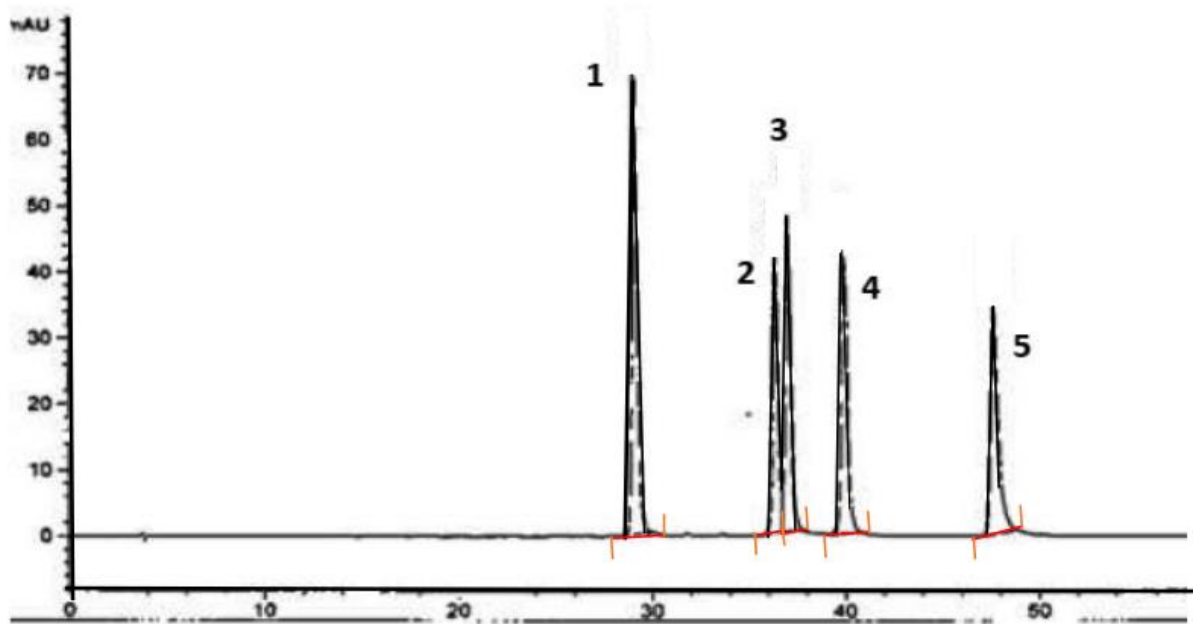
Chromatogrammes des différents solutions étalons (standard) ; Tanins : Ac. Tannique, Epigallocatechine, Procyanidine B1, Catéchine, Procyanidine B4 et l'Epicatechine.



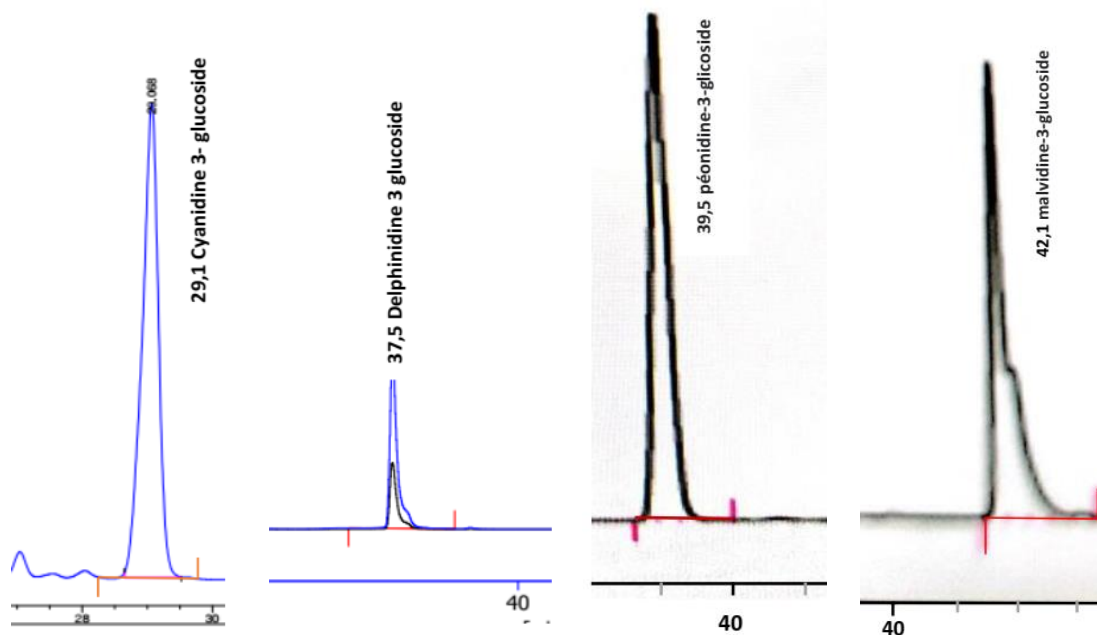
Chromatogrammes des différents solutions étalons (standard) Flavonones ; Naringénine et l' Hespéritine



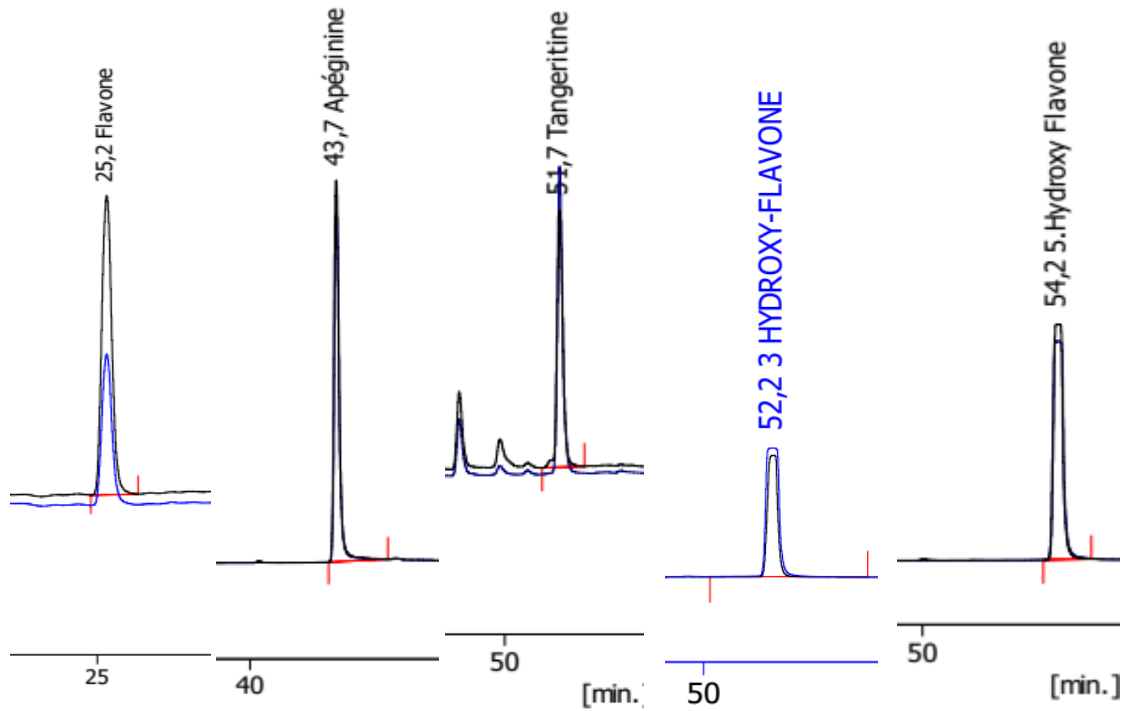
Chromatogrammes des différents solutions étalons (standard) ; Flavonols : Rutine, Myricétine, Quercétine, Isorhamantine, Galangine et la Kaempférol.



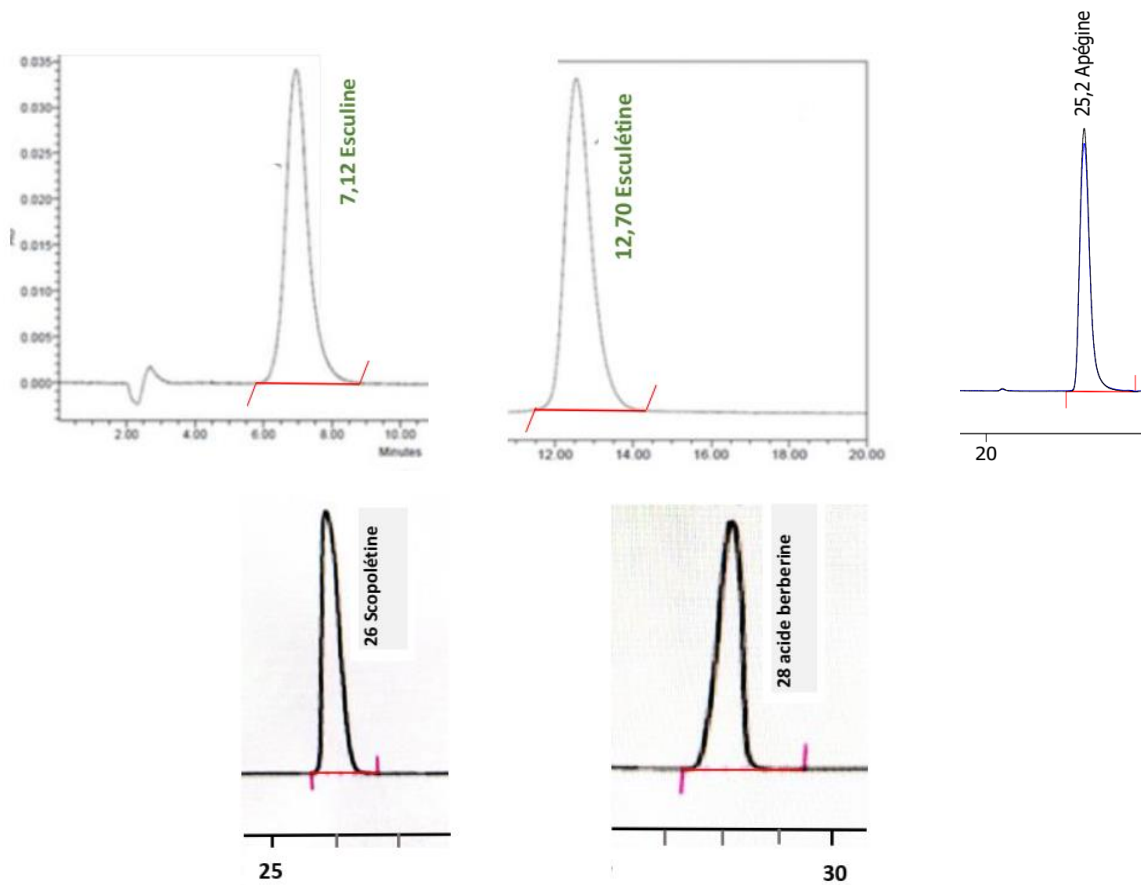
Chromatogramme HPLC des substances étalons d'anthocyanine ; 1 : cyanidine-3-glucoside, 2 : delphinidine-3-glucoside, 3 : péonidine-3-glicoside, 4 : malvidine-3-glucoside, 5 : pétunidine-3-glucoside)



Chromatogramme HPLC des substances étalons d'anthocyanine ; Cyanidine-3-glucoside, Delphinidine-3-glucoside, Péonidine-3-glicoside, et la malvidine-3-glucoside,



Chromatogrammes des différents solutions étalons (standard) ; Flavones : Flavone, Apéginine, Tangeritine, 3-Hydroxy Flavone et 5- Hydroxy Flavone



Chromatogramme HPLC des substances étalons ; Esculine, Esculetine, Apéginine, Scopolétine et l'acide berbérine

RAPPORT SCIENTIFIQUES

PUBLICATIONS ET COMMUNICATIONS

Dans le cadre de la préparation de cette thèse de doctorat, une partie des résultats de ce travail a fait l'objet de deux publications scientifiques internationales et a été présentée sous forme de communications orales dans différents congrès nationaux et internationaux.

PUBLICATIONS INTERNATIONALES

1. Yacine Meziane¹, Rima Yakoubi^{1, *}, Smain Megateli², and Cherifa Chaouia³

« *In vitro* Assessment of Total Bioactive Contents and Antioxidant Capacity of Grape Juices Extracts of Table and Wine Varieties from Algeria and Their Correlations »

Revue Nat. Life Sci. Commun. 2023 22 (3) : e2023050

2. MEZIANE Yacine¹ ; MEGATELI Smain^{2*} et CHAOUIA Cherifa³

« CARACTÉRISATION POMOLOGIQUE, PHYSICO-CHIMIQUE ET BIOCHIMIQUE DU RAISINS ET JUS EXTRAITS DE QUELQUES CÉPAGES DE VIGNE CULTIVÉS DANS LA RÉGION DE TIPAZA, ALGÉRIE »

Revue Agrobiologia (2023) 13(2): 3606-3629

COMMUNICATIONS INTERNATIONALES

1. MEZIANE Yacine¹ ; MEGATELI Smain^{2*} et CHAOUIA Cherifa³ ; ont présenté une communication orale intitulée :

« Activité Anti-oxydante de trois cépages de la vigne de cuve cultivés dans la région de Tipaza en Algérie. »

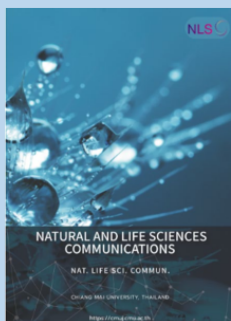
3^{ème} édition de séminaire des sciences d'interface chimie- biologie (SNSICB, 18-19 Octobre 2023) Université Mohamed Chérif Messaadia Souk-Ahras.

2. MEZIANE Yacine¹ ; MEGATELI Smain^{2*}; has participated in this scientific event with an oral presentation entitled :

« Etude des antioxydants et activité antioxydante de 5 cépages de la vigne de table cultivés dans la région de Tipaza en Algérie. »

The scientific committee of the 5th edition of the Scientific Congress on Agro-food (JAGRO 5 /2024) held on April 19th and 20th, 2024, at Saad Dahlab University - Blida 1,

Research article



Editor:

Tonapha Pusadee,
Chiang Mai University, Thailand

Article history:

Received: February 20, 2023;
Revised: June 2, 2023;
Accepted: June 7, 2023;
<https://doi.org/10.12982/NLSC.2023.050>

Corresponding author:

Rima Yakoubi
E-mail: yakoubirima2016@gmail.com



Open Access Copyright: ©2023 Author (s). This is an open access article distributed under the term of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution, and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author (s) and the source.

***In vitro* Assessment of Total Bioactive Contents and Antioxidant Capacity of Grape Juices Extracts of Table and Wine Varieties from Algeria and Their Correlations**

Yacine Meziane¹, Rima Yakoubi^{1, *}, Smain Megateli², and Cherifa Chaouia³

¹ Laboratory of Biotechnology, Environment and Health, Faculty of Nature and Life Sciences, Blida 1 University, BP 270, Road of Soumaa, Blida 09000, Algeria.

² Laboratory of Sciences, Food Technology and Sustainable development, Faculty of Nature and Life Sciences, Blida 1 University, BP 270, Road of Soumaa, Blida 09000, Algeria.

³ Laboratory of plant production biotechnology, Faculty of Nature and Life Sciences, Blida 1 University, BP 270, Road of Soumaa, Blida 09000, Algeria.

ABSTRACT

Vitis vinifera L. is an important source of phenolic compounds, which can prevent disease if included as a part of a diet. In this study, table grape (Cardinal, Muscat, Italia, Gros noir and Red globe) and wine grape juices extracts (Cinsault, Merlot and Syrah) were regarded as studied subject and a reliable method was established to predict their polyphenol, flavonoid, flavonol, condensed tannin, hydrolysable tannin, anthocyanin, ascorbic acid and carotenoids contents. Their antioxidant capacity was determined by using DPPH and reducing power assays. Then chemometrics methods including principal component analysis (PCA) and hierarchical cluster analysis (HCA) were used to select the most significant and responsible characteristics for discrimination of grape varieties. Black grape extracts had significantly the highest concentration of ascorbic acid (from 10.09 ± 0.14 to 15.38 ± 0.42 mg/100g), carotenoids (from 0.11 ± 0.01 to 0.58 ± 0.04 mg/100g), total phenols (from 1330.91 ± 9.24 to 1406.7 ± 10.7 mg/100g) and flavonoids (from 165.53 ± 4.7 to 393.22 ± 30.36 mg/100g). Black grape extracts showed the highest antioxidant activity [IC₅₀ varied from 26.44 ± 1.56 to 32.62 ± 0.66 mg/mL] followed by red ones [IC₅₀ ranged from 69.56 ± 7.61 to 80.62 ± 6.58 mg/mL]. Statistics analysis indicated that the levels of bioactive components and antioxidant activity were positively correlated. The PCA applied to the bioactive contents allowed a high degree of grape variety differentiation according to their antioxidant activity. These results showed that grape extracts, can be used in food and pharmaceutical industries as natural antioxidants agents.

Keywords: *Vitis vinifera* L, Grape variety, Extract, Phenolic compounds, Antioxidant activity, Multivariate analysis

Citation: Meziane, Y., Yakoubi, R., Megateli, S., and Chaouia, C. 2023. *In vitro* assessment of total bioactive contents and antioxidant capacity of grape juices extracts of table and wine varieties from Algeria and their correlations. Natural and Life Sciences Communications. 22(3): e2023050

INTRODUCTION

Over the past decade the important roles of reactive oxygen species (ROS) and free radicals in cellular injury and diseases related to aging process, as well as health effects of natural antioxidants have been the object of many studies (Farhadi et al., 2016; Yakoubi et al., 2021a). It is proved that antioxidants compounds play an important role in preventing or inhibiting the generating of ROS in many biological systems, thus they are proven to have good effects on preventing the incidence of degenerative processes like cancer, cardiovascular disease, diabetes (Mirbagheri et al., 2018; Zhu et al., 2019).

Generally, antioxidants can be grouped into synthetic and natural species. Whereas, the synthetic antioxidants such as butylated hydroxyanisole and butylated hydroxytoluene are commonly used as additive in food products to increase shelf life, natural ones are of greater benefit for human body in comparison to synthetic ones which were found to have undesirable secondary effects (Farhadi et al., 2016; Bendjedid et al., 2020). The use of synthetic antioxidants has been the target of safety concerns due to the possibility of toxic activities to consumer's health. Studies reported that they can lead to negative implications, such as mutagenic and carcinogenic effects (Boeira et al., 2020). Recently, the importance of natural antioxidants to cure illnesses such as cancer, Alzheimer's, and diabetes, either by inhibition of key enzymes implicated in such metabolic disorders, or scavenging of free radicals has attracted much research attention as nutritionists through the last 20 years (Benouchene et al., 2022). Natural antioxidant compounds include vitamins, phenols, carotenoids, and flavonoids (Farhadi et al., 2016). Among the last group, flavanols, anthocyanins, flavonols, stilbenes and tannins are the most important (more than half of the total phenolic compounds) and exhibit substantial antioxidant activity (Van leeuw et al., 2014).

Nowadays, with the current upsurge of interest in the efficacy and use of natural antioxidants, foods of plant origin have received much attention (Zeghad et al., 2019). Among them, various fruits and vegetables play an important role in human nutrition and health because of their nutritional properties and bioactive principles including phenolic compounds, vitamin C, vitamin E and β -carotene. The regular intake of them in our diet is associated with reduced risk of chronic diseases. Phenolic compounds are the main classes of natural antioxidant compounds in nature, especially those of fruits and vegetables (Zhu et al., 2019). The potential beneficial health effects attributed to the phenolic compounds showed a high correlation with antioxidant activity (Farhadi et al., 2016).

Grapes (*Vitis vinifera* L.) are one of the large fruit crops cultivated in the Mediterranean area and are appreciated for their peculiar flavor and sensorial properties (Mollica et al., 2021). They contain several dietary constituents essential for human health such as fiber, carotenoids and vitamins (C and E), as well as bioactive phytochemicals including different phenolic compounds in leaves, skins, pulp and seeds which may show biological properties of interest, related to their antioxidant properties (Farhadi et al., 2016 ; Pardo-Mates et al., 2017). Furthermore, anthocyanins as one of the major groups of flavonoids, are exclusively present in the cell walls and vacuoles of grape skins, and are directly responsible for the red color in grapes (Kanha and Laokuldilok, 2014; Aubert and Chalot, 2018).

Products made from grape berries such as wine and grape juice are all known to contain a diverse array of potent antioxidants in the form of phenolic compounds (Eshghi et al., 2014). Importantly, the composition in bioactives in grape and consequently in grape juice is mainly dependent on grape variety thus allowing their differentiation. Each variety has an individual phenolic composition (Van leeuw et al., 2014; Da silva et al., 2019). Red juice are considered to have more antioxidant effect than white and rose' juice, due to their higher content in antioxidant substances released from the grape skin and pulp (Moreno-Montoro

et al., 2015). In view of this, evaluating such effect could be informative and useful.

Although, several studies reported the major phenolic contents and antioxidant activities (Mirbagheri et al., 2018; Zeghad et al., 2019), but the available information on the detailed phenolics composition and antioxidant capacities from Algerian grape juices from different varieties is still scarce, hindering their valorization. The only work was carried out by Derradji-Benmeziiane et al. (2014) focusing on the study of antioxidants and antioxidant activity of table grapes those of the region with low viticultural activity EL-Tarf in the north-east of Algeria. This study represent one of the few attempts to measure the phenolic compounds content and antioxidant activity in native grape cultivars in our country and, consequently, in their juices.

Taking into account that grapes composition seems to be related to food features such as variety, their classification need a statistical approach capable of interpreting patterns in multivariate data. Principal component analysis (PCA) and cluster analysis (CA) are the most commonly used multivariate analysis techniques to examine the entire data of various grapes and to classify them (Bari et al., 2021). Thus, multivariate analysis might be useful for differentiated grapes, taking into account the type and concentration of the antioxidants as well as the antioxidant activity.

Considering this background, the aims of this study comes within the antioxidants composition and antioxidant activity of grape juice of some table and wine varieties growing in the region of Tipaza, Algeria. As a first step, we were interested in the quantification of different antioxidants contained in the grape juices. As a second step, we studied their antioxidant activity in terms of the reducing power and the DPPH radical scavenging activity. To classify the samples, based on type and concentrations of antioxidant content, a multivariate analysis was finally applied using PCA followed by hierarchical cluster analysis (HCA).

MATERIALS AND METHODS

Grape sample and site description

Our study carried out on eight different grape juices varieties (*Vitis vinifera* L.): black grapes (Gros noir, Cinsault, Merlot, Syrah), red grapes (Cardinal and Red Globe) and white grapes (Muscat and Italia) (Figure 1). These samples have been harvested at optimal maturity, during August 2019, from two daïra; Cherrhell (Latitude: 36.6085, Longitude: 2.19718 36° 36' 31" North, 2° 11' 50" East) and Ahmer El Aïn (Latitude: 36.4782, Longitude: 2.56393 36° 28' 42" North, 2° 33' 50" East) located in Tipaza region. These places were selected according to the following criteria: (i) the existence of a deep-rooted cultural tradition for the local consumption of the table and wine grape varieties; (ii) an intense cultivation and production of the different grape varieties used to prepare the drink; (iii) an easy differentiation, in terms of number and types, of the different grape varieties present in these places. The samples were clearly identified and the berries were manually separated and placed in clean, dry, rigid and hermitic containers until used.

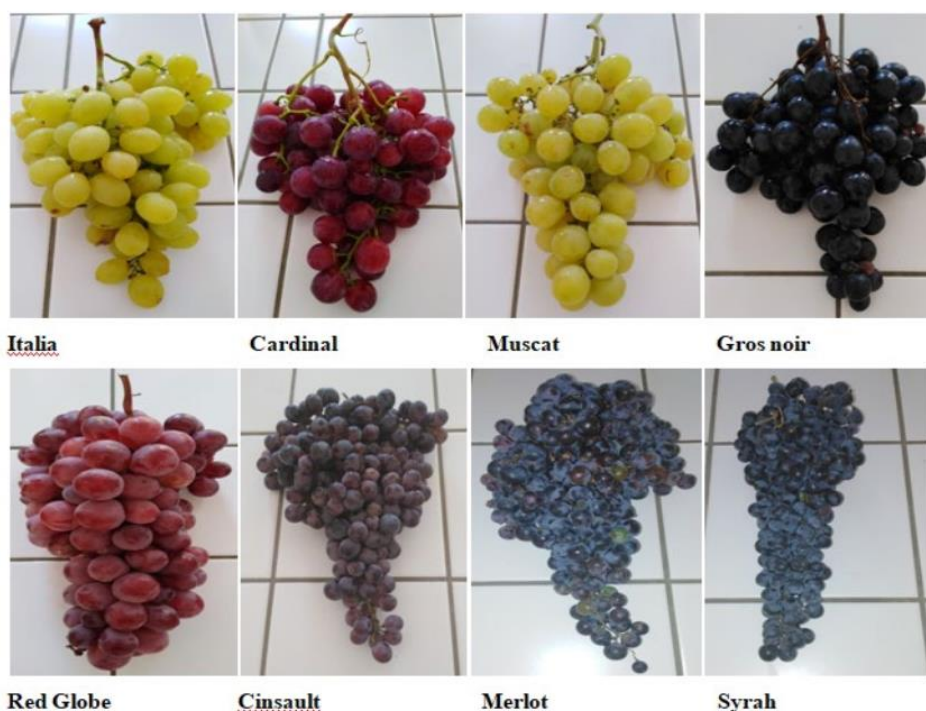


Figure 1. Color appearance of the grape varieties examined in this study (Original).

Sample preparation

To prepare whole grape juice, an equal portion of fresh grapes from each variety was washed manually with a tap water. After removing the seeds, a blender (Retsch GM 200) composed of a cylindrical basket and an abrasive disc in the center was used to obtain the grape juice. The juice was centrifuged for 20 min, the supernatant was then filtered through a filter and the filtered juices were kept at -18°C until preparing methanolic extracts the following day.

Determination of vitamin C (Vit C) content

The back titration method was used to determine the amount of vitamin C according to Pourmaghi-Azar and Ojani (1997). A known excess of diiodine in grape juice will react with the ascorbic acid until it is all consumed. The excess diiodine, which did not react with ascorbic acid will then be titrated with sodium thiosulfate solution $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (sodium thiosulfate pentahydrate, 99+ % extra pure, ACROS Organics™). Results were expressed as mg of vitamin C/100 mg of grape juice.

Determination of total carotenoid content (TCC)

The TCC was determined spectrophotometrically using the method described by Sass-Kiss et al. (2005). Briefly, 20 mL of mixed extraction solvents (hexane/acetone/ethanol, 2:1:1) was added to 10 g of fresh crushed grapes. After stirring for 30 min the upper phase was recovered. 10 mL of hexane was added for a second extraction. The mixture of the two hexane phases was used to determine the TCC at 480 nm. The quantification was estimated by reference to the calibration curve using β -carotene as standard; $y = 6.21x + 0.032$, $R^2=0.998$). Values were expressed in mg β -carotene equivalent per 100g of grape juice.

Methanolic extracts preparation

Each crushed sample (10 g) was extracted by stirring with 20 mL of methanol into conical flasks until uniform consistency. The samples were then shaken for 24 h at 4°C, and achieved extracts were filtered through a filter paper, and evaporated under vacuum to dryness and properly protected and stored in a fridge (4°C) until further analysis within a maximum period of one week. The extraction Procedure was repeated three times successively on the solid residues obtained by centrifugation at 3,000rpm/15min.

Determination of phenolic compounds

Total polyphenol index (TPI). The used method consist on measuring absorbance at 280 nm of grape juice treated with ethanol and hydrochloric acid and then diluted 100 times in distilled water (Delso et al., 2022). A volume of 50 g of grape juice was mixed with 15 mL of ethanol (95%) and 85 mL of HCl solution (37% diluted to 0.1% in distilled water). After maceration at room temperature for 1h, the grinding was filtered on glass wool. Subsequently, the filtrate was diluted to 1/100th with demineralised water which was used to determine the absorbance at 280 nm. TPI was estimated using the following formula:

$$\text{TPI}(\%) = \text{DO}_{280} \times 100 \times [(\text{crusher weight} + 100) / (\text{crusher weight})]$$

Where 100 represent the volume of the solution added to the crusher

Total phenolic content (TPC). The TPC of methanolic extracts was determined calorimetrically using the Folin Denis method (Singleton et al., 1999; Teow et al., 2007). 0.5 mL of the methanolic extracts was diluted with 5 mL of distilled water, and then 0.5 mL of Folin-Ciocalteu 1 N reagent (50% v/v) was added. After 3 minutes, 0.5 mL of sodium carbonate (20%) was added and the mixture was allowed to stand in the dark at room temperature for 1h. The absorbance of the reaction was measured at 765 nm. The TPC was calculated from the linear regression equation of standard curve of gallic acid ($y = 6.67x + 0.0099$, $R^2=0.999$) and expressed as milligrams of gallic acid equivalent (GAE) per 100 g of extract (mg GAE/100g of extract).

Total flavonoid content (TFC). The TFC was quantified applying the colorimetric method reported by Djeridane et al. (2006). 1 mL of the extract solution from each sample was added to 1 ml of 2% aluminum chloride solution (prepared in methanol). After 10 minutes of incubation at room temperature, the absorbance was read at 430 nm. The TFC was calculated from the linear regression equation of the standard quercetin curve ($y = 6x + 0.0003$, $R^2 = 0.997$) and expressed as quercetin equivalents in milligrams per 100g of extract (mg QE/100g of extract).

Total flavonol content (FLC). The content of these compounds was quantified using the colorimetric method reported by Djeridane et al. (2006). A volume of 500 μL of extract was added to 500 μL of distilled water, 500 μL of aluminum chloride (2%) and 500 μL of sodium acetate (50 mg/L). After 30 min, the absorbance was read at 440 nm. The FLC was calculated from the linear regression equation of the standard rutin curve ($y = 4.77x + 0.0024$, $R^2=0.999$) and expressed as rutin equivalents in milligrams per 100g of extract (mg RE/100g of extract).

Total hydrolysable tannin content (THTC). The determination of total tannins was assayed using the spectrophotometric method according to Cayla et al. (2002). In an acidic medium, tannins were transformed to anthocyanins that after heating give a red pigment. 2 mL of the extract diluted to 1/50 was mixed with 3 mL of HCl (12 N) and 1 mL of ethanol (95%). When heated to 97°C and after 30 minutes of incubation, the absorbance of the obtained solutions was read at 550 nm. The THPTC was calculated from the linear regression equation of standard curve of tannic acid ($y=4.5x + 0.024$, $R^2=0.998$) and expressed as tannic acid equivalents milligrams per 100 g of extract (mg TAE/100g of extract).

Total condensed tannin content (TCTC). The analysis of TCTC was carried out using the spectrophotometric method according to Škerget et al. (2005). In the presence of the "butanol + iron sulphate" reagent, the tannins precipitate more or less quickly, depending on their condensation state (the less condensed compounds remain in solution). For that, 0.2 mL of extract solution was added to 2 mL of iron butanol sulphate reagent and the mixture was incubated in a 95°C water bath for 20 minutes. The absorbance was measured at 530 nm. The TCTC was calculated from the linear regression equation of standard curve of catechin catechin acid ($y=3.92x-0.09$, $R^2=0.990$) and expressed as catechin acid equivalent in milligrams per 100g of extract (mg CAE) /100g of extract).

Total anthocyanin content (TAC) and total anthocyanin potential (TAP). The method was investigated according to the procedure described by Delso et al. (2022). A volume of 50 g of grape juice was mixed with 15 mL of ethanol (95%) and 85 mL of HCl solution (37% diluted to 0.1% in distilled water). After maceration at room temperature for one hour with a manual agitation of one minute every quarter of an hour, the grinding was filtered on glass wool. Subsequently, this filtrate was diluted to 1/20th with a 1% HCl solution and the absorbance at 520 nm was measured against a distilled water white under 1 cm of optical path. TAC and total TAP were estimated as follows:

$$\text{TAC (mg/L)} = \text{DO}_{520} \times 22.75 \times 20$$

Where: 22.75 is slope of the calibration line obtained from cyanidin -3-glucoside.

$$\text{TAP} = \text{Anthocyanins (mg/L)} \times 100 \times [(\text{grape juice weight} + 100) / \text{grape juice weight}].$$

The results were expressed as mg cyanidin-3-glucoside equivalent per 1Kg of extract.

Determination of the antioxidant activity

DPPH assay. The 2,2-diphenyl radical 1-picrylhydrazyl (DPPH) assay was determined by the method described previously (Molyneux, 2004). The DPPH scavenger effect assay based on the existence of natural phenolic compounds and their activity to donate a hydrogen ion to convert DPPH radicals from stable free radical (DPPH•) to non-radical (DPPH-H). This changing depends on the number of hydrogen atoms absorbed, which can be monitored spectrophotometrically by measuring the bleaching of DPPH• color from purple to yellow. So the loss of absorbance reflects radical scavenging activity. In this method, 2.9 mL of the DPPH• solution was mixed with 0.1 mL of each extract at different concentrations. After an incubation period (30 min) at room temperature in the dark, the absorbance was measured at 515 nm. The concentration of the sample reducing the initial absorbance of the DPPH solution by 50%, called the IC₅₀, was determined from the curve of the percentages of inhibition obtained at different concentrations (mg/mL). Tannic acid and rutin were used as antioxidant standards to compare the activity. The free radical scavenging activity of the extracts, expressed as percent inhibition of DPPH, was calculated according to the formula:

$$\% \text{ inhibition of DPPH}\bullet = (\text{Abs}_{\text{blank}} - \text{Abs}_{\text{sample}} / \text{Abs}_{\text{blank}}) \times 100$$

Reductive power (RP). The reducing power was performed according to the method of Oyaizu (1986), reported by Kumar et al. (2005). The reductive ability of methanolic extracts of grape juices was based on their ability to reduce ferric chloride/ferricyanide complex ions to the ferrous form. To perform the assay, 1mL of each extract at different concentration was mixed with 2.5 mL of phosphate buffer (pH 6.6; 0.2M) and 2.5mL of 1% Potassium ferricyanide (K₃Fe (CN)₆). After 20 min of incubation at 50°C, 10% of trichloroacetic acid was added to the mixture and centrifuged at 3,000 rpm. Then, 2.5 mL of distilled water and 0.5 mL of ferric chloride (0.1%) were added to 2.5 mL of the supernatant. After 10 min the absorbance was read at 700 nm and the results were expressed in mg gallic acid equivalent/g of extract (mg GAEA/g of extract).

Statistical analysis

All the experiments were repeated three times and the results were expressed as means \pm SD. The obtained results were analyzed by ANOVA. Multiple group comparison was undertaken by ANOVA and Tukey's test using XLSTAT 1.1.1089 2021 software ($P < 0.05$). PCA and HCA were also performed with XLSTAT 1.1.1089 2021 software to classify and discriminate among the grape cultivars.

RESULTS

Ascorbic acid and total carotenoid contents

The results obtained for the vitamin C and carotenoid total contents of the analyzed juices were recorded in Figure 2. The vitamin C and carotenoid total contents were significantly different ($P < 0.05$) amongst the various extracts investigated in the present study. The trend observed showed that, the TCC and vitamin C content were higher in black grape varieties; They ranged from 10.09 ± 0.14 (Cardinal) to 15.38 ± 0.42 mg/100g (Syrah) for the vitamin C content and ranged from 0.11 ± 0.01 (Red Glob) to 0.58 ± 0.04 mg/100g (Syrah) for TCC.

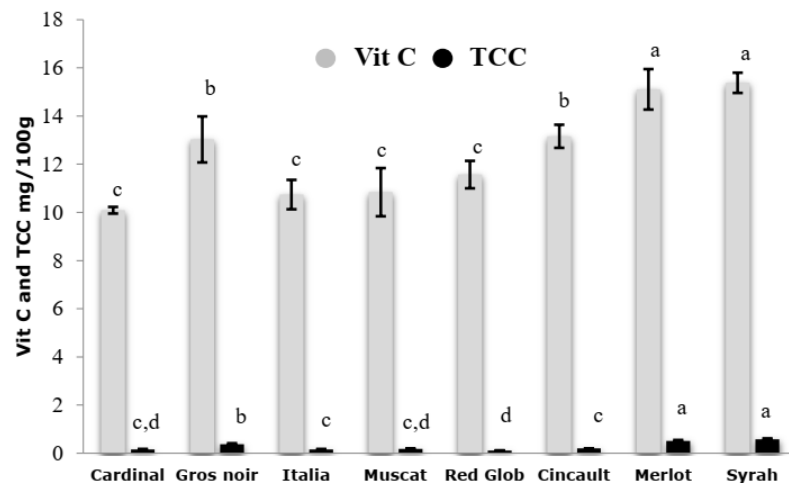


Figure 2. Vitamin C and total carotenoids contents of grape juices extracts. Values are expressed as Mean \pm SD (n=3). The data shown in different characters in the same column indicate statistically significant differences ($P < 0.05$).

Phenolic compounds content

The TPI and TPC of grape juice extracts are presented in Figures 3 and 4. For the black grape extracts, the TPI was higher and near in all extracts, especially for Merlot and Cinsault extracts (145 ± 14 and $146 \pm 21\%$, respectively). Concerning red grape extracts, the Cardinal showed a high TPI ($119.75 \pm 13\%$) followed by the Red Globe ($104.00 \pm 14\%$). However, for the Muscat and Italia white varieties, the percentage of TPI was the lowest and closest in the two extracts comparing to other varieties (112.91 ± 19 and $97.50 \pm 3\%$, respectively).

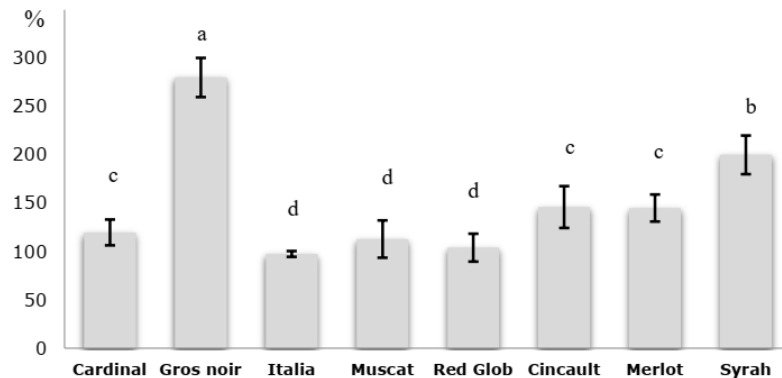


Figure 3. Total polyphenols index of grape juices extracts. Values are expressed as Mean \pm SD (n=3). The data shown in different characters in the same column indicate statistically significant differences ($P < 0.05$). Basic concept of Raman spectroscopy

Furthermore, TPC of grape extracts varied between varieties and ranged from 347 ± 5.84 (Red glob) to 1406.7 ± 10.7 mg/100g (Gros noir). Among varieties, black grape extracts had the higher phenolic amount (>900 mg/100g) than white one (Muscat and Italia with content of 452.78 ± 5.8 and 442.70 ± 3.02 mg/100g, respectively). Red Globe presented only 347 ± 6.84 mg/100g.

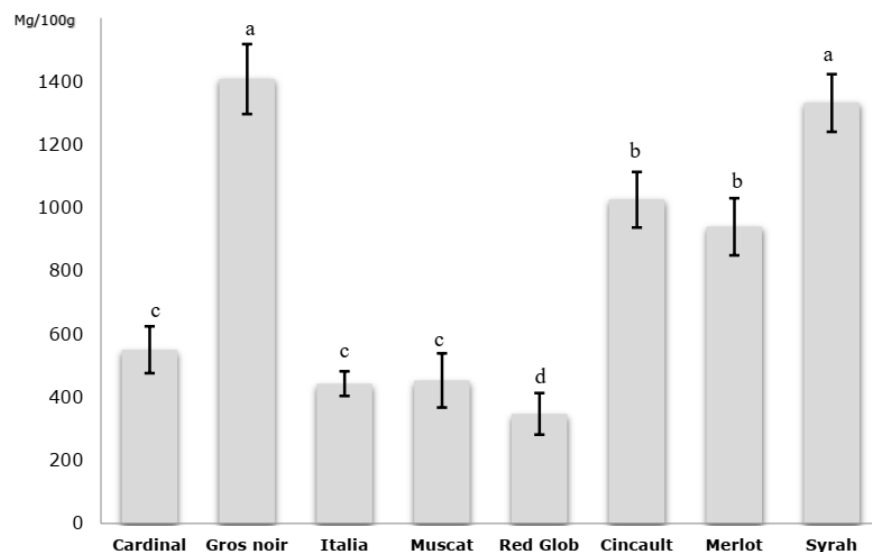


Figure 4. Total polyphenols contents of grape juices extracts. Values are expressed as Mean \pm SD (n=3). The data shown in different characters in the same column indicate statistically significant differences ($P < 0.05$).

The results obtained for TFC, FLC, THTC and TCTC are presented in Figure 5. We noted that the total flavonoid content of the analyzed extracts varied with the cultivar and ranged from 49.58 ± 5.72 (Italia) and 393.22 ± 30.36 mg/100g (Gros Noir). However, black grape extracts have the highest amount of flavonoids (165.53 ± 4.7 - 393.22 ± 30.36 mg/100g) followed by red grape

extracts (67.60 ± 8.37 - 145.32 ± 15.86 mg/100g), while white grape extracts have shown the lowest values (49.58 ± 5.72 - 64.92 ± 8.37 mg/100g). As regards flavonols, the results showed significant differences ($P < 0.05$) between all the studied extracts. The Gros noir variety presented considerably higher flavonol content (106.56 ± 3.46 mg/100g) than the rest of the varieties, and the Red glob variety showed the lowest content (13.16 ± 2.92 mg/100g).

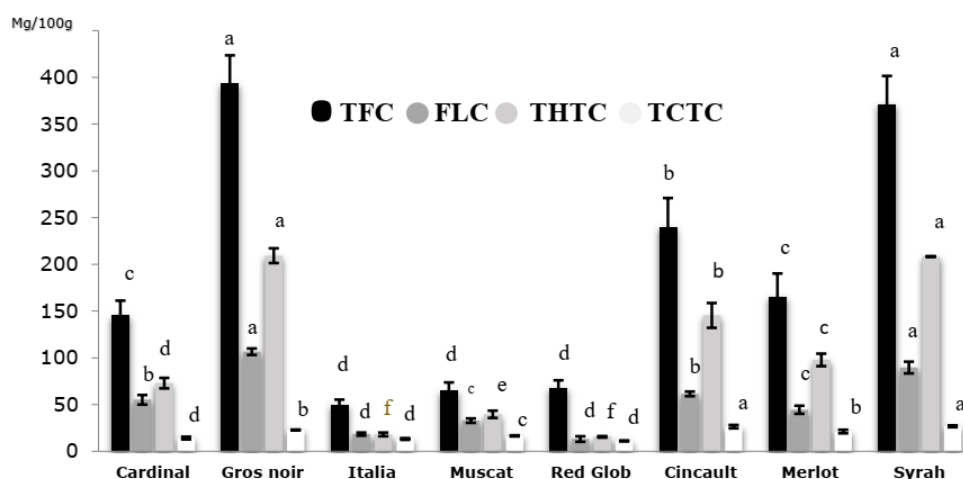


Figure 5. Total flavonoid, total flavonol, and total hydrolysable and condensed tannin contents of grape juices extracts. Values are expressed as Mean \pm SD (n=3). The data shown in different characters in the same column indicate statistically significant differences ($P < 0.05$).

By considering the results contained in Figure 5, THC and TCTC were concentrated differently according to variety ($P < 0.05$). THC ranged from 15.48 ± 0.77 for Red glob variety to 209.28 ± 7.9 mg/100g for Gros noir variety and TCTC from 11.07 ± 0.51 for Red glob to 26.76 ± 0.25 mg/100g for Syrah variety. Among varieties, the results showed that THC and TCTC were found being usually more abundant in black grape extracts than in red and white ones. However, in Red glob variety, THC and TCTC exhibited the lowest concentration compared to the other varieties.

The total anthocyanin potential and anthocyanin content of the grape extracts obtained are presented in Figure 6. As can be seen, the TAP and TAC varied widely among the grape varieties, ranging from 54.30 ± 1.31 (Italia) to 1455.9 ± 4.13 mg/Kg (Syrah) and from 1.81 ± 0.04 to 48.53 ± 1.80 mg/100g, respectively, for the same grape varieties. Consequently, it is notable that all varieties showed similar proportions of the TAC, although Muscat and Italia extracts stood out because of its relatively low percentage of these compounds. Similarly, Syrah stood out for its high anthocyanin contribution to total anthocyanin. For the TAP, it was insufficient for the Italia, Muscat, Red Glob, Cinsault and Cardinal varieties with values of 54.30 ± 1.31 , 81.60 ± 2.40 , 358.71 ± 9.92 , 412.21 ± 12.31 and 462 ± 28.61 mg/Kg respectively; it was average for the Merlot variety with 731.11 ± 2.66 mg/Kg, and excellent for the Gros Noir and Syrah varieties with values of 1353.6 ± 8.6 and 1455.9 ± 5.13 mg/Kg respectively.

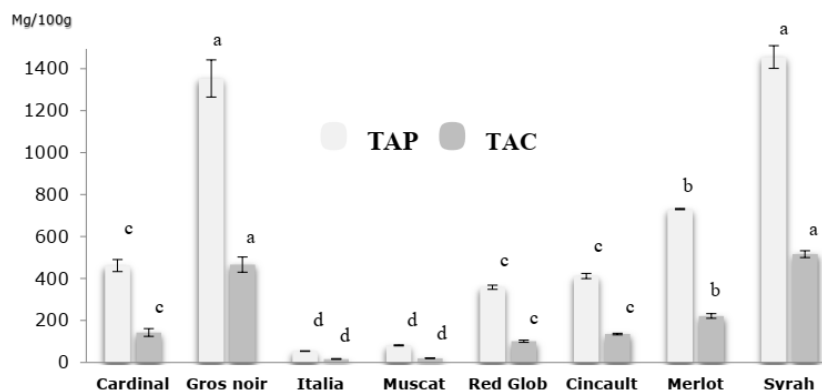


Figure 6. The total anthocyanic potential and anthocyanins contents of the grape juices extracts. Values are expressed as Mean \pm SD (n=3). The data shown in different characters in the same column indicate statistically significant differences ($P < 0.05$).

Antioxidant activity

The results of the antioxidant activity using DPPH and reducing power assays are given in Table 1. The inhibition percentage of the radical DPPH and the IC₅₀ values of the analyzed extracts ranged between 11.67 \pm 1.60 (Italia) and 65.39 \pm 3.76% (Gros noir) and between 26.44 \pm 1.56 (Gros noir) and 149.78 \pm 13.44 mg/mL (Italia), respectively. It is worth noting that at a concentration lower than 60 mg/mL, black grape varieties showed the highest capacity to scavenge the DPPH radical with close IC₅₀ values followed by red grape varieties. Whereas white grape varieties, which had lower polyphenol content, displayed the lowest DPPH• inhibition and the highest IC₅₀ value so that the weakest antioxidant capacity requiring a concentration higher than 100 mg/mL. However, it should be born in mind that the scavenging activity of DPPH radical obtained for the two flavonoids "rutin and tannic acid" is comparable to that observed in the black grape extracts. In reducing power, the antioxidant activity of black grape varieties ranged from 14.38 \pm 1.38 (Cinsault) to 16.65 \pm 0.44 mg/g (Gros noir), which is higher reducing power when compared to white varieties (Muscat and Italia: 9.96 \pm 1.27 and 9.84 \pm 1.16 mg/g, respectively). Red grape varieties (Cardinal and Red Glob) tend to have an intermediate reducing power of 12.28 \pm 0.96 and 10.26 \pm 0.63 mg/g, respectively).

Table 1. Antioxidant activity of the different studied extracts.

| Varieties | Antioxidant activity | | |
|-------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| | Reducing power (mg/g) | DPPH % | IC ₅₀ (mg/mL) |
| Cardinal | 12.28 \pm 0.96 ^{bc} | 25.00 \pm 2.73 ^c | 69.56 \pm 7.61 ^b |
| Gros noir | 16.65 \pm 0.43 ^a | 65.39 \pm 3.76 ^b | 26.44 \pm 1.56 ^a |
| Italia | 9.84 \pm 1.16 ^c | 11.67 \pm 1.60 ^d | 149.78 \pm 13.44 ^d |
| Muscat | 9.96 \pm 1.27 ^c | 16.60 \pm 2.94 ^{cd} | 106.05 \pm 10.15 ^c |
| RedGlob | 10.26 \pm 0.63 ^c | 21.60 \pm 2.53 ^{cd} | 80.62 \pm 6.58 ^b |
| Cinsault | 14.38 \pm 1.38 ^{ab} | 52.89 \pm 1.08 ^b | 32.62 \pm 0.66 ^a |
| Merlot | 15.59 \pm 1.45 ^a | 53.43 \pm 5.70 ^b | 32.53 \pm 3.54 ^a |
| Syrah | 15.99 \pm 1.51 ^a | 56.49 \pm 3.87 ^b | 30.63 \pm 2.12 ^a |
| Tannic acid | - | 83.82 \pm 2.21 ^a | 20.58 \pm 0.54 ^a |
| Rutin | - | 77.11 \pm 4.65 ^a | 22.42 \pm 1.32 ^a |

Note: Values are expressed as Mean \pm SD (n=3). The data shown in different characters in the same column indicate statistically significant differences ($P < 0.05$).

Chemometric analysis

Investigation of the correlation between the measured trails of the samples was analyzed by means of the PCA (Figure 7) to identify the factors influencing each one. The position of each variable in the loading plot describes its relationship with the other variables. Variables that are close to each other have high correlations. The PCA accounted 82.90% of the total variance (89.72%) on the first axis while the second axis accounted 6.81%. The first PCA circle identified the studied variables (Figure 7a). As can also be seen in Figure 6, most of the information of the dataset is in the first axis explaining the positive correlations; including antioxidants, reducing power and DPPH assays. The IC₅₀ value of the DPPH radical had an obvious contrast with the measured variables (distributed on the axis 2). The antioxidant activity of the studied methanolic extracts had good linear correlations with the levels of phenolic compounds, flavonoids, carotenoids and vitamin C with respective r^2 correlation coefficients of 0.887, 0.859, 0.749 and 0.802 for the reducing capacity and 0.940, 0.894, 0.729 and 0.810 for the DPPH assay (Table 2). Unlike the composition in antioxidants, the IC₅₀ values of DPPH were negatively correlated with the antioxidants contents.

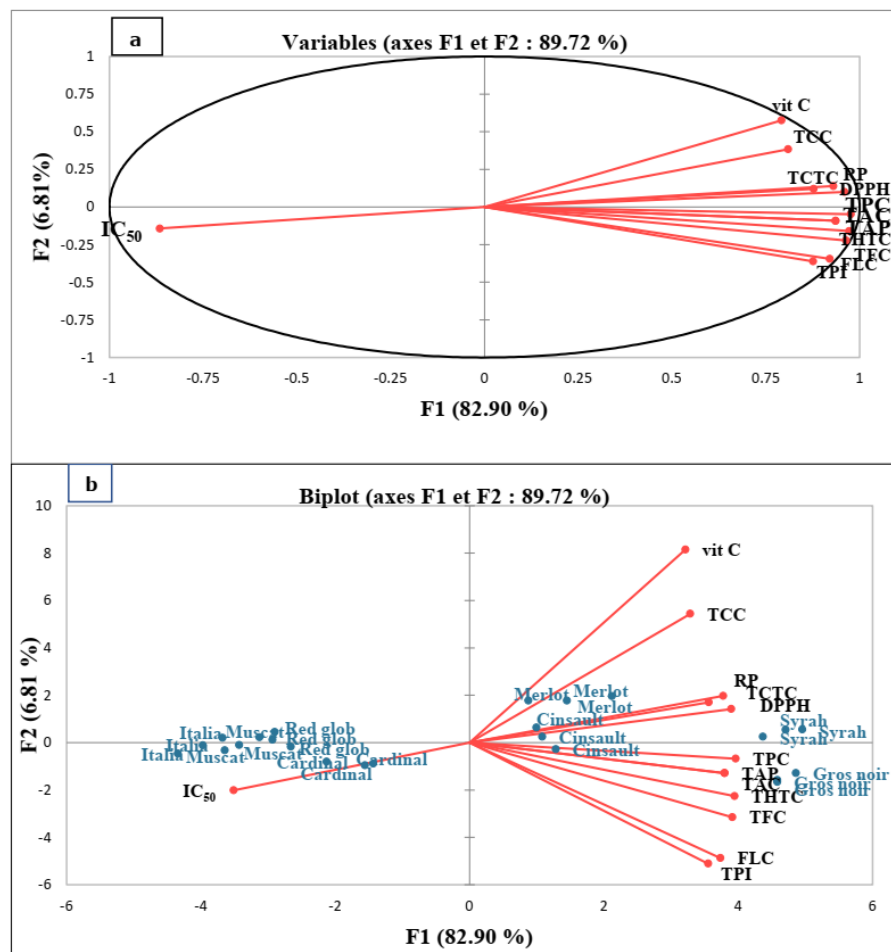


Figure 7. The distribution and correlation between the studied variables (a). Plot of the principal component analysis (b) performed on all varieties based on different phytochemical compounds analyzed in juices extracts of five Algerian grape varieties and their antioxidant activity (DPPH and reducing power).

The PCA based on all the traits evaluated showed a high variation among varieties. As indicated in the loading plot (Figure 7b), the plot according to axes 1 and 2 (66% of the total variation) revealed three groups of grape variety aggregates. The Gros noir and Syrah grape varieties formed the first group on the positive side of axis 1. The second group, on the positive side of the same axis, includes the Merlot and Cinsault grape varieties. The remaining varieties (Italia, Muscat, Red glob and Cardinal) formed the third group on the negative side of axis 1.

Table 2. Correlation coefficients between the studied variables on studied grape juices extracts.

| Variables | vit C | TCC | TAC | TAP | TPC | THTC | TFC | FLC | TPI | RP | DPPH | TCTC | IC ₅₀ |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|
| vit C | 1 | | | | | | | | | | | | |
| TCC | 0.840 | 1 | | | | | | | | | | | |
| TAC | 0.696 | 0.810 | 1 | | | | | | | | | | |
| TAP | 0.696 | 0.810 | 1.000 | 1 | | | | | | | | | |
| TPC | 0.758 | 0.762 | 0.875 | 0.875 | 1 | | | | | | | | |
| THTC | 0.672 | 0.717 | 0.896 | 0.896 | 0.970 | 1 | | | | | | | |
| TFC | 0.638 | 0.683 | 0.926 | 0.926 | 0.948 | 0.986 | 1 | | | | | | |
| FLC | 0.517 | 0.616 | 0.874 | 0.874 | 0.915 | 0.960 | 0.965 | 1 | | | | | |
| TPI | 0.514 | 0.593 | 0.853 | 0.853 | 0.895 | 0.879 | 0.893 | 0.896 | 1 | | | | |
| RP | 0.802 | 0.749 | 0.833 | 0.833 | 0.887 | 0.860 | 0.859 | 0.822 | 0.751 | 1 | | | |
| DPPH | 0.810 | 0.729 | 0.835 | 0.835 | 0.940 | 0.911 | 0.894 | 0.841 | 0.812 | 0.939 | 1 | | |
| TCTC | 0.761 | 0.684 | 0.684 | 0.684 | 0.903 | 0.899 | 0.839 | 0.792 | 0.691 | 0.801 | 0.878 | 1 | |
| IC ₅₀ | -0.728 | -0.636 | -0.764 | -0.764 | -0.801 | -0.808 | -0.792 | -0.749 | -0.667 | -0.861 | -0.918 | -0.756 | 1 |

Note: Values in bold are different from 0 at a significant level $\alpha = 0.05$

To evaluate the likely similarities and relationships among and within the grape extracts studied, HCA was performed based on the antioxidant contents. The HCA results are presented in the form of a dendrogram in Figure 8. This analysis provided a better understanding of the distribution of antioxidants in grape varieties, suggesting a diverse chemical composition. The dendrogram based on the Euclidean distance matrix grouped the varieties into three groups already identified by the PCA and four subgroups. The first group which includes Gros noir and Syrah varieties is the most distant in the dendrogram. The distinction of this population is predetermined by the highest level of antioxidant content. Cinsault and Merlot were classified in the second group. Based on the anthocyanins and tannins contents, this group was further divided into two subgroups. The first comprised Cinsault variety the high content of which was anthocyanins (145.38 mg/100g). Finally, Merlot variety with higher quantity of tannins (24.37 mg/100g) than Cinsault variety (13.74 mg/100g) was assigned to the second subgroup. The third group consisted of the four accessions of Italia, Muscat, Red glob and Cardinal varieties; all contained a moderate amount of antioxidant content. In this group, Cardinal and Red Glob varieties were separated from the Italia and Muscat varieties of their exceptionally high level of anthocyanins content with respective values of 15.4 and 13.74 mg/100g for the first sub-group and 2.72 and 1.81 mg/100g for the second one.

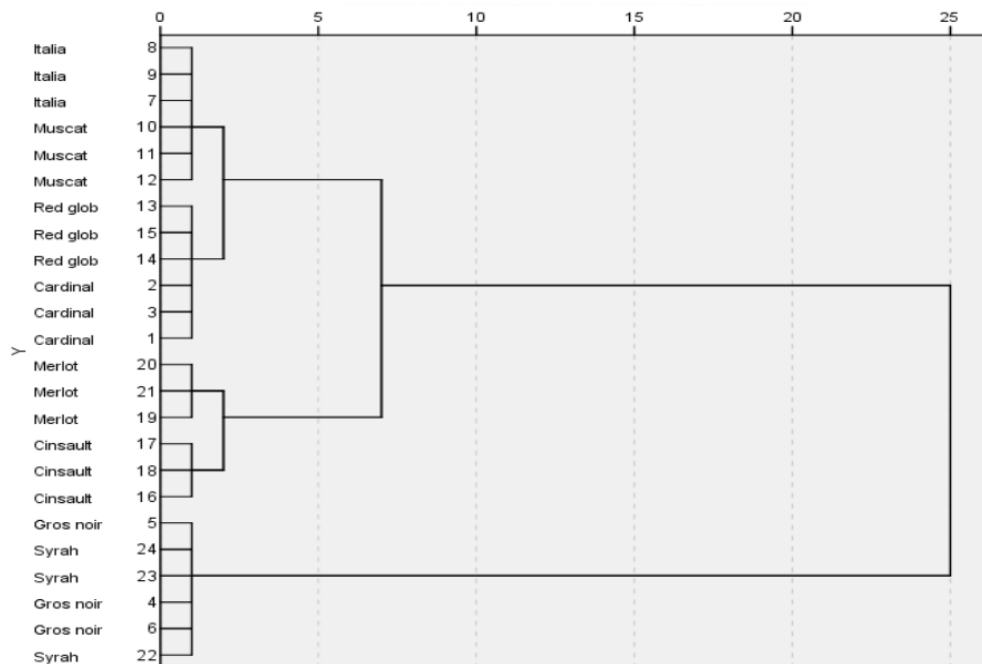


Figure 8. The hierarchical cluster analysis dendrogram of the grape extracts by the total bioactive contents.

DISCUSSION

Grapes are known as a source of vitamin C in the dietary intake (Derradji-Benmeziane et al., 2014). The results obtained for the vitamin C content of the analyzed juices were quite different from the reported literature of identical and different geographical origins. Results for cardinal, Muscat and Gros noir varieties with respective rates of 10.09 ± 0.14 , 10.84 ± 0.14 and 13.03 ± 0.96 mg/100g were slightly lower than those found by Derradji-Benmeziane et al. (2014) with respectively 13.20, 14.08 and 30.80 mg/100g for the same varieties grown in El Taref "Algeria". In addition, results a study by Dani et al., (2007) indicated content ranging from 4.4 to 57.2 mg/100 mg for Canadian white and red grape juices from organic or conventional.

Carotenoids are one of the main groups of plant-based pigments present in nature. These compounds are widely distributed in fruits and vegetables with colors ranging from yellow to intense red (Aguirre-Joya et al., 2020). They have commercial value because of antioxidant property, brilliant colors and health promoting factors (Saini et al., 2018). Derradji-Benmeziane et al. (2014) reported higher levels for cardinal, muscat and Gros noir varieties with 0.87, 1.47 and 1.49 mg/100g, respectively, compared to the results of our study with 0.15 ± 0.02 , 0.18 ± 0.01 and 0.37 ± 0.04 mg/100g for the same grape varieties. However, previous studies have reported various ranges of carotenoid content in different grape varieties. For instance, Erbaluce, Barbera and Nebbiolo were previously reported to have 0.11, 0.91 and 0.4 mg/100g, respectively (Giovannelli and Brenna, 2007).

Phenolic compounds are of particular interest since they define organoleptic characteristics such as flavor, color, and astringency of fruits and vegetables. Phenolic compounds are mainly divided into phenolic acids and polyphenols (Aguirre-Joya et al., 2020; Mollica et al., 2021). However, the overriding class of

biologically active compounds in grapes is polyphenols involving stilbenes, proanthocyanidins and the most plentiful biologically-active phytonutrients, flavonoids) and they are known for their potential contribution to human health through great antioxidant activity (Pavić et al., 2019). One of the parameters that allow estimating phenolic maturity is the determination of the total polyphenol index (TPI). The results obtained for this parameter are in correlation with the previous study by Rajha et al. (2017) on the monitoring of phenolic maturation of the Syrah and Merlot grapes of KSARA-Bekaa-Lebanon. The high TPC of the black grape extracts is not surprising since this content has already been documented for the Lebanese black grape extracts «Syrah and Merlot» (Bozan et al., 2008; El darra et al., 2012). However, the TPC results for Cardinal, Muscat and Gros noir were different from those of Derradji-Benmezziane et al. (2014) and Tounsi et al. (2009) which reported moderate amounts of phenol. In addition, TPC values in the ethanolic extracts of the Cardinal and Red globe cultivars reported in the Komutiban et al. (2018) study were even higher than those reported in this study. Clearly, the TPC values in the mentioned study (Komutiban et al., 2018) are not fully comparable to ones presented in this paper due to different cultivars and solvent composition. Yang et al. (2009) in their work on 14 grape varieties in the Finger Lakes region of New York State found values ranging from 201.1 to 424.6 mg /100g.

The TFC of the analyzed extracts varied with cultivar. These findings were consistent with previous work (Tounsi et al., 2009; Derradji-Benmezziane et al., 2014) which noted that the TFC varied by variety. However, these authors showed that the TFC of muscat, Gros noir and cardinal extracts was moderate and lower than that found in this study. In addition, the literature data (El darra et al., 2012) are in accordance to the mentioned TFC for Syrah and Merlot extracts. Regarding FLC, the results obtained are consistent with other studies (El darra et al., 2012) which showed the richness of the Syrah and Merlot varieties in flavonols. Nevertheless, these results were higher than the report of Guerrero et al. (2009) on five red grape varieties grown in Andalusia «Spain» with levels varied between 22.1 and 53.8 mg/100g of berries. Moreover, the results of THTC and TCTC were consistent with those of Bordiga et al. (2011) and the study of Tounsi et al. (2009) except Muscat variety. Surprisingly, Muscat, known as poor in polyphenol, had high content of condensed tannin and even higher than Syrah. However, other research has shown that these compounds take on variable values depending on the grape varieties (Carando and Teissèdre, 1999; Aubert and Chalot, 2018; Iglesias-Carres et al., 2018).

Considering the results of anthocyanins, the same observation was shown with Italian grape varieties (Bordiga et al., 2011) where black grapes were reported to have higher amounts of total anthocyanin than white ones. Instead, the anthocyanin content of Syrah and Merlot varieties seemed to be coherent with those measured by other authors (Mattivi et al., 2006; El darra et al., 2012). Several factors can influence the polyphenol and flavonoid contents. One such factor may be the genetic potential of individual species for polyphenol biosynthesis (Tounsi et al., 2009). Apart from the genetic (varietal) background, the environmental factors (light, water deficit and higher diurnal temperature differences) (Li et al., 2014), the cultural practices adopted in the vineyard, the climatic conditions of the region and even the maturation stage of the grape at harvest moment (Da silva et al., 2019) may also be critical in this respect.

In term of DPPH-scavenging potential, the methanolic extracts of black varieties exhibited the highest activity in comparison with the other extracts and closer activity to that of rutin and tannic acid. This finding was observed by Beara et al. (2017) who recorded a higher antioxidant activity for black grape juices produced in Serbia (Cabernet Sauvignon, Frankovka and Merlot varieties) compared to red (Muscat Hamburg) and white grape juices (Italian Riesling, Chardonnay and Sila), respectively. Meanwhile, the scavenging activity of the studied grape extracts against DPPH radical was alike to those obtained for the Pinot Noir grape juices from South Island (Leong et al., 2016). Similar data were

also reported by Komutiban et al. (2018) who found that Cardinal and Red globe extracts from Thailand have remarkable DPPH scavenging activity, but discarded with those founded by El darra et al. (2012) who reported slightly higher inhibition percentages of Syrah, Merlot, Cabernet franc and Cabernet Sauvignon extracts grown in Lebanon. In the same context, it was observed that Muscat, which had lower total polyphenol content, had a high DPPH scavenging activity, but the extract from Syrah, with much higher polyphenolic content, had considerably the lower activity (Tounsi et al., 2009). On the other hand, the results of reducing power are in good agreement with those found by Derradji-Benmeziane et al. (2014) in their study on antioxidant activity of Muscat and Gros noir from El-Tarf region and with those found by Samoticha et al. (2017) for the reducing power of Pinot noir grape juices collected from Poland. Unlike, the reported reducing power ability of methanol extracts for Muscat in this study were higher than previously reported in Thailand publication (Tounsi et al., 2009). In the mentioned publication, the IC_{50} value of reducing power of methanol extracts for Muscat was lower than that of Syrah (Tounsi et al., 2009). As far as we are concerned there are no studies reporting the antioxidant properties of all studied samples collected from Tipaza, Algeria.

Considering results of antioxidant activity, the presence of phenolic and flavonoid compounds in grape extracts showed good linear correlations with the antioxidant power. This is confirmed by the findings of Derradji Benmeziane et al. (2014). These authors found a positive correlation between reducing power and the same parameters in five table grapes varieties. Furthermore, the results obtained by PCA demonstrated that the differences between extracts are due to varietal variability and gave further information about their implication on the antioxidant activity. Anthocyanin and tannins, concentrated in black varieties more than in red and white ones, seem to be the principal contributors to the strong antioxidant activity revealed by the reducing power and DPPH scavenging activity. It is interesting to note that the relative contribution of proanthocyanidins to the overall antioxidant capacities of white grape extract were estimated in previous study to 97% when methanol was used as solvent (Da porto et al., 2014). In support to this, the synergic effect of the antioxidants in the extracts should also be considered (Yakoubi et al., 2021a). In fact, this property is related to the structure of this type of compounds (one or more aromatic rings with one or more hydroxyl groups). This makes them capable to act as antioxidants by electron or hydrogen atom transfer (Yakoubi et al., 2021b). The findings of our study support the view that certain fruits are potential sources of antioxidants. In this sense, the studied grape varieties can be a good natural antioxidant source for use in pharmaceutical, cosmetics and food industries.

CONCLUSION

In this study, a great number of data have been obtained both on bioactive metabolites associated with health and compounds related to the organoleptic quality of table and wine grapes varieties. It is obvious that due to their black color and, consequently, their anthocyanin content, the highest levels of polyphenolic compounds have been observed in Gros noir, Syrah, Cinsault and Merlot varieties. Furthermore, our results also indicate that the highest antioxidant capacity was recorded for Gros noir, Syrah, Cinsault and Merlot varieties. Taking everything into account, data on bioactivity of grape varieties grown in Algeria are highly limited, which makes the results in this work truly valuable. The results obtained showed that the grape varieties studied may be considered as valuable natural sources of antioxidants that are useful for both food and pharmaceutical purposes. Further studies need to be carried out with these and other varieties to verify the impact of the variety in the composition and nutritional value of grape extracts. Further studies on individual phenolic compounds are also needed to elucidate the different antioxidant mechanisms and possible synergism.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors gratefully acknowledge the Ministry of Higher Education and Scientific research of Algeria

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Yacine Meziane assisted in performing the experiments, performed the statistical analysis and data visualization and wrote the manuscript. Rima Yakoubi assisted in writing- reviewing and editing the manuscript. Smain Megateli and Cherifa Chaouia conducted the Supervision, conceptualization and visualization. All authors have read and approved of the final manuscript.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare that they hold no competing interests.

REFERENCES

- Aguirre-Joya, J.A., Chacón-Garza, L.E., Valdivia-Najár, G., Arredondo-Valdés, R., Castro-López, C., Ventura-Sobrevilla, J.M., Aguilar-González, C.N., and Boone-Villa, D. 2020. Nanosystems of plant-based pigments and its relationship with oxidative stress. *Food and Chemical Toxicology*. 143: 111433.
- Aubert, C., and Chalot, G. 2018. Chemical composition, bioactive compounds, and volatiles of six table grape varieties (*Vitis vinifera* L.). *Food Chemistry*. 240: 524–533.
- Bari, L.R., Ghanbari, A., Darvishzadeh, R., Giglou, M.T., and Baneh, H.D. 2021. Discernment of grape rootstocks base on their response to salt stress using selected characteristics in combination with chemometric tools. *Food Chemistry*. 365: 130408.
- Beara, I.N., Torović, L.D., Pintać, D.Đ., Majkića, T.M., Orčić, D.Z., Mimica-Dukić, N.M., and Lesjak, M.M. 2017. Polyphenolic profile, antioxidant and neuroprotective potency of grape juices and wines from Fruška Gora region (Serbia). *International Journal of Food Properties*. 20: s2552–s2568.
- Bendjedid, S., Djelloul, R., Tadjine, A., Bensouici, C., and Boukhari, A. 2020. In vitro Assessment of Total Bioactive Contents, Antioxidant, Anti-alzheimer and antidiabetic activities of leaves extracts and fractions of *Aloe vera*. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*. 19: 469–485.
- Benouchene, D., Bellil, I., Bensouici, C., AbdullahYilmaz, M., Akkal, S., Keskinaya, H. B., and Khelifi, D. 2022. GC-MS chemical profile, antioxidant ability, antibacterial effect, α -glucosidase, α -amylase and acetylcholinesterase inhibitory activity of algerian fir essential oil. *Jordan Journal of Biological Sciences*. 15: 303 – 310.
- Boeira, C.P., Piovesan, N., Flores, D.C.B., Soquetta, M.B., Lucas, B.N., Heck, R.T., dos Santos Alves, J., Campagnol, P.C.B., Dos Santos, D., and Flores, E.M.M. 2020. Phytochemical characterization and antimicrobial activity of *Cymbopogon citratus* extract for application as natural antioxidant in fresh sausage. *Food Chemistry*. 319: 126553.
- Bordiga, M., Travaglia, F., Locatelli, M., Coisson, J.D., and Arlorio, M. 2011. Characterization of polymeric skin and seed proanthocyanidins during ripening in six *Vitis vinifera* L. cv. *Food Chemistry*. 127(1): 180–187.

- Bozan, B., Tosun, G., and Özcan, D. 2008. Study of polyphenol content in the seeds of red grape (*Vitis vinifera* L.) varieties cultivated in Turkey and their antiradical activity. *Food Chemistry*. 109(2): 426–30.
- Carando, S., and Teissèdre, P.L. 1999. Catechin and Procyanidin levels in french wines: contribution to dietary intake. *Plant polyphenols*. 2: 725–737.
- Cayla, L., Cottureau, P., and Renard, R. 2002. Estimation de la maturité phénolique des raisins rouges par la méthode I.T.V. standard. *Revue Française d'œnologie*. 193: 10–16.
- Dani, C., Oliboni, L.S., Vanderlinde, R., Bonatto, D., Salvador, M., and Henriques, J.A.P. 2007. Phenolic content and antioxidant activities of white and purple juices manufactured with organically- or conventionally- produced grapes. *Food and Chemical Toxicology*. 45(12): 2574–2580.
- Da Porto, C., Decorti, D., and Natolino, A. 2014. Water and ethanol as co-solvent in supercritical fluid extraction of proanthocyanidins from grape marc: A comparison and a proposal. *The Journal of Supercritical Fluids*. 87: 1–8.
- Da Silva, M.J.R., Da Silva Padilha, C.V., dos Santos Lima, M., Pereira, G.E., Venturini Filho, W.G., Moura, M.F., and Tecchio, M.A. 2019. Grape juices produced from new hybrid varieties grown on Brazilian rootstocks – Bioactive compounds, organic acids and antioxidant capacity. *Food Chemistry*. 289: 714–722.
- Delso, C., Berzosa, A., Sanz, J., Alvarez, I., and Raso, J. 2022. Two-step pef processing for enhancing the polyphenol concentration and decontaminating a red grape juice. *Foods*. 11(4): 621.
- Derradji-benmeziane, F., Djamai, R., and Cadot, Y. 2014. Antioxidant capacity, total phenolic, carotenoid, and vitamin c contents of five table grape varieties from algeria and their correlations. *International Journal of Vine and Wine Sciences*. 48: 153–162.
- Djeridane, A., Yousfi, M., Nadjemi, B., Boutassouna, D., Stocker, P., and Vidal, N. 2006. Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds. *Food Chemistry*. 97(4): 654–660.
- El darra, N., Tannous, J., Bou Mouncef, P., Palge, J., Yaghi, J., Vorobiev, E., Louka, N., and Maroun, R.G. 2012. A comparative study on antiradical and antimicrobial properties of red grapes extracts obtained from different *Vitis vinifera* varieties. *Food and Nutrition Sciences*. 3: 1420–1432.
- Eshghi, S., Salehi, L., and Karami, M.J. 2014. Antioxidant activity, total phenolic compounds and anthocyanin contents in 35 different grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars grown in Fars Province. *International Journal of Horticultural Science and Technology*. 1(2): 151–161.
- Farhadi, K., Esmailzadeh, F., Hatami, M., Forough, M., and Molaie, R. 2016. Determination of phenolic compounds content and antioxidant activity in skin, pulp, seed, cane and leaf of five native grape cultivars in West Azerbaijan province, Iran. *Food Chemistry*. 199: 847–855.
- Giovanelli, G., and Brenna, O.V. 2007. Evolution of some phenolic components, carotenoids and chlorophylls during ripening of three Italian grape varieties. *European Food Research and Technology*. 225: 145–150.
- Guerrero, R.F., Liazid, A., Palma, M., Puertas, B., González-Barrio, R., Gil-Izquierdo, A., García-Barroso, C., and Cantos-Villar, E. 2009. Phenolic characterisation of red grapes autochthonous to Andalusia. *Food Chemistry*. 112(4): 949–955.
- Iglesias-Carres, L., Mas-Capdevila, A., Sancho-Pardo, L., Bravo, F.I., Mulero, M., Muguerza, B., and Arola-Arnal, A. 2018. Optimized extraction by response surface methodology used for the characterization and quantification of phenolic compounds in whole red grapes (*Vitis vinifera*). *Nutrients*. 10(12): 1931.
- Kanha, N., and Laokuldilok, T. 2014. Effects of spray-drying temperatures on powder properties and antioxidant activities of encapsulated anthocyanins from black glutinous rice bran. *Chiang Mai University Journal of Natural Sciences*. 13(1): 411–423.

- Komutiban, O., Katkaew, A., and Jaisamut, J. 2018. Comparison of total phenolic content, antioxidant activity and trans-resveratrol content of fresh red grapes and raisin ethanolic extracts. *Journal of Food Health and Bioenvironmental Science*. 11(1): 79–95.
- Kumar, R.S., Sivakumar, T., Sunderam, R.S., Gupta, M., Mazumdar, U.K., Gomathi, P., ajeshwar, Y., Saravanan, S., Kumar, M.S., Muruges, K., and Kumar, K.A. 2005. Antioxidant and antimicrobial activities of *Bauhinia racemosa* L. stem bark. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 38: 1015–1024.
- Leong, S.Y., Burritt, D.J., and Oey, I. 2016. Evaluation of the anthocyanin release and health-promoting properties of Pinot Noir grape juices after pulsed electric fields. *Food Chemistry*. 196: 833–841.
- Li, Q., He, F., Zhu, B.Q., Liu, B., Sun, R.Z., Duan, C.Q., Reeves, M.J., and Wang, J. 2014. Comparison of distinct transcriptional expression patterns of flavonoid biosynthesis in Cabernet Sauvignon grapes from east and west China. *Plant Physiology and Biochemistry*. 84: 45–56.
- Mattivi, F., Guzzon, R., Vrhovsek, U., Stefanini, M., and Velasco, R. 2006. Metabolite profiling of grape: Flavonols and anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 54(20): 7692–7702.
- Mirbagheri, V.S., Alizadeh, E., Yousef Elahi, M., and Esmaeilzadeh Bahabadi, S. 2018. Phenolic content and antioxidant properties of seeds from different grape cultivars grown in Iran. *Natural Product Research*. 32(4): 425–429.
- Mollica, A., Scioli, G., Della Valle, A., Cichelli, A., Novellino, E., Bauer, M., Kamysz, W., Llorent-Martínez, E.J., Fernández-de Córdova, M.L., Castillo-López, R., AK, G., Zengin, G., Pieretti, S., and Stefanucci, A. 2021. Phenolic analysis and in vitro biological activity of red wine, pomace and grape seeds oil derived from *Vitis vinifera* L. cv. montepulciano d’Abruzzo. *Antioxidants*. 10(11): 1704.
- Molyneux, P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 26(2): 211–219.
- Moreno-Montoro, M., Olalla-Herrera, M., Gimenez-Martinez, R., Navarro-Alarcon, M., and Rufián-Henares, J.A. 2015. Phenolic compounds and antioxidant activity of Spanish commercial grape juices. *Journal of Food Composition and Analysis*. 38: 19–26. h
- Oyaizu, M., 1986. Studies on products of browning reaction: Antioxidative activity of products of browning reaction prepared from glucosamine. *The Japanese Journal of Nutrition and Dietetics*. 44 (6): 307–315.
- Pardo-Mates, N., Vera, A., Barbosa, S., Hidalgo-Serrano, M., Núñez, O., Saurina, J., Hernández-Cassou, S., and Puignou, L. 2017. Characterization, classification and authentication of fruit-based extracts by means of HPLC-UV chromatographic fingerprints, polyphenolic profiles and chemometric methods. *Food Chemistry*. 221: 29–38.
- Pavić, V., Kujundžić, T., Kopic, M., Jukić, V., Braun, U., Schwander, F., and Drenjančević, M. 2019. Effects of Defoliation on phenolic concentrations, antioxidant and antibacterial activity of grape skin extracts of the varieties Blaufränkisch and Merlot (*Vitis vinifera* L.). *Molecules*. 24(13): 2444.
- Pourmaghi-Azar, M.H., and Ojani, R. 1997. A selective catalytic voltammetric determination of vitamin C in pharmaceutical preparations and complex matrices of fresh fruit juices. *Talanta*. 44(2): 297–303.
- Rajha, H.N., El Darra, N., El Kantar, S., Hobaika, Z., Louka, N., and Maroun, R.G. 2017. A comparative study of the phenolic and technological maturities of red grapes grown in Lebanon. *Antioxidants*. 6(1): 8.
- Saini, D.K., Pabbi, S., and Shukla, P. 2018. Cyanobacterial pigments: Perspectives and biotechnological approaches. *Food and Chemical Toxicology*. 120: 616–624.

- Samoticha, J., Wojdyło, A., Chmielewska, J., and Oszmiański, J. 2017. The effects of flash release conditions on the phenolic compounds and antioxidant activity of Pinot noir red wine. *European Food Research and Technology*. 243: 999-1007.
- Sass-Kiss, A., Kiss, J., Milotay, P., Kerek, M.M., and Toth-Markus, M. 2005. Differences in anthocyanin and carotenoid content of fruits and vegetables. *Food Research International*. 38(8-9): 1023-1029.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., and Lamuela-Raventos, R.M. 1999. Analysis of total phenol and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*. 299: 152-178.
- Skerget, M., Kotnik, P., Hadolin, M., Hraš, A.R., Simonič, M., and Knez, Ž. 2005. Phenols, proanthocyanidins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. *Food Chemistry*. 89(2): 191-198.
- Teow, C.C., Truong, V.D., Mcfeeters, R.F., Thompson, R.L., Pecota, K.V., and Yencho, G.C. 2007. Antioxidant activities, phenolic and β -carotene contents of sweet potato genotypes with varying flesh colours. *Food Chemistry*. 103(3): 829-838.
- Tounsi, M.S., Ouerghemmi, I., Wannes, W.A., Ksouri, R., Zemni, H., Marzouk, B., and Kchouk, ME. 2009. Valorization of three varieties of grape. *Industrial Crops and Products*. 30(2): 292-296.
- Van Leeuw, R., Kevers, C., Pincemail, J., Defraigne, J.O., and Dommès, J. 2014. Antioxidant capacity and phenolic composition of red wines from various grape varieties: Specificity of Pinot Noir. *Journal of Food Composition and Analysis*. 36(1-2): 40-50.
- Yakoubi, R., Megateli, S., Sadok, T.H., Bensouici, C., and Bağci, E. 2021a. A synergistic interactions of Algerian essential oils of *Laurus nobilis* L., *Lavandula stoechas* L. and *Mentha pulegium* L. on anticholinesterase and antioxidant activities. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 31: 101891.
- Yakoubi, R., Megateli, S., Sadok, T.H., and Gali, L. 2021b. Photoprotective, antioxidant, anticholinesterase activities and phenolic contents of different Algerian *Mentha pulegium* extracts. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 34: 102038.
- Yang, J., Martinson, T.E., and Liu, R.H. 2009. Phytochemical profiles and antioxidant activities of wine grapes. *Food Chemistry*. 116(1): 332-339.
- Yuzuak, S., Xie., and D.Y. 2022. Anthocyanins from muscadine (*Vitis rotundifolia*) grape fruit. *Current Plant Biology*. 30: 100243.
- Zeghad, N., Ahmed, E., Belkhiri, A., Vander Heyden, Y., and Demeyer, K. 2019. Antioxidant activity of *Vitis vinifera*, *Punica granatum*, *Citrus aurantium* and *Opuntia ficus indica* fruits cultivated in Algeria. *Heliyon*. 5(4): e01575.
- Zhu, M., Huang, Y., Wang, Y., Shi, T., Zhang, L., Chen, Y., and Xie, M. 2019. Comparison of (poly) phenolic compounds and antioxidant properties of pomace extracts from kiwi and grape juice. *Food Chemistry*. 271: 425-432.

OPEN access freely available online

Natural and Life Sciences Communications

Chiang Mai University, Thailand. <https://cmuj.cmu.ac.th>

CARACTÉRISATION POMOLOGIQUE, PHYSICO-CHIMIQUE ET BIOCHIMIQUE DU RAISINS ET JUS EXTRAITS DE QUELQUES CÉPAGES DE VIGNE CULTIVÉS DANS LA RÉGION DE TIPAZA, ALGÉRIE

MEZIANE Yacine¹; MEGATELI Smain^{2*} et CHAOUIA Cherifa³

^{1,2}University of Blida 1, Faculty of Nature and Life Sciences, department of food sciences, Laboratory Biotechnology, Health and environment, Algeria

³ University Blida 1, Faculty of Nature and Life Sciences, department of Biotechnology, Laboratory of Biotechnology and Plant Productions, Algeria.

Reçu le 29/08/2022, Révisé le 26/11/2023, Accepté le 07/12/2023

Résumé

Description du sujet : Les raisins produits en Algérie constituent une richesse, à intérêts alimentaires, très intéressante. La connaissance des caractéristiques pomologique, physico-chimique et biochimique est plus qu'indispensable pour développer la viticulture en Algérie et exploiter bénéfiquement le fruit.

Objectifs : Une caractérisation pomologique, physico-chimique et biochimique de quarante-cinq échantillons de raisins collectés dans la région de Tipaza ; dans une perspective de valorisation dans le domaine alimentaire.

Méthodes : Huit variétés ; Cardinal, Muscat, Italia, Gros noir et Red globe pour les raisins de table ; Cinsault, Merlot et Syrah pour les raisins de cuve ont fait l'objet ; d'une détermination des descripteurs pomologiques (dimensions, poids, du fruit, des graines et pellicules) et d'une évaluation des paramètres physicochimiques et biochimiques des jus extraits (rendement en jus, teneurs en eau, cendres, Fer, conductivité électrique, densité, acidité, pH, teneurs en sucres totaux, taux de solides solubles, indice de maturité et teneur en pulpes).

Résultats : Deux grandes ensembles de raisins et jus extraits se distinguent ; ceux de cuve caractérisés par ; les masses et dimensions des baies les plus faibles, des niveaux élevés en poids pelliculaire notamment pour les cépages Merlot et Syrah avec respectivement 12,35 et 13,18 g/100g de baie, des rapports ST/A et teneur en cendres et Fer faibles. Dans le second groupe concernant les raisins de table ; le Red globe est qualifié par ses niveaux en descripteurs pomologiques les plus élevés, des valeurs faibles en extrait secs solubles (14,75°Brix) et sucres (12,75%) et ce qui le rapproche d'avantage des autres jus de fruit.

Conclusion : Chacun des raisins et jus extraits, possèdent ses propres caractéristiques ; parfois similaires ou très proches entre plusieurs variétés. Cette diversité et variabilité peut construire une alternative prometteuse pour la filière viticole notamment sa contribution dans l'industrie alimentaire.

Mots clés : Cépages ; caractérisation ; rapport L/l ; Glucose ; Fructose ; TSS/A.

TPOMOLOGICAL, PHYSICO-CHEMICAL AND BIOCHEICAL CHARACTERIZATION OF GRAPES AND JUICES EXTRACTED FROM SOME VINE VARIETIES GROWN IN THE REGION OF TIPAZA ALGERIA

Abstract

Topic description: This study aimed to develop high-quality agricultural and agrifood products. In order to develop viticulture and reconsider the place of local agricultural resources, it's essential to understand the characteristics of different grapes produced in Algeria.

Objectives: Pomological and physicochemical characterization of 45 grape samples collected in the region of Tipaza were investigated.

Methods: The varieties included in the study were Cardinal, Muscat, Italia, Gros noir and Red globe for table grapes; Cinsault, Merlot and Syrah for wine grapes. Pomological descriptors (sizes, weight of the fruit, seeds and skins) and physico-chemical parameters (sugar dosage, acidity, pH, TSS, index of maturity, the contents of water, ashes, iron and pulps) were determined.

Results: There were two large groups of grapes and extracted juices identified; the first group concerning wine grapes characterized by the smallest weight and sizes of berries, largest dandruff weight particularly for the Merlot and Syrah grape varieties with respectively 12, 35 and 13, 18 g/100g for berry and low ST/A ratios, content of ashes and iron; which justified their use in wine making. In the second group concerning the table grapes, the Red Globe is qualified by the highest levels of pomological descriptors, low values of soluble dry extract and sugars with respectively 14.75° Brix and 12.75%, which make it similar to the other fruit juices.

Conclusion: Each grape and extracted juice has its own characteristics, sometimes similar or very close between several varieties. This diversity and variability can build a promising alternative for the wine field in Algeria in particular its incorporation in food field.

Key words: grape varieties, characterization, L/w ratio, Glucose, Fructose, SSR/A

*Auteur correspondant: MEGATELI Smain, E-mail: megatlismail@yahoo.fr

INTRODUCTION

La vigne est l'une des plus vieilles cultures qui a pris naissance il y a quatre mille ans environ ; elle possède de grandes facultés d'adaptation aux conditions pédoclimatiques. Elle est cultivée dans les régions chaudes et également sous des climats relativement froids [1, 2]. Son importance économique considérable se situe au niveau de la production des fruits, le raisin, commercialisé comme raisin de table, jus de fruits, mais surtout utilisé pour la production du vin. Selon l'Organisation Internationale de la Vigne et du Vin [3], la culture de la vigne (*Vitis vinifera*) couvre environ 7,4 millions ha sur l'ensemble des cinq continents avec une production de 78 millions tonnes de raisins dont 27,3 millions de tonnes de raisins de table, 1,3 millions de tonnes de raisins secs et de 292 millions d'hl de vin. En Algérie, la viticulture a connu un important développement notamment la dernière décennie ; en effet la superficie de vignoble Algérien est passée de 50000 ha en 2000 à plus de 69642 ha en 2018 ; dont 67% occupée par la vigne de table et 33% par la vigne de transformation, la production totale des raisins est de 5665787 Qx (88% pour les raisins de table et 12% pour les raisins de transformation) et le total des variétés homologuées s'élève à 96 dont ; 55 variétés de tables, 33 de transformation, 5 de séchage et 10 variétés de portes greffes [4]. En matière de raisin, un certain nombre de facteurs sont admis, par certains pays, comme critères de qualité : la fraîcheur de la rafle et qui doit être verte et turgescente, la forme de la grappe et des baies, leurs poids, l'aspect général, la couleur de la peau, l'uniformité des baies, la structure de la pellicule qui doit être mince et ferme, la teneur en sucres et acides des baies, en plus des critères hygiéniques (résidus ; dont les doses dans les baies doivent être nulles ou inférieures aux limites légales) [5] ; il est donc devenu impératif de développer et appliquer les normes de qualité dans le but de valoriser les produits vitivinicoles Algérien, en fait une meilleure connaissance des ressources phénotypiques et physico-chimiques des raisins est nécessaire pour leur gestion optimisée et leur utilisation appropriée dans de nouveaux

programmes d'amélioration et de diversification des produits pour une viticulture durable. Dans ce contexte huit variétés de raisin d'une région viticole par excellence « la région de Tipaza » ont fait l'objet de l'étude. En effet, dans un premier temps en s'est intéressé à la caractérisation pomologique des raisins, en second temps le profile physico-chimique et biochimique des jus extraits en vue d'une éventuelle valorisation dans le domaine alimentaire a été étudié.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Matériel biologique et origine des échantillons

Les échantillons, objet d'étude, ont été prélevés de la région de Tipaza (Latitude : 36°36',0"N Longitude : 2°27',0"E). La wilaya de Tipaza se situe sur la côte au pied du mont Chenoua, à l'extrémité des collines du Sahel. Elle est limitée au nord par la mer méditerranée, à l'ouest par la wilaya de Chlef, au sud-ouest par la wilaya d'Ain-Defla, au sud par la wilaya de Blida et à l'est par la wilaya d'Alger (Fig. 1). Le territoire de la wilaya de Tipaza constituait un espace idéal pour développer la viticulture, compte tenu de la disponibilité de plusieurs paramètres. Cette spéculation jouait un rôle prépondérant dans l'épanouissement économique et social dans cette bordure de la rive sud du bassin méditerranéen. La wilaya de Tipaza produit du raisin blanc (dattier- muscat-Victoria en pergola) et du raisin noir (gros noir- Cardinal- Red globe en pergola) (Tableau 1). Outre le muscat de Cherrhell, la vigne de table demeure sans aucun doute l'une des solutions de l'avenir pour augmenter la production viticole de la wilaya, de surcroît une création de richesses, notamment après la mise en valeur des espaces agricoles situés sur les reliefs aux accès difficiles. La vigne de cuve, dans la wilaya de Tipaza constitue un élément important du développement agricole. Les mesures de relance du potentiel de production qui ont été prises dans le cadre des orientations du Ministère de l'Agriculture et de développement rural s'appuient sur un programme de rajeunissement et de développement des cépages de cuve de qualité tels que la Syrah, le Merlots, le Pinot noir etc....

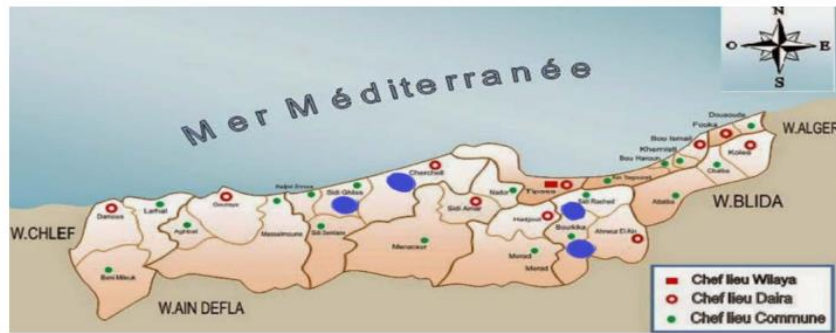


Figure 1: Sites de prélèvement en taches bleutées

Tableau 1 : Bilan de production (compagne vitivinicole 2019/ 2020 wilaya de Tipaza) [6].

| Cépages | Vigne de table | | | |
|------------------|-----------------|---------------------|-------------------|-----------------|
| | Sup totale (ha) | Sup en rapport (ha) | Sup récoltée (ha) | Production (qx) |
| Dattier | 897,22 | 880 | 880 | 108434 |
| Cardinal | 369,67 | 347,5 | 347,5 | 43253 |
| Gros noir | 215 | 210,5 | 210,5 | 27405 |
| Sabelle | 25,5 | 3 | 3 | 360 |
| Valencier | 5,3 | 2 | 2 | 330 |
| Muscat | 278,4 | 227 | 227 | 28303 |
| Italia | 106,75 | 60,5 | 60,5 | 16435 |
| Red Globe | 249,75 | 68,5 | 68,5 | 31077 |
| Victoria | 61,62 | 35 | 35 | 15144 |
| Matilda | 29 | 21 | 21 | 8965 |
| Michel Palieri | 8,4 | 00 | 00 | 00 |
| Total | 2246,61 | 1855 | 1855 | 279676 |

| Cépages | Vigne de cuve | | | |
|-----------------|-----------------|---------------------|-------------------|-----------------|
| | Sup totale (ha) | Sup en rapport (ha) | Sup récoltée (ha) | Production (qx) |
| Cinsault | 79,07 | 79,07 | 79,07 | 896 |
| Grenache | 15 | 15 | 15 | 195 |
| Carignon | 9 | 9 | 9 | 99 |
| Cabernet | 88,7 | 88,7 | 88,7 | 1714 |
| Merlot | 51,54 | 51,54 | 51,54 | 1585 |
| Syrah | 59,34 | 59,34 | 59,34 | 1562 |
| Pinot noir | 22,27 | 22,27 | 22,27 | 425 |
| Chardonay | 2 | 2 | 2 | 26 |
| San giovesé | 2,45 | 2,45 | 2,45 | 73 |
| Sauvignon | 18,95 | 18,95 | 18,95 | 176 |
| Total | 348,32 | 348,32 | 348,32 | 6751 |

Durant cette étude, quarante-cinq « 45 » échantillons de raisins issus de cinq variétés de raisin de table et de trois variétés de raisin de cuves (Fig. 2) ont été sélectionnés afin de déterminer les caractéristiques pomologiques des raisins, les caractéristiques physico-chimiques et biochimiques des jus extraits.

L'étude est menée sur deux Daïra ; Cherchell (Latitude : 36.6085, Longitude: 2.19718 36° 36' 31" Nord, 2° 11' 50" Est) et Ahmer El Aïn (Latitude: 36.4782, Longitude: 2.56393 36° 28' 42" Nord, 2° 33' 50" Est) ; localisées dans la région de Tipaza (Fig. 1). Les caractéristiques des échantillons prélevés sont portées sur le tableau 2 :



Figure 2: Variétés de raisin étudiées « photos originales »

Tableau 2: Caractéristiques des échantillons analysés

| Sites | Dates de récolte | Cépages | Nbr (Ech) | Type de conduite | versant | Irrigation |
|-----------------------------------|------------------|-----------|-----------|------------------|-----------|------------|
| Cherchell (Sidi Ghiles) | 03/8/ 2019 | Cardinal | 03 | Cordon Royat | N ; p 30% | Non |
| | 19/8/2019 | Gros noir | 03 | Guyot double | N ; p 30% | Non |
| | | Muscat | 03 | libre | N ; p 30% | Non |
| Ahmer El Aïn (Sidi Rached) | 03/ 8/ 2019 | Cardinal | 03 | Cordon Royat | S ; p 0% | Non |
| | 19/8/2019 | Gros noir | 03 | Cordon Royat | S ; p 0% | Non |
| | | Red Glob | 03 | Pergola | S ; p 0% | Oui |
| Ahmer El Aïn (Bourkika) | 03/8/ 2019 | Cardinal | 03 | Cordon Royat | S.O ; p | Non |
| | | Italia | 03 | Pergola | S.O ; p | Oui |
| | 18/8/2019 | Cinsault | 03 | Guyot simple | N ; p 40% | Non |
| | | Merlot | 03 | Guyot simple | N ; p 40% | Non |
| | | Syrah | 03 | Guyot simple | N p 40% | Non |
| | 19/8/2019 | Italia | 03 | Pergola | N ; p 0% | Oui |
| | | Red Glob | 03 | Pergola | N ; p 0% | Oui |
| | | Muscat | 03 | Pergola | N ; p 0% | Oui |
| | | Grosnoir | 03 | Cordon Royat | N ; p 15% | Non |

45

2. Méthodes d'analyse

2.1. Caractéristiques Pomologiques des raisins

Le raisin est une baie charnue constituée d'un péricarpe et de graines appelées pépins. Le péricarpe se compose d'un exocarpe appelé pellicule et d'un mésocarpe appelé pulpe [7]. Les échantillons objet de l'étude sont caractérisés sur la base des descripteurs pomologiques. Ainsi, les variables mesurées sont: (i) Les dimensions des grappes et baies (Longueur et largeur) au moyen d'un pied à coulisse numérique ;

(ii) Le poids des grappes, des baies, des graines et des pellicules au moyen d'une balance analytique ± 0,001 de marque Orma ; (iii) Pour mieux apprécier l'apport en pellicule et en grain dans la baie entière on a procédé à la détermination des poids secs ainsi que des teneurs en eau seront déduites ; après avoir évaporée l'eau contenue au moyen d'une étuve dessiccateur, à une température de 40°C jusqu' à l'obtention d'un poids stable.

2.2. Caractéristiques physicochimiques et biochimiques des jus extraits

Après avoir été pressés et séparés par filtration, les jus de huit variétés de raisin, ont subi des analyses physicochimiques correspondant aux critères de qualité selon les méthodes décrites par la norme Algérienne du journal officiel NA 301 : Jus de raisin : spécification – 1989 [8].

-Rendement en jus : Les baies de raisin débarrassées de leurs pépins sont pesées puis introduites dans un broyeur de laboratoire à panier cylindrique (Retsch GM 200), muni d'un disque abrasif au centre pour extraire le jus. Un petit presseur métallique à vis et ressort, muni d'assiettes de répartition et d'un récipient pour le jus extrait, fournissant une pression unitaire de l'ordre de 2 kg/cm² [9]. Une opération de filtration est réalisée pour séparer les jus produits des pulpes et pellicules. Le rendement en jus est calculé selon la formule :

$$\text{Rendement (\%)} = \frac{\text{masse de jus obtenue}}{\text{masse de pulpe traitée}} \times 100$$

-pH : La détermination du pH est réalisée à l'aide d'un pH-mètre (Hanna, pH-210) [10]. L'électrode en verre est introduite dans un volume suffisant en jus suivi d'une lecture directe du pH après stabilisation de la valeur affichée.

-Acidité : Un volume de jus est titré par la solution d'hydroxyde de sodium (0.1N), en présence de quelques gouttes de phénolphtaléine, jusqu'à un virage de la couleur au rose. L'acidité est exprimée en % d'acide tartrique [11].

-Densité : Un densitomètre approprié a été immergé dans une éprouvette contenant le jus de raisin puis une lecture directe de la densité a été faite [12].

-Teneur en eau : Une prise d'essai de 10 g placé dans un creuset (m₀) est introduite dans une étuve réglée à 103°C durant 1h30 minutes. Le résidu obtenu est pesé à 0,001g près (m₁) après avoir été refroidi au dessiccateur. La différence entre la prise d'essai et le résidu obtenu après évaporation constitue la teneur en eau [13]. $\text{Humidité (\%)} = \frac{m_1}{m_0} \times 100$

-Teneur en Cendres : Le dosage des cendres est basé sur la destruction de toute matière organique sous l'effet de température élevée (500±25°C). Un creuset de masse m₀, contenant la prise d'essai (10 g) est introduit dans un four à moufle pendant 3-5h à 550°C. Le résidu obtenu constitué de cendres, est pesé à 0,001g près (m₂) après avoir été refroidi au dessiccateur [14].

-Conductivité électrique : La détermination de la conductivité est réalisée à l'aide d'un conductimètre (Hanna). Elle est déterminée après rinçage plusieurs fois de l'électrode, d'abord avec de l'eau distillée puis en la plongeant dans un récipient contenant de

jus à analyser. Le résultat de la conductivité est donné directement en µs/cm [15].

-Teneur en Fer : Le principe de la méthode consiste à oxyder la totalité des ions ferreux Fer (II) présents dans le jus de raisin en ions ferrique Fer (III) par l'eau oxygénée en milieu acide. Les ions Fer (III) formés sont révélés par une solution de thiocyanate de potassium qui permet la formation du complexe Fe [(SCN)]⁺² de couleur rouge. La concentration massive de ce complexe est déterminée grâce à un dosage spectrophotométrique à l'aide d'un spectrophotomètre (Shimadzu UV-1280). Le dosage s'effectue à une longueur d'onde de 470 nm pour les jus blanc et de 500 nm pour les jus rouge [16].

-Taux de solide soluble : Quelques gouttes de l'échantillon sont étalées sur le prisme du réfractomètre « Réfractomètre d'Abbé modèle 325 », puis le taux de résidu sec soluble exprimé en degré Brix est lu sur l'échelle de cet appareil à l'intersection des zones claires et sombres [17].

-Teneur en sucres totaux : En outre, le glucose et fructose le jus de raisin contient également du saccharose C₁₂H₂₂O₁₁ que l'on peut hydrolyser en milieu acide : C₁₂H₂₂O₁₁ + H₂O → C₆H₁₂O₆ (glucose) + C₆H₁₂O₆. Les sucres totaux seront ensuite déterminés par titrage indirecte par iodométrie [18].

-Teneur en sucres réducteurs
Les sucres réducteurs ont la propriété de réduire à chaud et en milieu alcalin le sulfate de cuivre de couleur bleue en oxyde cuivreux qui donne un précipité rouge brique. $2\text{Cu}^{+2} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Il s'agit de connaître le volume de solution sucrée nécessaire pour décolorer une solution de liqueur de Fehling, à laquelle on a ajouté deux à trois gouttes de bleu de bromothymol, et qui est constamment maintenue à l'ébullition. Ce volume est inversement proportionnel à sa richesse en sucre [19, 20].

-Teneur en sucres non réducteurs : La différence entre la teneur en sucres totaux et les sucres réducteurs présents dans l'échantillon.

-Teneur en glucose : Le glucose est dosé par une solution de diiode en milieu basique et en excès (dosage en retour). Le diiode en excès est dosé par une solution d'ions thiosulfate. Le diiode en excès réapparaît si l'on acidifie le milieu réactionnel. L'oxydation du glucose est réalisée dans l'obscurité pour éviter l'oxydation d'un autre sucre, le fructose, aussi présent dans le jus [18].

-Teneur en fructose : Constitue la différence entre la teneur en glucose libre et les sucres réducteurs présents dans l'échantillon.

-Teneur en pulpes : Le principe de la méthode consiste en la centrifugation d'un certain volume de jus et la pesée de la pulpe précipitée après égouttage de surnageant. Le résultat est exprimé en % de matières fraîches [21].

-Indice de maturité : Correspond au rapport entre le taux de solides solubles et l'acidité.

3.1. Analyse statistiques

Durant cette étude, nous avons pu qualifier et/ou quantifier un grand nombre de facteurs, c'est pourquoi nous avons opté pour l'Analyse en Composantes Principales « ACP ». En effet, cette technique d'analyse statistique permet de déterminer la variabilité d'un grand nombre de facteurs, mais également d'établir l'ensemble des corrélations mathématiques existantes entre les différents facteurs, ainsi l'obtention des représentations graphiques (répartition des différents facteurs et des individus au sein de deux axes orthonormés). L'interprétation des résultats est basée sur une analyse statistique par l'utilisation d'un logiciel XLSTAT professionnel 1.1.1089 2021. L'analyse statistique consiste : (i) En une analyse de la variance à un seul facteur au seuil de 5% ; (ii) En une analyse par corrélation entre les différents paramètres physicochimiques étudiés au seuil de 5% ; (iii) En une analyse par composant principales ACP au seuil de 5% ; (iv) Et en classification ascendante hiérarchique (CAH)

RÉSULTATS

1. Caractéristiques pomologiques des raisins

Les résultats des caractéristiques physiques des raisins de différentes variétés de vigne étudiées sont résumés dans le tableau 3.

1.1. Dimensions et poids des grappes

Les caractéristiques pomologiques (longueur, largeur et poids des grappes), manifestent pour l'ensemble des variétés de raisin étudiées ;

des valeurs significativement différentes au seuil de 5%. La longueur est comprise entre (18,7 cm ± 2,46) et (24,17 cm ± 0,17) ; la largeur ou diamètre varie de (9,37cm ±1,48) à (14,89 cm ± 1,02) ; le poids oscille entre (258 g ± 46,52) et (1074,33 g ±126,33) (Tableau 3).

1.2. Dimensions et poids des baies

Les caractéristiques des baies (longueur, largeur, poids d'une baie, poids de 100 baies) pour l'ensemble des variétés de raisin, présentent des différences significatives au seuil de 5%. Elles sont comprises entre (1,37 cm ± 0,06) et (2,79 cm ± 0,11) pour la longueur ; entre (1,23 cm ± 0,01) et (2,53 cm ± 0,08) pour la largeur ; entre (1,35g ± 0,06) et (10,81 g ± 1,1) pour le poids d'une baie et entre, (134,02 ± 10,16) et (1025,66 g ± 131) pour le poids de 100 baies (Tableau 3).

1.3. Poids des graines et pellicules

Les pourcentages en poids frais des trois compartiments composant une baie de raisin à savoir la graine, la pellicule et la pulpe sont représentés en annexe (*Data supplémentaire*) ; ainsi ces derniers présentent des différences significatives et elles sont comprises respectivement entre (4,67% ± 0,58) et (7,17% ± 0,39) pour la graine ; entre (13,18% ± 0,52) et (7,99% ± 0,95) pour la pellicule et entre (80,35% ± 0,03) et (87,35 % ± 1,86) pour la pulpe. Les poids secs des graines et pellicules obtenus ainsi que les teneurs en eau associées présentent des différences significatives au seuil de 5%. Elles sont comprises respectivement entre (1,77 g ± 0,38) et (5,6 g ± 0,47) pour le poids sec des graines ; entre (2,03 g ± 0,1) et (5,13 g ± 0,29) pour le poids sec des pellicules ; entre (21,88 % ± 1,48) et (41,27% ± 0,43) ; pour la teneur en eau des graines et entre (59,04 % ± 2,44) et (75,35 % ± 0,18) pour la teneur en eau des pellicules (Tableau 3).

Tableau 3 : caractéristiques pomologiques des raisins étudiés

| Cépages | Caractères physiques « Grappes et Baies » | | | |
|-----------|---|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| | Longueur des grappes (cm) | Diamètre des grappes (cm) | Poids des grappes en g | Poids de 100 baies en g |
| Cardinal | 23,25 ± 0,87 ^{AB} | 14,55 ± 0,78 ^A | 636,34 ± 53,4 ^C | 799,22 ± 55,99 ^B |
| Gros noir | 22,23 ± 2,18 ^{AB} | 14,66 ± 1,54 ^A | 616,66 ± 77,13 ^C | 775,66 ± 57,17 ^B |
| Italia | 24,00 ± 0,57 ^A | 14,89 ± 1,02 ^A | 818,25 ± 74,95 ^B | 810,76 ± 65,79 ^B |
| Muscat | 20,50 ± 1,80 ^{AB} | 12,61 ± 1,62 ^{AB} | 532,77 ± 2,17 ^C | 653,55 ± 51,92 ^B |
| Red Globe | 24,17 ± 0,17 ^A | 14,33 ± 0,33 ^A | 1074,33 ± 126,33 ^A | 1025,66 ± 131 ^A |
| Cinsault | 18,70 ± 2,46 ^B | 10,70 ± 1,47 ^{BC} | 339,00 ± 54,06 ^D | 272,96 ± 29,39 ^C |
| Merlot | 21,00 ± 2,64 ^{AB} | 13,00 ± 1,00 ^{AB} | 386,00 ± 89,42 ^D | 163,78 ± 18,55 ^C |
| Syrah | 19,70 ± 2,46 ^{AB} | 09,37 ± 1,48 ^C | 258,00 ± 46,52 ^D | 134,02 ± 10,16 ^C |

| Caractères physiques « Grappes et Baies » | | | | |
|---|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Cépages | Longueur des baies en Cm | Largeur des baies en Cm | Rapport longueur/Largeur | Poids des baies en g |
| Cardinal | 2,45 ± 0,08 ^B | 2,35 ± 0,03 ^A | 1,05 ± 0,02 ^{CD} | 8,45 ± 0,47 ^B |
| Gros noir | 2,46 ± 0,06 ^B | 2,34 ± 0,05 ^A | 1,05 ± 0,02 ^{CD} | 8,36 ± 0,72 ^B |
| Italia | 2,74 ± 0,08 ^A | 2,19 ± 0,02 ^A | 1,25 ± 0,05 ^{AB} | 8,48 ± 0,26 ^B |
| Muscat | 2,68 ± 0,19 ^A | 2,05 ± 0,16 ^{AB} | 1,32 ± 0,21 ^A | 6,94 ± 0,85 ^C |
| Red Globe | 2,79 ± 0,11 ^A | 2,53 ± 0,08 ^A | 1,10 ± 0,01 ^{CD} | 10,81 ± 1,1 ^A |
| Cinsault | 1,92 ± 0,11 ^C | 1,65 ± 0,08 ^B | 1,16 ± 0,01 ^{BC} | 3,24 ± 0,5 ^D |
| Merlot | 1,39 ± 0,06 ^D | 1,42 ± 0,06 ^B | 0,98 ± 0,02 ^D | 1,77 ± 0,14 ^E |
| Syrah | 1,37 ± 0,06 ^D | 1,23 ± 0,01 ^B | 1,11 ± 0,04 ^{CD} | 1,35 ± 0,06 ^E |

| Caractères physiques « Graines et Pellicules » | | | | |
|--|---|---------------------------------------|--|---------------------------------|
| Cépages | Poids frais ; graines (g/100g de baies) | Poids sec ; graines (g/100g de baies) | Poids frais ; pellicules (g/100g de baies) | Poids sec ; pellicules (g/100g) |
| Cardinal | 7,03 ± 0,87 ^A | 5,48 ± 0,69 ^A | 8,24 ± 0,47 ^C | 2,03 ± 0,1 ^C |
| Gros noir | 6,56 ± 1,15 ^A | 4,99 ± 0,87 ^{AB} | 11,32 ± 0,15 ^{AB} | 3,33 ± 0,22 ^B |
| Italia | 4,66 ± 0,95 ^B | 3,51 ± 0,79 ^B | 7,99 ± 0,95 ^C | 2,13 ± 0,16 ^C |
| Muscat | 2,51 ± 0,61 ^C | 1,77 ± 0,38 ^C | 10,51 ± 0,28 ^B | 3,24 ± 0,09 ^B |
| Red Globe | 7,17 ± 0,39 ^A | 4,20 ± 0,26 ^{AB} | 12,50 ± 0,42 ^A | 3,22 ± 0,3 ^B |
| Cinsault | 7,35 ± 0,61 ^A | 5,60 ± 0,47 ^A | 9,00 ± 0,34 ^C | 3,02 ± 0,22 ^B |
| Merlot | 4,67 ± 0,58 ^B | 3,56 ± 0,5 ^B | 12,35 ± 1,81 ^A | 5,07 ± 0,92 ^A |
| Syrah | 4,72 ± 0,36 ^B | 3,54 ± 0,27 ^B | 13,18 ± 0,52 ^A | 5,13 ± 0,29 ^A |

2. Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques des jus de raisin

Les résultats des analyses physico-chimiques des jus de raisins de différentes variétés de vigne étudiées sont résumés dans le tableau 4.

2.1. Teneur en eau et rendement en jus

Les valeurs moyennes de l'humidité et du rendement en jus des échantillons analysés varient respectivement de (78,83% ± 1,71) à (85,72% ± 0,01) pour la teneur en eau et de (59,83% ± 1,63) à (67,05% ± 0,85) pour le rendement en jus. En effet, une différence significative ($p \leq 0,05$) a été constatée et les tests de comparaison entre les moyennes permettent de distinguer différents groupes homogènes (Tableau 4).

2.2. Teneur en cendres, conductivité électrique et teneur en Fer

Les valeurs moyennes des cendres, conductivités électriques et teneur en Fer, des jus analysés sont comprises respectivement entre (0,073% ± 0,018) et (0,38% ± 0,051) pour les cendres, entre (1605 µs/Cm ± 160) et (2500 µs/Cm ± 145) pour les valeurs de la conductivité électrique et entre (2,55 mg/kg ± 0,35) et (6,93 mg/kg ± 0,63) pour la teneur en Fer.

L'analyse de la variance ($p \leq 0,05$) pour les trois paramètres révèle l'existence d'une différence significative entre les variétés de jus de raisin étudiées ; les tests de comparaison des moyennes permettent de distinguer différents groupes homogènes (Tableau 4).

2.3. Taux de solides solubles, densité et teneur en pulpes

Le total des solides solubles ou le Brix des différents jus de raisin analysés varie de manière significative et oscille entre (14,75% ± 0,25) et (21,75% ± 1,39). De même pour les densités et les teneurs en pulpe sont significativement différentes ($p < 0,05$) ; elles varient respectivement de (1066 ± 4) à (1092 ± 4) pour les densités et de (9,71% ± 0,03) à (14,07% ± 0,27) pour les pulpes (tableau 4).

2.4. Acidité, pH et indice de maturité

Les valeurs de l'acidité, du pH et de l'indice de maturité des jus de raisin étudiés présentent des différences significatives au seuil de 5% ; elles sont comprises entre ; (3,06 g/l ± 0,14) et (6,44 g/l ± 0,16) pour l'acidité, entre (3,30 ± 0,01) et (4,14 ± 0,05) pour le pH, et entre (30,68 ± 1,02) et (57,22 ± 0,99) pour l'indice de maturité (tableau 4).

Tableau 4 : caractéristiques physico-chimiques des jus de raisin de différentes variétés étudiées

| Caractéristiques physico-chimiques | | | | |
|------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Cépages | Rendement en jus Jus % | Teneur en eau eau % | Teneur en cendres % | Conductivité électrique µs/Cm |
| Cardinal | 61,89± 1,76 ^B | 83,50 ± 1,36 ^{AB} | 0,14 ± 0,024 ^C | 1762 ± 181 ^{BC} |
| Gros noir | 67,05 ± 0,85 ^A | 83,37 ± 0,67 ^{AB} | 0,26 ± 0,026 ^B | 2199 ± 80 ^{AB} |
| Italia | 64,92 ± 1,71 ^A | 83,19 ± 0,93 ^{AB} | 0,25 ± 0,03 ^B | 1665 ± 160 ^C |
| Muscat | 64,94 ± 0,82 ^A | 79,74 ± 3,35 ^C | 0,38 ± 0,051 ^A | 2500 ± 145 ^A |
| Red Globe | 66,83 ± 0,5 ^A | 85,72 ± 0,01 ^A | 0,23 ± 0,033 ^B | 1870 ± 185 ^{BC} |
| Cinsault | 59,83 ± 1,63 ^B | 78,83 ± 1,71 ^C | 0,073 ± 0,018 ^D | 1645 ± 160 ^C |
| Merlot | 61,33 ± 1,15 ^B | 79,64 ± 0,15 ^C | 0,097 ± 0,018 ^D | 1625 ± 140 ^C |
| Syrah | 62,28 ± 1,64 ^B | 81,70 ± 1,04 ^{BC} | 0,075 ± 0,002 ^D | 1605 ± 160 ^C |
| Caractéristiques physico-chimiques | | | | |
| Cépages | Teneur en Fer | Densité | Teneur en | pH |
| Cardinal | 6,93 ± 0,63 ^A | 1070 ± 1 ^D | 13,41 ± 0,23 ^{AB} | 3,53 ± 0,35 ^{CD} |
| Gros noir | 5,71 ± 0,31 ^B | 1080 ± 4 ^{BC} | 10,89 ± 0,46 ^D | 3,85 ± 0,08 ^B |
| Italia | 3,70 ± 0,54 ^C | 1074 ± 4 ^{CD} | 12,12 ± 0,22 ^C | 4,14 ± 0,05 ^A |
| Muscat | 5,75 ± 0,53 ^B | 1092 ± 4 ^A | 14,07 ± 0,27 ^A | 3,71 ± 0,03 ^{BC} |
| Red Globe | 5,21 ± 0,61 ^B | 1066 ± 4 ^D | 9,71 ± 0,03 ^E | 3,81 ± 0,21 ^B |
| Cinsault | 3,72 ± 0,14 ^C | 1089 ± 2 ^{AB} | 13,92 ± 0,64 ^A | 3,53 ± 0,09 ^{CD} |
| Merlot | 2,58 ± 0,37 ^D | 1088 ± 4,3 ^{AB} | 13,44 ± 0,48 ^{AB} | 3,40 ± 0,06 ^D |
| Syrah | 2,55 ± 0,35 ^D | 1082 ± 5 ^{BC} | 12,83 ± 0,40 ^{BC} | 3,30 ± 0,01 ^D |
| Caractéristiques physico-chimiques | | | | |
| Cépages | Acidité titrable g/L | Taux de solide solubles °Brix | Indice de maturité (TTS/A) | |
| Cardinal | 3,90 ± 0,26 ^{BC} | 16,50 ± 1,00 ^B | 42,51 ± 4,92 ^B | |
| Gros noir | 3,76 ± 0,22 ^{BC} | 17,00 ± 0,50 ^B | 45,30 ± 2,62 ^B | |
| Italia | 3,06 ± 0,14 ^C | 17,50 ± 0,50 ^B | 57,22 ± 0,99 ^A | |
| Muscat | 3,76 ± 0,2 ^{BC} | 20,50 ± 1,50 ^A | 54,69 ± 5,83 ^A | |
| Red Globe | 3,36 ± 0,2 ^C | 14,75 ± 0,25 ^C | 44,02 ± 3,24 ^B | |
| Cinsault | 4,68 ± 0,12 ^B | 20,30 ± 1,13 ^A | 43,43 ± 3,54 ^B | |
| Merlot | 6,00 ± 0,2 ^A | 21,75 ± 1,39 ^A | 36,22±1,13 ^{BC} | |
| Syrah | 6,44 ± 0,16 ^A | 19,75 ± 0,25 ^A | 30,68±1,02 ^C | |

2.5. Teneur en sucres des jus extraits

Les résultats des teneurs en sucres des jus de raisins étudiés sont résumés dans le tableau 6. Le total des sucres solubles des différents jus de raisin analysés varie de manière significative ($p \leq 0,05$) et oscille entre (12,72% ± 0,01) et (16,79% ± 0, 11). Tout comme les teneurs en sucres totaux, celles des sucres réducteurs et non réducteurs présentent quant à elles des différences significatives au seuil de 5% ; elles varient respectivement de (12,31% ± 0,26) à (15,11% ± 0,82) pour le premier paramètre et de

(0,42% ± 0,23) et (2,73% ± 0,38) pour le second paramètre (tableau 5, Fig. 3).

Les résultats des teneurs en glucose et fructose ; varient de manière significative au seuil de 5% et oscillent respectivement de (6,09% ± 0,13) à (7,45 % ± 0,57) et de (6,21 % ± 0,14) à (7,66 % ± 0,24), pour un rapport glucose/fructose de l'ordre 0,98 et 0,97 % (tableau 5, Fig. 3). En outre Les rapports sucres totaux (ST) et acidité (A) sont significativement différents ; ils sont compris entre (23,77 ± 1,29) et (49,21 ± 0,42) (tableau 5).

Tableau 5: Teneur en sucres des jus de raisin de différentes variétés étudiées

| Cépages | Teneur en sucres | | |
|-----------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| | Teneur en Sucres totaux % | Teneur en Sucres réducteurs % | Teneur en Sucres non réducteurs % |
| Cardinal | 14,04 ± 0,68 ^C | 13,27 ± 00 ^{BC} | 0,77 ± 0,36 ^{DE} |
| Gros noir | 14,93 ± 0,37 ^B | 13,42 ± 0,47 ^{BC} | 1,51 ± 0,36 ^{BC} |
| Italia | 15,06 ± 0,56 ^B | 14,18 ± 0,27 ^{AB} | 0,88 ± 0,29 ^{DE} |
| Muscat | 16,36 ± 0,76 ^A | 15,11 ± 0,82 ^A | 1,25 ± 0,11 ^{CD} |
| Red Glob | 12,72 ± 0,01 ^D | 12,31 ± 0,26 ^C | 0,42 ± 0,23 ^E |
| Cinsault | 16,79 ± 0,11 ^A | 14,06 ± 0,57 ^{AB} | 2,73 ± 0,38 ^A |
| Merlot | 16,01 ± 0,32 ^{AB} | 14,38 ± 0,07 ^{AB} | 1,63 ± 0,25 ^{BC} |
| Syrah | 15,31 ± 0,45 ^B | 13,20 ± 0,79 ^{BC} | 2,10 ± 0,34 ^B |

| Cépages | Teneur en sucres | | |
|-----------|---------------------------|---------------------------|--|
| | Teneur en Glucose % | Teneur en Fructose % | ST g.l ⁻¹ / A g.l ⁻¹ |
| Cardinal | 6,63 ± 00 ^{BC} | 6,64 ± 0,01 ^{BC} | 36,00 ± 3,98 ^C |
| Gros noir | 6,64 ± 0,24 ^{BC} | 6,77 ± 0,23 ^{BC} | 39,70 ± 3,34 ^{BC} |
| Italia | 6,64 ± 0,38 ^{BC} | 7,55 ± 0,65 ^A | 49,21 ± 0,42 ^A |
| Muscat | 7,45 ± 0,57 ^A | 7,66 ± 0,24 ^A | 43,51 ± 3,75 ^B |
| Red Glob | 6,09 ± 0,13 ^C | 6,21 ± 0,14 ^C | 37,85 ± 2,16 ^C |
| Cinsault | 6,97 ± 0,28 ^{AB} | 7,08 ± 0,30 ^{AB} | 35,88 ± 1,14 ^C |
| Merlot | 7,14 ± 0,03 ^{AB} | 7,24 ± 0,08 ^{AB} | 26,68 ± 0,37 ^D |
| Syrah | 6,55 ± 0,41 ^{BC} | 6,67 ± 0,39 ^{BC} | 23,77 ± 1,29 ^D |

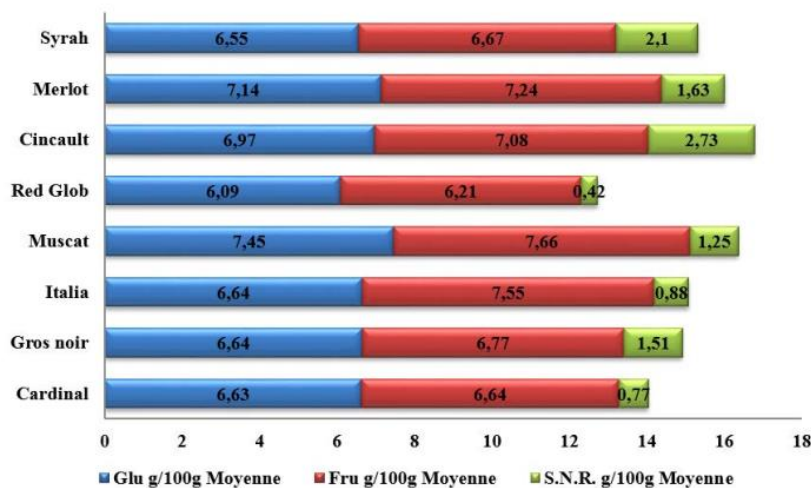


Figure 3 : Teneur en sucres des jus de raisin de différentes variétés étudiées

3. Corrélations

3.1. Caractéristiques pomologiques des raisins

- *Analyse en composantes principales (ACP)*

Une analyse par composante principale (ACP) est réalisée en considérant les différents paramètres pomologiques étudiés et les variétés de raisins en question. L'ACP montre que 74,94 % de la variance totale est représentée sur les axes F1 et F2, avec 52,09 % pour l'axe F1 et 22,86% pour l'axe F2 (Fig. 4 et Fig. 5).

Le premier cercle d'ACP caractérise les variables étudiées (Fig. 4) ; en effet 52,09% de l'information est portée sur l'axe F1 expliquant les corrélations positives ; regroupant les descripteurs pomologiques caractérisant le poids, dimensions des grappes et baies de raisin. Sur le même axe une deuxième corrélation positive est enregistrée entre la teneur en pulpe et le rapport longueur (L) et largeur (l) des baies de raisin avec un coefficient de corrélation « r² » de 0,624 (tableau 6).

Ce groupe de corrélation positive s'oppose à un paramètre ; le poids sec des pellicules, porté sur l'axe F2 représentant 22,86% de l'information. Ce paramètre présente une corrélation négative avec les descripteurs pomologiques caractérisant les grappes, baies de raisin et la teneur en pulpe ; en cite ; la longueur, largeur et poids des baies en premier degré suivie par ceux des grappes en deuxième degré, avec des coefficients de corrélation respectifs « r^2 » de -0,780, -0,734, -0,714, -0,469, -0,554, -0,552 et -0,499. Une autre corrélation négative s'opère entre le poids des graines et le rapport L/l des baies de raisin avec un coefficient de corrélation « r^2 » de -0,477 (tableau 6).

Le second cercle d'ACP caractérisant les observations (Fig. 5 et Fig. 6), classe les variétés de raisin étudiées en trois groupes distincts d'où moins pour les paramètres étudiés ; deux groupes sont répartis sur l'axe F1 qui porte 52,09% de l'information, ses deux derniers appartiennent aux cépages de table ; composés des variétés Gros noir, Cardinal et Red globe pour le premier groupe et des cépages Muscat et Italia pour le second groupe. Le troisième groupe est composé des variétés de raisin de cuve ; Cinsault, Merlot et Syrah, se trouve sur le deuxième axe F2 portant 22,86% de total de l'information.

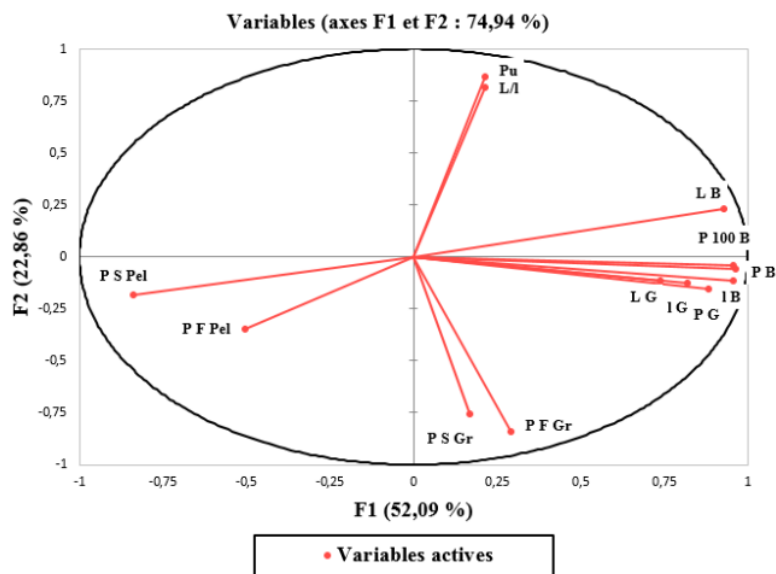


Figure 4 : Cercle des corrélations entre les paramètres pomologiques étudiés

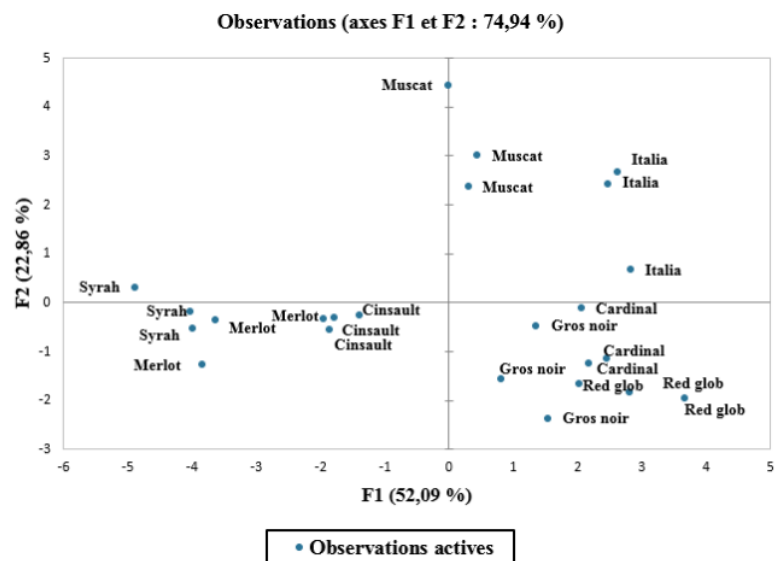


Figure 5 : Carte factorielle de l'ensemble des observations.

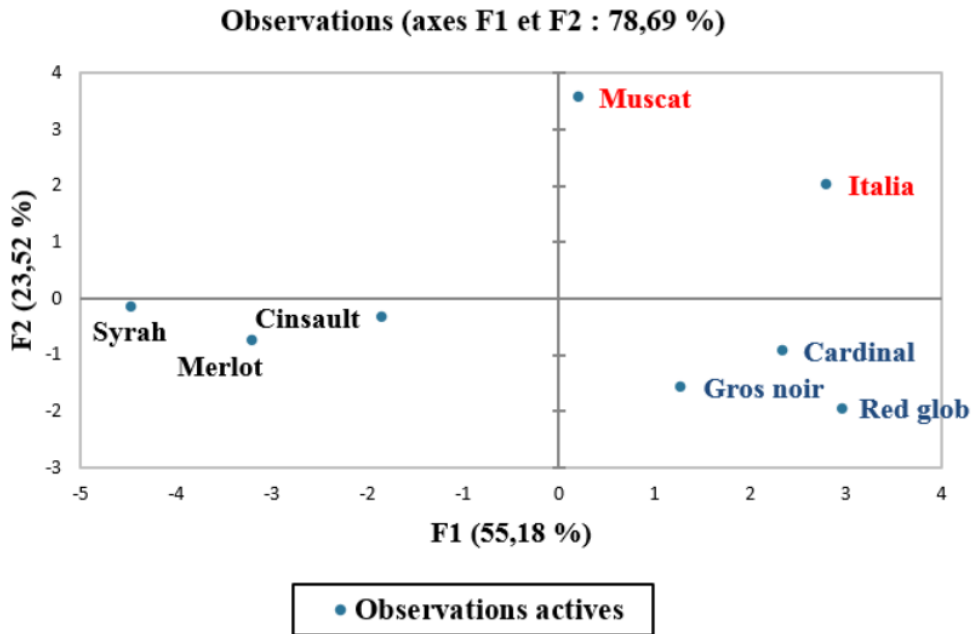


Figure 6 : Carte factorielle des valeurs moyennes en descripteurs pomologiques des observations.

Tableau 6 : Matrice des corrélations entre les descripteurs pomologiques étudiés

| Variables | LG | IG | PG | LB | IB | L/l | PB | P100B | PFGr | PSGr | PFPeI | PSPeI | P% |
|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| L G | 1 | 0,799 | 0,760 | 0,530 | 0,621 | -0,083 | 0,662 | 0,674 | 0,157 | 0,039 | -0,228 | -0,469 | 0,079 |
| I G | 0,799 | 1 | 0,757 | 0,646 | 0,766 | -0,103 | 0,749 | 0,743 | 0,200 | 0,129 | -0,321 | -0,554 | 0,126 |
| P G | 0,760 | 0,757 | 1 | 0,799 | 0,844 | 0,114 | 0,893 | 0,897 | 0,298 | 0,067 | -0,157 | -0,552 | -0,077 |
| L B | 0,530 | 0,646 | 0,799 | 1 | 0,917 | 0,484 | 0,938 | 0,936 | 0,078 | -0,055 | -0,435 | -0,780 | 0,303 |
| I B | 0,621 | 0,766 | 0,844 | 0,917 | 1 | 0,100 | 0,985 | 0,976 | 0,339 | 0,191 | -0,344 | -0,734 | 0,049 |
| L/l | -0,083 | -0,103 | 0,114 | 0,484 | 0,100 | 1 | 0,177 | 0,191 | -0,497 | -0,495 | -0,343 | -0,354 | 0,624 |
| P B | 0,662 | 0,749 | 0,893 | 0,938 | 0,985 | 0,177 | 1 | 0,997 | 0,271 | 0,100 | -0,305 | -0,714 | 0,064 |
| P 100 B | 0,674 | 0,743 | 0,897 | 0,936 | 0,976 | 0,191 | 0,997 | 1 | 0,247 | 0,074 | -0,295 | -0,702 | 0,072 |
| PF Gr | 0,157 | 0,200 | 0,298 | 0,078 | 0,339 | -0,497 | 0,271 | 0,247 | 1 | 0,945 | -0,132 | -0,297 | -0,582 |
| P S Gr | 0,039 | 0,129 | 0,067 | -0,055 | 0,191 | -0,495 | 0,100 | 0,074 | 0,945 | 1 | -0,278 | -0,306 | -0,424 |
| P F PeI | -0,228 | -0,321 | -0,157 | -0,435 | -0,344 | -0,343 | -0,305 | -0,295 | -0,132 | -0,278 | 1 | 0,859 | -0,729 |
| P S PeI | -0,469 | -0,554 | -0,552 | -0,780 | -0,734 | -0,354 | -0,714 | -0,702 | -0,297 | -0,306 | 0,859 | 1 | -0,499 |
| Pu | 0,079 | 0,126 | -0,077 | 0,303 | 0,049 | 0,624 | 0,064 | 0,072 | -0,582 | -0,424 | -0,729 | -0,499 | 1 |

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0,05

LG : Longueur des grappes, IG : Largeur des grappes, PG : Poids des grappes, LB : Longueur des baies, IB : Largeur des baies, PB : Poids des baies, PFGr : Poids frais des grappes, PSGr : Poids secs des grappes, PFPeI : Poids frais des pellicules, PSPeI : Poids secs des pellicules, Pu : Pulpes

• **Classification hiérarchique ascendante (CAH)**

La classification hiérarchique ascendante (Fig. 7 et Fig. 8) des variétés de raisin étudiées suivant les paramètres pomologiques, nous a permis de confirmer les remarques soulevée par l'ACP; ainsi on a distingué deux grand ensembles de variétés ;

le premier regroupe les cépages de cuve ; Cinsault, Merlot et Syrah et le second regroupe les cépages de table ; Red globe, Muscat, Gros noir, Italia et Cardinal. Contrairement à l'ACP ; dans le second ensemble regroupant les raisins de table en qualifié la variété Red globe en tant que groupe à part et en rassemble les autres ; Cardinal, Gros noir, Italia et Muscat en un autre groupe.

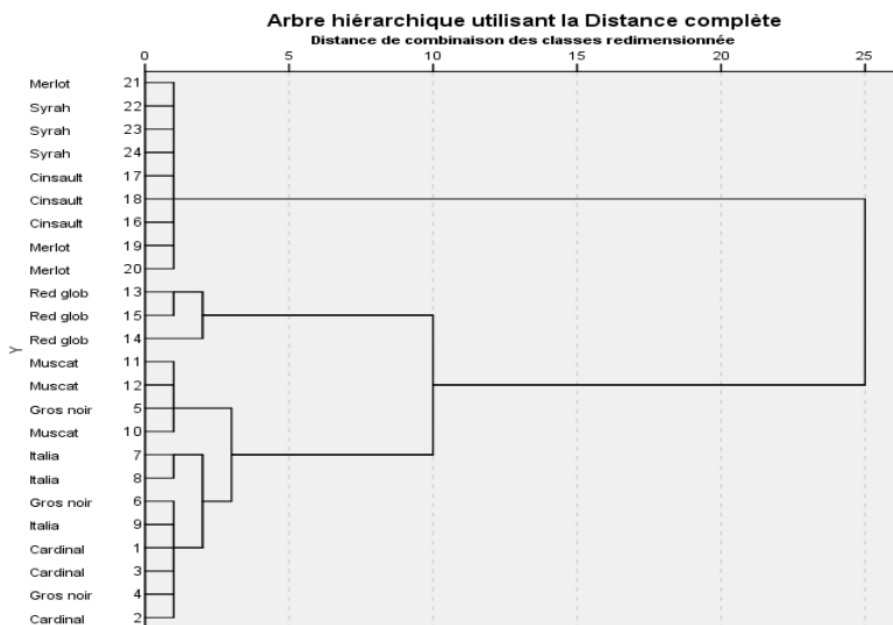


Figure 7 : Classification hiérarchique ascendante de l'ensemble des observations

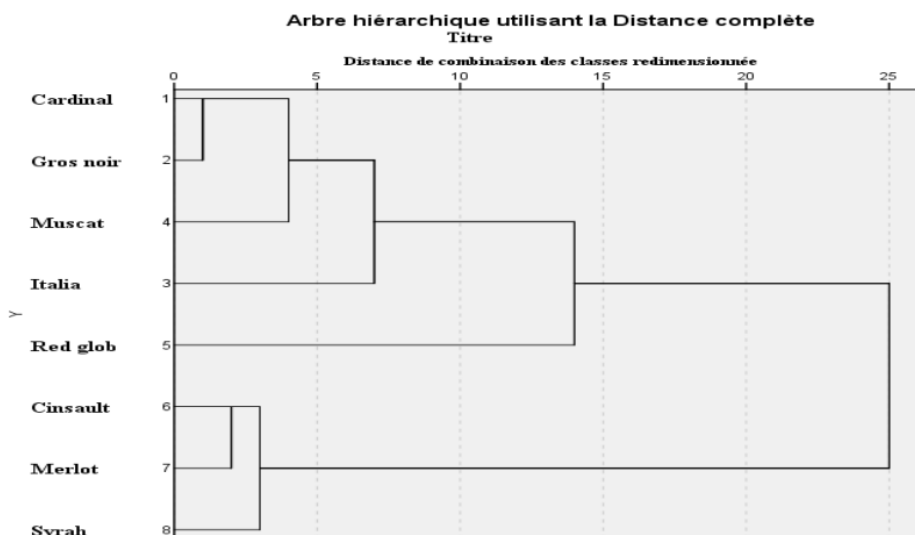


Figure 8 : Classification hiérarchique ascendante des valeurs moyenne en descripteurs pomologiques des observations.

3.2. Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques des jus de raisin analysés

- **Analyse en composantes principales (ACP)**
Une Analyse par Composante Principale (ACP) est réalisée en considérant les différents paramètres

physico-chimiques et biochimiques étudiés et les variétés de jus en question. L'ACP montre que 76,52% de la variance totale est représentée sur les axes F1 et F2, avec 46,52% pour l'axe 1 et 30,00% pour l'axe F2 (Fig. 10 et Fig. 11).

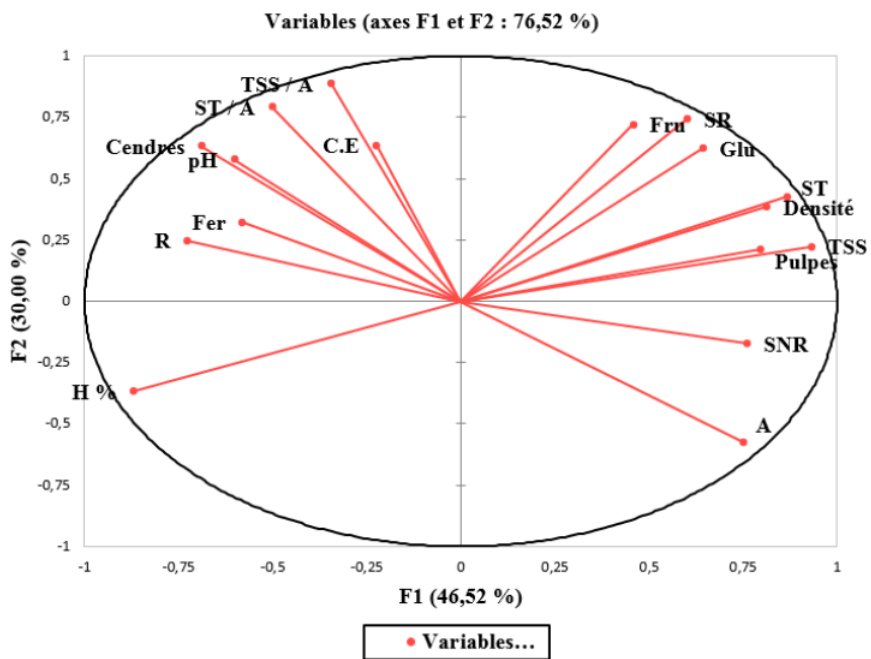


Figure 10: ACP ; Cercle des corrélations entre les paramètres physico-chimiques étudiés.

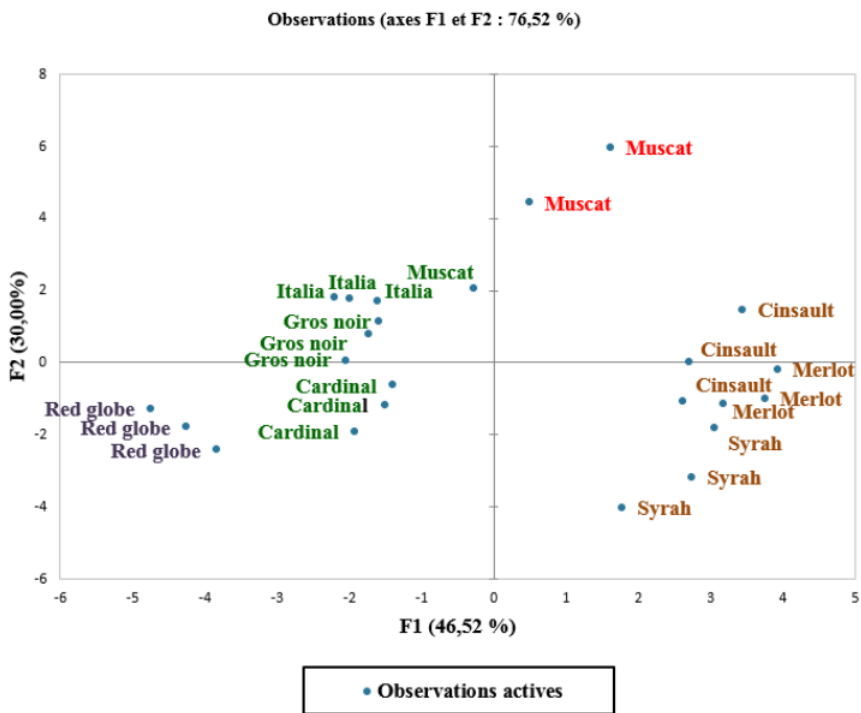


Figure 11 : Carte factorielle de l'ensemble des observations.

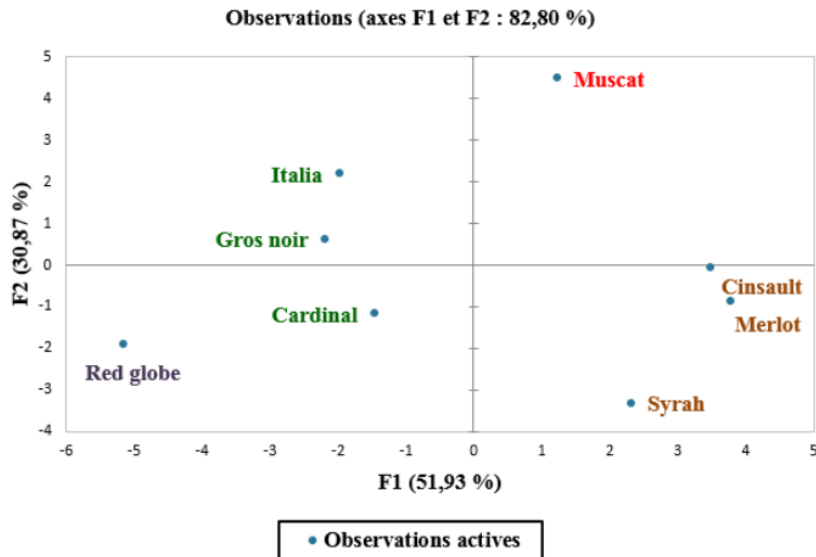


Figure 12 : Carte factorielle des valeurs moyennes en paramètres physico-chimiques des observations.

Le premier cercle d'ACP caractérise les variables étudiées (Fig. 10) ; en effet 46,52% de l'information est portée sur l'axe F1 expliquant les corrélations, ainsi deux principales corrélations positives ont été remarquées ; la première rassemblant ; les pulpes, les densités, les sucres et les taux de solides solubles TSS, tandis que la seconde regroupe ; la conductivité électrique, le fer, les cendres, le pH et les ratios TSS/A et ST/A. Ses deux groupes de corrélations positives s'opposent respectivement à deux paramètres ; la teneur en eau et l'acidité portés sur l'axe F2 représentant 30% de l'information ; avec des coefficients de corrélation « r² » respectivement de l'ordre de -698, -863, -893 et -900 pour le premier paramètre,

et de -0,415, -0,661, -0,781, - 0,826, -0,832 et - 0,920 pour le second paramètre (tableau 7). Le second cercle d'ACP caractérisant les observations (Fig. 11 et Fig. 12), classe les variétés de jus de raisin étudiées en quatre groupes distincts d'où moins pour les paramètres étudiés ;
 -Le groupe A en marron rassemble les jus extraits de raisins de cuve ; Syrah, Merlot et Cinsault ;
 -Le groupe B en vert s'oppose au groupe A ; rassemble les jus extraits de cépages de table ; Italia, Gros noir et Cardinal ;
 -Le groupe C en violet regroupe les échantillons de jus de raisins appartenant au cépage Red globe ;
 -Le groupe D en rouge concerne les échantillons de jus de raisin appartenant à la variété Muscat ;

Tableau 7 : Matrice des corrélations entre les paramètres physico-chimiques étudiés

| Variables | H | Cendre | C.E | Fer | Densité | Pulpes | A | pH | TSS | TSS / A | ST | SR | SNR | Glu | Fru | ST / A | R |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| H | 1 | 0,362 | -0,063 | 0,345 | -0,863 | -0,698 | -0,423 | 0,293 | -0,900 | -0,039 | -0,893 | -0,762 | -0,602 | -0,839 | -0,554 | 0,149 | 0,598 |
| Cendre | 0,362 | 1 | 0,748 | 0,586 | -0,218 | -0,484 | -0,787 | 0,707 | -0,439 | 0,737 | -0,348 | 0,037 | -0,640 | -0,029 | 0,092 | 0,751 | 0,786 |
| C.E | -0,063 | 0,748 | 1 | 0,631 | 0,267 | -0,061 | -0,415 | 0,263 | -0,006 | 0,492 | 0,047 | 0,253 | -0,209 | 0,326 | 0,141 | 0,431 | 0,470 |
| Fer | 0,345 | 0,586 | 0,631 | 1 | -0,323 | -0,172 | -0,661 | 0,266 | -0,526 | 0,401 | -0,412 | -0,155 | -0,512 | -0,050 | -0,224 | 0,464 | 0,375 |
| Densité | -0,863 | -0,218 | 0,267 | -0,323 | 1 | 0,633 | 0,434 | -0,280 | 0,871 | 0,004 | 0,881 | 0,702 | 0,661 | 0,758 | 0,527 | -0,165 | -0,384 |
| Pulpes | -0,698 | -0,484 | -0,061 | -0,172 | 0,633 | 1 | 0,406 | -0,456 | 0,711 | -0,060 | 0,740 | 0,640 | 0,496 | 0,637 | 0,536 | -0,190 | -0,711 |
| A | -0,423 | -0,787 | -0,415 | -0,661 | 0,434 | 0,406 | 1 | -0,826 | 0,631 | -0,832 | 0,382 | 0,042 | 0,617 | 0,149 | -0,059 | -0,920 | -0,549 |
| pH | 0,293 | 0,707 | 0,263 | 0,266 | -0,280 | -0,456 | -0,826 | 1 | -0,413 | 0,830 | -0,215 | 0,026 | -0,443 | -0,147 | 0,175 | 0,877 | 0,489 |
| TSS | -0,900 | -0,439 | -0,006 | -0,526 | 0,871 | 0,711 | 0,631 | -0,413 | 1 | -0,130 | 0,887 | 0,715 | 0,651 | 0,717 | 0,588 | -0,339 | -0,557 |
| TSS / A | -0,039 | 0,737 | 0,492 | 0,401 | 0,004 | -0,060 | -0,832 | 0,830 | -0,130 | 1 | 0,095 | 0,426 | -0,374 | 0,265 | 0,496 | 0,967 | 0,347 |
| ST | -0,893 | -0,348 | 0,047 | -0,412 | 0,881 | 0,740 | 0,382 | -0,215 | 0,887 | 0,095 | 1 | 0,813 | 0,725 | 0,752 | 0,724 | -0,051 | -0,475 |
| SR | -0,762 | 0,037 | 0,253 | -0,155 | 0,702 | 0,640 | 0,042 | 0,026 | 0,715 | 0,426 | 0,813 | 1 | 0,194 | 0,900 | 0,918 | 0,265 | -0,212 |
| SNR | -0,602 | -0,640 | -0,209 | -0,512 | 0,661 | 0,496 | 0,617 | -0,443 | 0,651 | -0,374 | 0,725 | 0,194 | 1 | 0,210 | 0,138 | -0,426 | -0,543 |
| Glu | -0,839 | -0,029 | 0,326 | -0,050 | 0,758 | 0,637 | 0,149 | -0,147 | 0,717 | 0,265 | 0,752 | 0,900 | 0,210 | 1 | 0,654 | 0,096 | -0,328 |
| Fru | -0,554 | 0,092 | 0,141 | -0,224 | 0,527 | 0,536 | -0,059 | 0,175 | 0,588 | 0,496 | 0,724 | 0,918 | 0,138 | 0,654 | 1 | 0,370 | -0,063 |
| ST / A | 0,149 | 0,751 | 0,431 | 0,464 | -0,165 | -0,190 | -0,920 | 0,877 | -0,339 | 0,967 | -0,051 | 0,265 | -0,426 | 0,096 | 0,370 | 1 | 0,440 |
| R | 0,598 | 0,786 | 0,470 | 0,375 | -0,384 | -0,711 | -0,549 | 0,489 | -0,557 | 0,347 | -0,475 | -0,212 | -0,543 | -0,328 | -0,063 | 0,440 | 1 |

Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0,05

H : Humidité, CE : Conductivité électrique, TSS : Taux de solide soluble, A : Acidité, ST : Sucres totaux, SR : Sucres réducteurs, SNR : Sucres non réducteurs, Glu : Glucose, Fru : Fructose, R : Rendement en jus

• **Classification hiérarchique ascendante (CAH) :**

La classification hiérarchique ascendante (Fig. 13 et Fig. 14) des jus des variétés de raisin étudiées suivant les paramètres physico-chimiques, nous a permis de confirmer les remarques soulevée par l'ACP ; ainsi ont distingué deux grand ensembles de variétés ; le premier regroupe les cépages de cuve ;

Cinsault, Merlot et Syrah avec la possibilité de rassembler les deux cépages Syrah et Merlot en un seul groupe (Fig. 13 et Fig. 14).

Dans le second ensemble regroupant les raisins de table en qualifié les jus des variétés ; Red globe, Muscat et Italia en tant que trois sous-groupes à part et en rassemble les jus des cépages ; Cardinal et Gros noir, en un autre sous-groupe (Fig. 13 et Fig. 14).

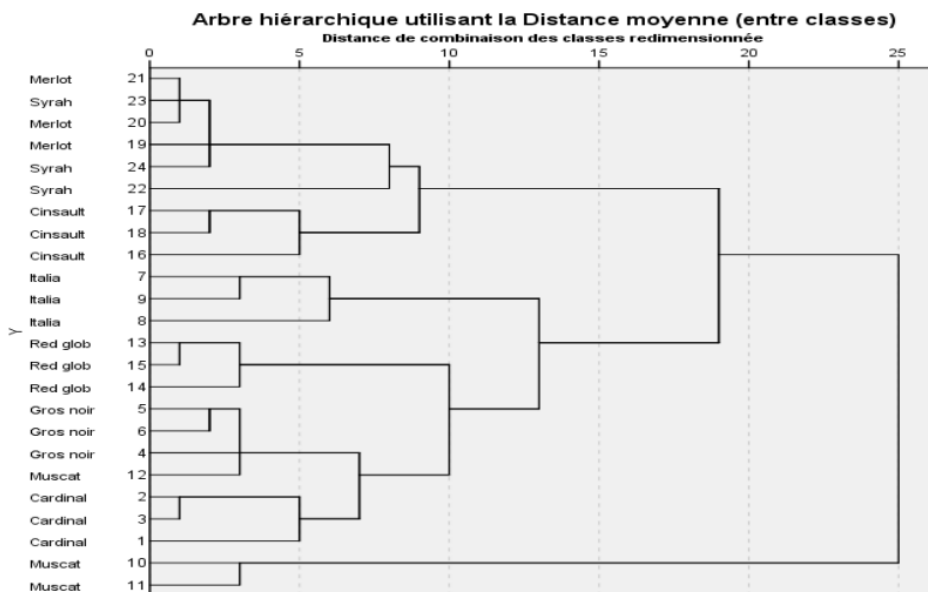


Figure 13 : Classification hiérarchique ascendante de l'ensemble des observations

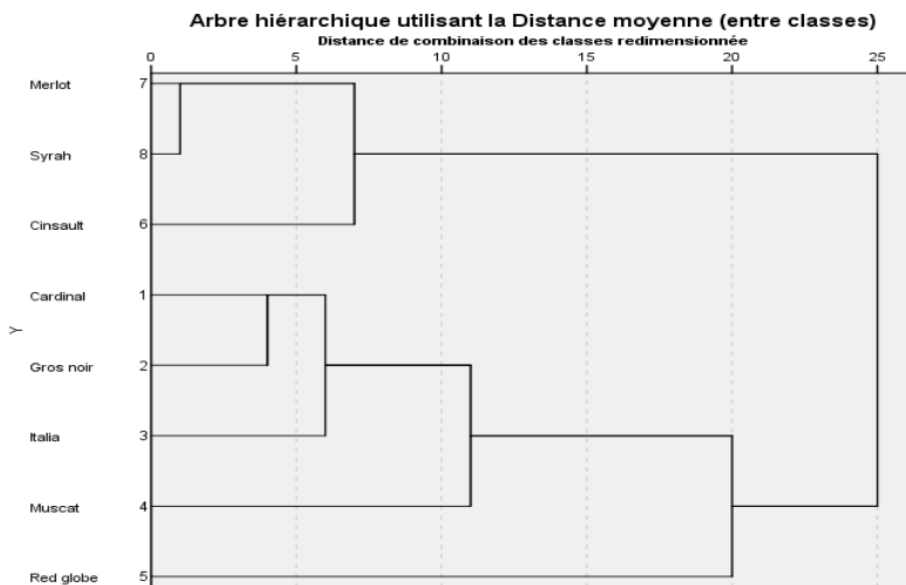


Figure 14 : Classification hiérarchique ascendante des valeurs moyenne en paramètres physico-chimiques des observations.

DISCUSSION

1. Caractéristiques pomologiques des raisins étudiés**1.1. Dimensions et poids des grappes**

Les variétés étudiées possèdent des grappes dont la longueur variée de 18,7 à 24,17 cm, la largeur ou diamètre varie de 9,37 à 14,89 et le poids oscille entre 258 g et 1074,33 (tableau 3). Ribereau-Gayon & Peynaude [22] évoquent que les grappes de raisin sont toujours petites chez les espèces sauvages et plus ou moins grandes chez les variétés cultivées. Selon Joly [23], la longueur varie de 6 à 24 cm et le poids de 100 à 500g. Notons que parfois, chez quelques raisins de table (Dattier de Beyrouth, Dabouki, Sabelle etc...), le poids de la grappe peut largement dépasser 1 kg [24]. Selon Agrolib [25], une variété, peut être définie souvent à la base des caractéristiques d'une grappe. Ainsi en fonction du type de raisin, sa longueur peut atteindre 10 cm et moins (petit), jusqu'à 18 cm (moyen), jusqu'à 26 cm (grand) et au-dessus de cette taille - très grande [25]. Sur cette base nous déduisons que nos variétés possèdent des grappes grandes. Agouazi & Amir [26], dans la caractérisation pomologique et physico-chimique de cépages de *Vitis vinifera ssp vinifera* autochtones d'Algérie enregistre des poids variant de 119,86 g (Chaouche) et 696,42 g (Valenci Noire).

Selon Reynier [1], Ribereau-Gayon & Peynaude [22] et Santiago et al. [27] ; il est très difficile de dresser la description d'une grappe-type pour chaque cépage, ce qui rend pratiquement impossible l'établissement d'une classification des cépages à partir des caractères provenant uniquement de grappes. Néanmoins, on peut retenir les éléments suivants : la dimension, la forme (cylindrique, tronconique) et la compacité des grappes (lâche, compacte, boudinée). Shellie [28], note que le stress hydrique affecte certains paramètres agronomiques du raisin tels que le poids des grappes, le poids des baies et le rendement.

1.2. Dimensions et poids des baies

Le poids de 100 baies est une composante de production à partir de laquelle nous pouvons évaluer les performances d'un cépage aussi bien sur le plan quantitatif que qualitatif. Selon Galet [24], on peut apprécier la dimension des baies par le poids de 100 baies, ce qui permet de faire 5 classes :

Baies très petites : Le poids des 100 baies est moins de 35 g ;

Baies petites : Le poids des 100 baies est de 36 g à 111 g ;

Baies moyennes : Le poids des 100 baies est de 111 g à 300 g ;

Baies grosses : Le poids des 100 baies est de 331g à 700g.

Baies très grosses : Le poids des 100 baies dépasse les 700 g.

On s'appuyant sur cette classification et les résultats obtenus pour ce paramètre, nous avons pu établir 3 groupes de cépages distincts : (i) Un premier groupe, à baies moyennes ; rassemble les cépages de cuves à savoir ; la Syrah, le Merlot et le Cinsault, enregistrant respectivement des poids moyens de 100 baies de (134,02 g ± 10,16), (163,78 g ± 18,55) et (272,96 g ± 29,39) ; (ii) Un deuxième groupe à grosse baies était la caractéristique d'un seul cépage de table ; le Muscat avec un poids moyen de 100 baies de l'ordre de (653,55 g ± 51,92) ; (iii) Un troisième groupe, qualifié de baies très grosses ; rassemblant le reste des cépages de table étudiés à savoir ; Le Gros noir, le Cardinal, l'Italia et le Red globe, enregistrant respectivement des poids moyens de 100 baies de (775,66 g ± 57,17), (799,22 g ± 55,99), (810,76 g ± 65,79) et (1025,66 g ± 131) (Tableau 3).

Le poids moyen d'une baie à maturité est un facteur important de la qualité de la vendange puisqu'il intervient dans le rapport surface/volume des grains : plus le poids (et donc le volume) de la baie est faible, plus la contribution des pellicules dans le poids de la baie est élevé [29]. Cela est important pour la vinification car les pellicules contiennent une partie importante des composés phénoliques (notamment la totalité des anthocyanes) ainsi qu'une partie non négligeable des composés aromatiques.

Agouazi & Amir [26] ; enregistrent respectivement pour les deux paramètres poids d'une baie et de 100 baies des valeurs variant de 1,16 (Ferrana) à 5,30 g (Aberkan) et de 129,03 (Valenci blanc) à 529,71 g (Ahmar de Mascara). Ezzahouani [5], dans l'étude de l'effet de certaines pratiques culturales sur la qualité des raisins de table marocain note pour la variété Cardinale un poids des baies de 5,1 à 6,4 g, légèrement inférieur à nos résultats avec un poids moyen de 8,45 g. Comme pour le poids nous retiendrons quelques éléments descriptifs : la dimension est un élément important que l'on peut apprécier de plusieurs façons ; par le diamètre ou largeur des baies ; (Petite - jusqu'à 13 mm, Moyenne - de 13 à 18 mm, Large - de 18 à 23 mm et excessivement grand - à partir de 23 mm), le volume ou encore le rapport longueur/largeur. La forme des baies est un caractère intéressant pour distinguer les cépages entre eux (sphérique, arrondie, oblate, aplatie, ellipsoïde, ovoïde, ovale, ovale allongé, obovoïde, cylindroïde...). On peut également noter aussi la couleur (uniforme, nuancée depuis le blanc clair jusqu'au noir foncé), la consistance et la saveur des baies (neutre, musquée) [2, 25]

Suivant la classification des cépages de raisins par le biais de la taille des baies et les résultats obtenus pour ce paramètre, on peut distinguer quatre groupes de cépage qui sont :

-Le premier groupe avec un diamètre $\leq 1,3$ cm ; caractérisé par un seul cépage de cuve la Syrah avec un diamètre de $(1,23 \text{ cm} \pm 0,01)$,

-Le deuxième groupe dont le diamètre est compris entre 1,3 et 1,8 cm ; regroupe les deux cépages de cuve restant à savoir le Merlot et le Cinsault avec des diamètres moyens respectifs de $(1,42 \pm 0,06)$ et $(1,65 \text{ cm} \pm 0,08)$.

-Le troisième groupe dont le diamètre est compris entre 1,8 et 2,3 cm ; concerne deux cépages de raisin de table ; le Muscat et l'Italia avec des diamètres moyens respectifs de $(2,05 \pm 0,16)$ et $(2,19 \text{ cm} \pm 0,02)$.

-Le quatrième groupe avec un diamètre $> 2,3$ cm ; caractérise les trois cépages de table restant ; le Gros noir, le Cardinal et Red globe avec des diamètres moyens respectifs de $(2,34 \pm 0,05)$, $(2,35 \pm 0,03)$ et $(2,53 \text{ cm} \pm 0,08)$ (Tableau 3).

En s'appuyant sur les résultats de paramètre longueur/largeur et la classification des cépages de raisin suivant leur forme [2], en qualifié quatre classes qui sont :

-Première classe de forme aplatie ou oblate : concerne un seul cépage de cuve ; le merlot avec un rapport L/l de $(0,98 \pm 0,02)$.

-Deuxième classe de forme arrondie légèrement aplatie ; caractérise deux cépage de raisin de table ; Cardinale et Gros noir avec un rapport moyen de $(1,05 \pm 0,02)$ pour les deux cépages.

-Troisième classe de forme arrondie légèrement ovale ; regroupe un cépage de table et deux cépages de cuve ; le Red globe, la Syrah et Cinsault avec des rapports moyens respectifs de $(1,11 \pm 0,04)$, $(1,1 \pm 0,01)$ et $(1,16 \pm 0,01)$.

-Quatrième classe de forme ovale : concerne les deux cépages de table restant ; Italia et Muscat avec des rapports moyens respectifs de $(1,25 \pm 0,05)$ et $(1,32 \pm 0,21)$ (Tableau 3).

1.3. Poids des graines et pellicules

Nos résultats sont en accord ou légèrement différent par rapport aux données bibliographiques ; Lemoigne [30], note que la pellicule représente en moyenne 10 à 15 % du poids de la baie, les pépins représentent 0 à 6 % du poids total du raisin. Pascal-Antoine & Olivier [31], évoquent que la pulpe, représente la plus grande partie du raisin. À sa maturité, elle représente 75 à 85 % du grain entier. La pellicule, quant à elle, représente 6 à 9% de la masse du raisin et les pépins représentent 3 à 6 % du poids total du raisin. A maturité, la pulpe représente 90 à 95% du poids du raisin, ses cellules possèdent des vacuoles représentant 99% de leur volume remplies majoritairement d'acides organiques et de sucres [32].

La pulpe représente la plus grande partie de la baie. A sa maturité, elle peut atteindre jusqu'à 85 voire 90 % du grain entier. Elle est généralement incolore sauf chez les cépages teinturiers. Les raisins de cuve contiennent beaucoup moins de pulpe que les raisins de table [33].

Agouazi & Amir [26], enregistrent pour le paramètre poids de 100 pépins des valeurs comprises entre 2,85 (SbaaTolba) et 5,11 g (Bezoul El khadem).

Selon Hansse Gluszak [33], la teneur moyenne en eau dans la pellicule du raisin est de 72,92% alors que Lemoigne [30], note une teneur de l'ordre de 78 à 80 %. Pascal-Antoine & Olivier [31], indiquent que les graines de raisin renferment une teneur en eau de l'ordre de 25 à 45% de poids totale de pépin.

2. Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques des jus de raisins étudiés

2.1. Rendement en jus et teneur en eau

Elles sont incluses dans l'intervalle indiqué par Lemoigne [30], (70 à 85%), pour la teneur en eau et supérieur à la limite fixée par la norme générale pour les jus de raisin et les nectars de fruits [35] de l'ordre de 50% pour le rendement en jus. Ainsi d'après la table de la composition nutritionnelle des aliments [36], la teneur en eau moyenne des raisins blancs est de 82,2% et celle des raisins noirs de 83,2%; ceci corrobore parfaitement avec les résultats de la présente étude avec des valeurs respectives de 81,46 et 82,12%. La teneur en eau de pur jus de raisin oscille entre 80,11 et 85,8 avec une valeur moyenne de 82,4 [37, 38].

D'après Athamena [39], les facteurs qui peuvent influencer sur la teneur en eau sont : l'âge de la plante, la période du cycle végétatif et même des facteurs génétiques. Cette variation de la teneur en eau peut être due aussi aux différentes conditions environnementales : Exposition aux différentes conditions pédoclimatiques et répartition géographique [40].

Selon Dupaigne [9], à l'intérieur d'une même espèce de fruits, on constate des différences importantes dans le rendement en jus suivant la variété, le terroir, l'état de maturité, la fraîcheur, etc... L'état de fraîcheur peut s'évaluer à la turgescence qui est elle-même fonction de la teneur en jus des fruits cueillies en début de saison sont plus fermes qu'en fin de saison ou après un stockage prolongé en silos aérés. On sait aussi que les conditions de culture ont une grande importance sur le rendement en jus des pommes cultivées en plaine irriguée sont plus aqueuses (et moins agréables) que des pommes de coteau.

2.2. Teneur en cendres, conductivité électrique et teneur en fer

D'après la table de la composition des aliments [36], la teneur moyenne en cendres des raisins noirs est de 0,2% et celle des raisins blanc est de 0,25% ; ceci corrobore parfaitement avec les résultats de la présente étude avec des valeurs respectives de 0,15% et 0,31 % ; en outre Lemoigne [30], indique que la teneur en cendres des jus de raisins varie de 0,08 à 0,28%. Saxholt *et al.* [40], rapporté par le département de l'agriculteur et de la recherche agronomique [38], indique que la teneur en cendre de jus de raisins pur varié de 0,11 à 0,3 % avec une valeur moyenne de 0,15 %.

La conductivité électrique est due aux différentes espèces ioniques présentes et notamment au potassium dans le cas des mouts de raisin. Elles varient en générale de 1500 à 5000 $\mu\text{s}/\text{Cm}$ [42]. Al Askari *et al.* [43], dans leur étude sur les raisins secs ont trouvé des résultats entre 1233 et 1510 $\mu\text{s}/\text{cm}$. D'après la table de la composition des aliments [36], la teneur en fer des raisins noirs varie de 0,9 à 4 mg/kg et celles des raisins blancs de 3 à 4 mg/kg ; en note que ses dernières sont légèrement inférieures aux résultats de la présente étude avec des teneurs respectives de 3,7 à 5,75 mg/kg pour les raisins blancs et de 2,55 à 6,93 mg/kg pour les raisins noirs. Selon Saxholt *et al.* [38] et USDA [41], la teneur en Fer de jus de raisin pur est comprise entre 0,9 et 10 mg/kg avec une valeur moyenne de 4,7 mg/kg. Ses variations peuvent être expliquées par la provenance géographique des échantillons, les conditions climatiques, les caractères édaphiques des sols et de leur amendement [44, 45].

2.3. Taux de solides solubles, densité et teneur en pulpes

Excepté les jus de la variété Red globe, tous les autres jus, enregistrent des taux de solides solubles supérieurs à la valeur minimale, qui est de 16%, fixée par la norme CODEX STAN 247 [35]. Néanmoins ; ses résultats sont en accord avec ceux trouvées par Derradji-benmeziane *et al.* [46], dans l'analyse de quelques variétés de raisins de table cultivées en Algérie ; avec des taux allant de 17,05 (Gros noir) et 21,01% (Muscat) ; dans la présente ces mêmes variétés enregistrent respectivement 17 et 20,5 %. Ezzahouani [5], enregistre pour la variété Cardinal un taux de sucres solubles de 15,9° Brix à 16,4° Brix.

Patricia *et al.* [47], notent des taux de solides solubles (en Brix) ; des variétés de vigne Brésiliens destinées pour la transformation en jus, variant de 15° (Bordô) à 20° (BRS Violeta). Marcos Dos Santos *et al.* [48], dans l'étude de profil physico-chimique et sensoriel, des jus de raisin brésiliens peuvent observer que la quantité de solides solubles (SS) présents dans les jus de mêmes variétés, est proche de 20° Brix, sauf pour le jus fabriqué dans la

combinaison Isabelle Précoce/BRS Cora qui présente 19,4°Brix. Il s'agit du contenu naturel, sans aucune addition de sucres exogènes.

Les valeurs moyennes des densités des jus analysés ; sont incluses dans la limite fixée par la Base de données [49], pour les jus de raisin ; préconisant une densité relative à 20° C soit supérieur à 1056. [46], révèle des densités comprises entre 1062 (Gros noir) et 1087 (Muscat) ; dans notre étude ses mêmes cépages enregistrent des valeurs légèrement supérieures soit respectivement de 1080 et 1092.

Les pulpes sont des composés largement responsables de l'opalescence du jus et présentent un rôle nutritionnel et organoleptique important [50, 51].

2.4. Acidité, pH et Indice de maturité

Les résultats de la présente concernant ses paramètres sont en accord avec ceux trouvés par Agrolib [25] enregistrant, des valeurs respectives de 1,45 g/L (Valenci noir) et 5,78 g/L (Aberkan), de 3,31 (Aberkan) et 4,16 (Cherchali) et de 27,01 (Aberkan) et 168,86 (Toutrisine). Egalement avec ceux trouvés par Derradji-benmeziane *et al.* [46], notant respectivement ; 2,17 g/L (Victoria) et 5,18 g/L (Muscat noir), de 3,39 (Muscat) et 3,81 (Cardinal) et de 38,78 (Cardinal) et 82,34 (Victoria). Toutefois il y a lieu de signaler que les résultats de la présente sont différents à ceux trouvés par Marcos Dos Santos *et al.* [48], ainsi ses derniers enregistrent des acidités titrables soit le double des nôtres, avec des valeurs comprises entre 6,8 (BRS Magna) et 10,06 g/l (BRS Cora), des pH et rapport TSS/A bas ; avec des valeurs respective de 3,24 (BRS Cora) à 3,62 (BRS Magna) et de 19,8 et 29,9 pour les mêmes cépages. Patricia *et al.* [47], enregistrent pour les paramètres acidité et le rapport TSS/A des valeurs respective de 5,2 (BRS Violeta) et 9 g/l (BRS Magna) et de 20 et 38,46 pour les mêmes cépages.

Selon Marsais [52], les raisins de tables sont mûrs s'ils ont atteint un rapport sucre/acidité supérieur à 25. Si l'indice de maturation dépasse 45, les raisins acquis la sur maturation, d'après Galet [24]. On considère pour le rapport TSS/A que des valeurs comprises entre 35 et 50 représentent une excellente qualité de vendange [53]. Selon ce critère, toutes les variétés de raisins analysées dans la présente étude sont mûres. Ses variations peuvent être dues aux conditions climatiques et au processus de maturation des fruits [54].

2.5. Teneur en sucres des jus extraits

Les résultats obtenus pour le paramètre sucres totaux, concordent bien avec ceux trouvés par Agouazi & Amir [26] ; notant des teneurs allant de 12,50 g/100g (Ahmar de Mascara) à 21,53 g/100g (Muscat de Fondouk) ; en outre la table de la composition des aliments.

Ciqual [55], donne une teneur moyenne de 15,6 % pour les raisins noirs et de 16,4% pour les raisins balans, ce qui est vérifié par la présente étude avec des valeurs respectives de 14,95 et 15,71%. Escudier *et al.* [56], dans l'étude de la sélection des cépages, élaboration, stabilisation de jus de raisin ; les teneurs en sucre des millésimes 2012 à 2015 hors créations variétales INRA, pour les variétés Iloa, Galibia, Farelia, Silara et Caralicante, autour d'un point moyen à 150 g/L et celles des créations variétale INRA (G18, G4 et G3) ; le jus Blanc de G18 est très intéressant pour sa faible teneur en sucre, 130 à 150 g/L selon les millésimes.

Elkhorchani *et al.* [57], dans l'étude de la composition en sucres totaux de deux cultivars de vigne avant et après séchage, du Sud-Est tunisien ; les teneurs en sucres réducteurs ont été analysés par HPLC et les résultats obtenus montrent que le raisin est constitué principalement des sucres réducteurs (Glucose et Fructose) alors que le Saccharose est non détecté. A l'état frais, les teneurs en sucres réducteurs varient de 4,30 g/100g (cultivar Miski) à 14,54g/100g (cultivar Sawoudi). Ainsi Ansari [58], évoque que la teneur moyenne en sucres réducteurs des jus de raisin est de l'ordre de 13,56 g/100g. Le saccharose n'est présent dans le raisin qu'à l'état de traces. Par contre, il a été identifié de nombreux sucres tels l'arabinose, la xylose, le rhamnose, le maltose ou encore le raffinose [59].

Selon Delanoë *et al.* [60], les sucres réducteurs constituent la plus grande partie des sucres simples du moût ou du vin. On y trouve : de glucose et de fructose ; à la maturité, ces deux sucres sont en quantités sensiblement égales, avec toujours un excès de fructose et généralement le rapport glucose/fructose est proche de 0,95. En se basant sur les résultats obtenus concernant ses deux oses ; glucose et fructose en trouve que ses conditions sont largement vérifiées. Pavlowšek & Kumšta [61], ont mesuré dans les jus des baies de raisins de variétés tchèques ; des taux de glucose de 9,7 et 11,2%, des taux de fructose de 9,59 à 11,3% et des sucres totaux entre 19,79 et 22,57% avec un rapport G/F de 0,98 à 1,01%. Dans une autre étude Ghrairi *et al.* [62], ont observé des variations de composition physiques et chimiques sur des variétés tunisiennes (Chriha, Meski, Razeki) ; les teneurs en glucose mesurées sont de 3,24% (Meski) à 3,73% (Chriha) alors que les teneurs en fructose sont respectivement de 2,61% (Meski) et de 3,12% pour la variété Chriha. L'institut professionnel pour la qualité de jus de fruit [37], indique pour le pur jus de raisin une teneur moyenne en sucres totaux de l'ordre de 16,3% et des teneurs respectives de glucose et fructose de 7,25 et 7,73%.

Escudier *et al.* [56], rapportent que le ratio sucre/acide (exprimé en acide tartrique) se situe majoritairement entre 15 et 20 [63] ;

le rapport sucre/acide élevé du jus de raisin qui soit supérieur à 21, ce qui est mal adapté au goût des consommateurs. Ceci est encore plus vrai à certains moments de consommation comme le petit déjeuner où l'on recherche une boisson rafraîchissante qui se caractérise par un rapport sucre/acide plus faible. D'où la prédominance des jus de certaines espèces fruitières à rapport mieux adapté, telle l'orange avec un ratio de l'ordre de 13 voir moins. Excepté les jus extraits des cépages Syrah et Merlot qui présentent des ratios proches de cette fourchette avec respectivement 23,77 et 26,68, les autres jus enregistrent des ratios relativement élevés et ce en dépit de leurs faible teneur en sucres totaux notamment le Red globe qui note uniquement 12,72% de sucres totaux contre une acidité titrable basse de l'ordre de 3,36 g/l.

D'après Sakamura & Suga [64], la majorité des sucres de fruit est représentée principalement par le glucose et le fructose. Selon Ayaz *et al.* [65], la variation des teneurs en sucre réducteurs peut être attribuée aux différents facteurs notamment le stade de maturation, la température, la durée d'exposition au soleil, et les conditions climatiques.

3. Corrélation

3.1. Caractéristiques pomologique des raisins étudiés

L'analyse par L'ACP montre deux grands ensembles de variétés ; Dans le premier on trouve les raisins de table ; caractérisées par leurs valeurs en descripteurs pomologiques les plus élevées, notamment le poids et dimensions des baies et grappes de raisin ; ainsi on notait respectivement pour le paramètre poids des baies 8,36, 8,45 et 10,81g pour le premier groupe composé des variétés Gros noir, Cardinal et Red globe ; 6,94 et 8,48g pour le second groupe composé des cépages Muscat et Italia. Toutefois il y a lieu de faire une distinction entre ses deux groupes par les rapports L/l les plus élevés, enregistrées par le deuxième groupe avec respectivement 1,32 et 1,25. Dans le second ensemble on trouve les raisins de cuve ; caractérisés par des niveaux en descripteurs pomologiques les plus bas, notamment le poids et dimensions des baies et grappes de raisin. Ainsi on notait respectivement pour les cépages Cinsault, Merlot et Syrah 3,24, 1,77 et 1,35 g pour le paramètre poids des baies.

La classification hiérarchique ascendante « CHA » donne la possibilité de rassembler les cépages Syrah et Merlot ; appartenant au second ensemble de variétés caractérisant les raisins de cuve ; en un seul groupe ; ayant comme particularités communes ; des niveaux élevés en poids pelliculaire avec des teneurs respectives de 12,35 et 13,18 g/100g de baie à l'état frais, de 5,07 et 5,13 g/100g de baie à l'état sec.

Le même test permet dans le cas de premier ensemble de variétés caractérisant les raisins de table ; de qualifier le cépage Red globe en tant que groupe a part entier ; ceci s'explique d'une part, par ses niveaux en descripteurs pomologiques les plus élevées, de l'autre part sa teneur en eau des graines la plus élevée qui soit le double de celle enregistrée par les autres cépages étudiés, soit 41,27 % de poids totale de pépins.

Shellie [28], rapporte qu'il existe une relation inversement proportionnelle entre le poids de la baie et pellicule, ainsi plus le poids (et donc le volume) de la baie est faible, plus la contribution des pellicules dans le poids de la baie est élevé. Cela est important pour la vinification car les pellicules contiennent une partie importante des composés phénoliques (notamment la totalité des anthocyanes) ainsi qu'une partie non négligeable des composés aromatiques. Selon Ayaz *et al.* [65], il existe une relation étroite entre la taille des baies et le développement des pépins.

3.2. Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques des jus de raisins étudiés

L'analyse par l'ACP montre la présence de quatre groupes différents ; le premier, renferme les raisins de cuve ; Syrah, Merlot et Cinsault ; caractérisés par ; des Acidités et extraits sec solubles élevés avec respectivement ; 6,44 ; 6 et 4,68 g/l pour l'acidité ; 20,3 ; 21,75 et 19,75% pour l'extrait sec soluble, des teneurs en eau et en cendres basses avec respectivement ; 81,70 ; 79,64 et 78,83% pour les teneurs en eau ; 0,075 ; 0,097 et 0,073% pour les cendres. Le second groupe renferme les cépages ; Italia, Gros noir et Cardinal ; appartenant aux raisins de table, se trouve à l'opposé de premier groupe, donc caractérisés par ; des acidités et extraits sec soluble relativement basses avec respectivement ; 3,06 ; 3,76 et 3,9 g/l pour l'acidité ; 17,5 ; 17 et 16,5% pour l'extrait sec soluble, des teneurs en eau et en cendres élevées avec respectivement ; 83,19 ; 83,37 et 83,50% pour l'eau ; 0,26 ; 0,25 et 0,14% pour les cendres. Le troisième groupe renferme un seul cépage Red Globe ; appartenant au raisin de table ; caractérisé par sa forte teneur en eau avec 85,72%, une densité, acidité, extrait sec soluble, teneur en pulpes et sucres totaux faible avec respectivement ; 1066 ; 3,36 g/l ; 14,75% ; 9,76 % et 12,72 g/100g. Le quatrième groupe renferme le dernier cépage des raisins de table ; le Muscat ; dont les pourcentages les plus élevés en sucres notamment les sucres réducteurs avec une moyenne de 15,11%.

La classification hiérarchique ascendante « CHA » donne la possibilité de rassembler les cépages Syrah et Merlot ; appartenant au premier ensemble de variétés caractérisant les raisins de cuve ; en un seul groupe ayant comme particularités communes les

faibles rapports ST/A et TSS/A avec des valeurs respectives de 23,77 et 26,68 pour le premier paramètre ; 30,68 et 36,22 pour le second paramètre. Le même teste dans le cas de second ensemble de variétés caractérisant les raisins de table permet de distinguer quatre sous-groupes, avec la possibilité de rassembler les cépages Cardinal et Gros noir en un seul sous-groupe. Les jus des variétés Muscat et Italia, se caractérisent par des rapports ST/A et TSS/A les plus élevées, avec respectivement 43,51 et 49,21 ; 54,69 et 57,22, toutefois il y a lieu de faire une distinction entre ses deux sous-groupes par le fait que les jus extraits des cépages Muscat sont légèrement plus sucrés, ainsi ses derniers enregistrent un taux de solides soluble, des teneurs en sucres totaux et réducteurs respectivement de l'ordre de 20,5° Brix, 16,36 et 15,11% pour les jus extraient des cépages Muscat contre 17,5° Brix, 15,06 et 14,18% pour les jus extraient des cépages Italia. Quant aux jus extraient des raisins de la variété Red Globe notent les valeurs les plus faibles en extrait secs solubles et sucres avec respectivement 14,75° Brix et 12,75%. En fin les jus extraits des variétés Cardinal et Gros noir, présentent un profile physico-chimique intermédiaires d'où moins pour les paramètres étudiés. Selon Kone *et al.* [67], dans la caractérisation biochimique de la pulpe des fruits du prunier noir (*Vitex Doniana*) de la Côte d'Ivoire ont relevée des corrélations entre pH et acidité ainsi que le taux de solide soluble et la teneur en eau ; ainsi ils évoquent que, lorsque l'acidité libre et la teneur en eau augmentent, on note une diminution du pH et de taux de solide solubles.

CONCLUSION

Le but de cette étude est la caractérisation agromorphologique, physico-chimique et biochimique de quelques variétés de raisin et leurs jus extraits ; de la région de Tipaza (Nord-Ouest Algérien), dont ; trois cépages de cuve ; noir (Cinsault, Merlot et Syrah) et cinq cépages de table ; deux blanc (Muscat et Italia), deux rouge (Cardinal et Red globe) et un seul noir (Gros noir) ; en vue d'une éventuelle valorisation dans le domaine agroalimentaire notamment la fabrication industrielle de jus.

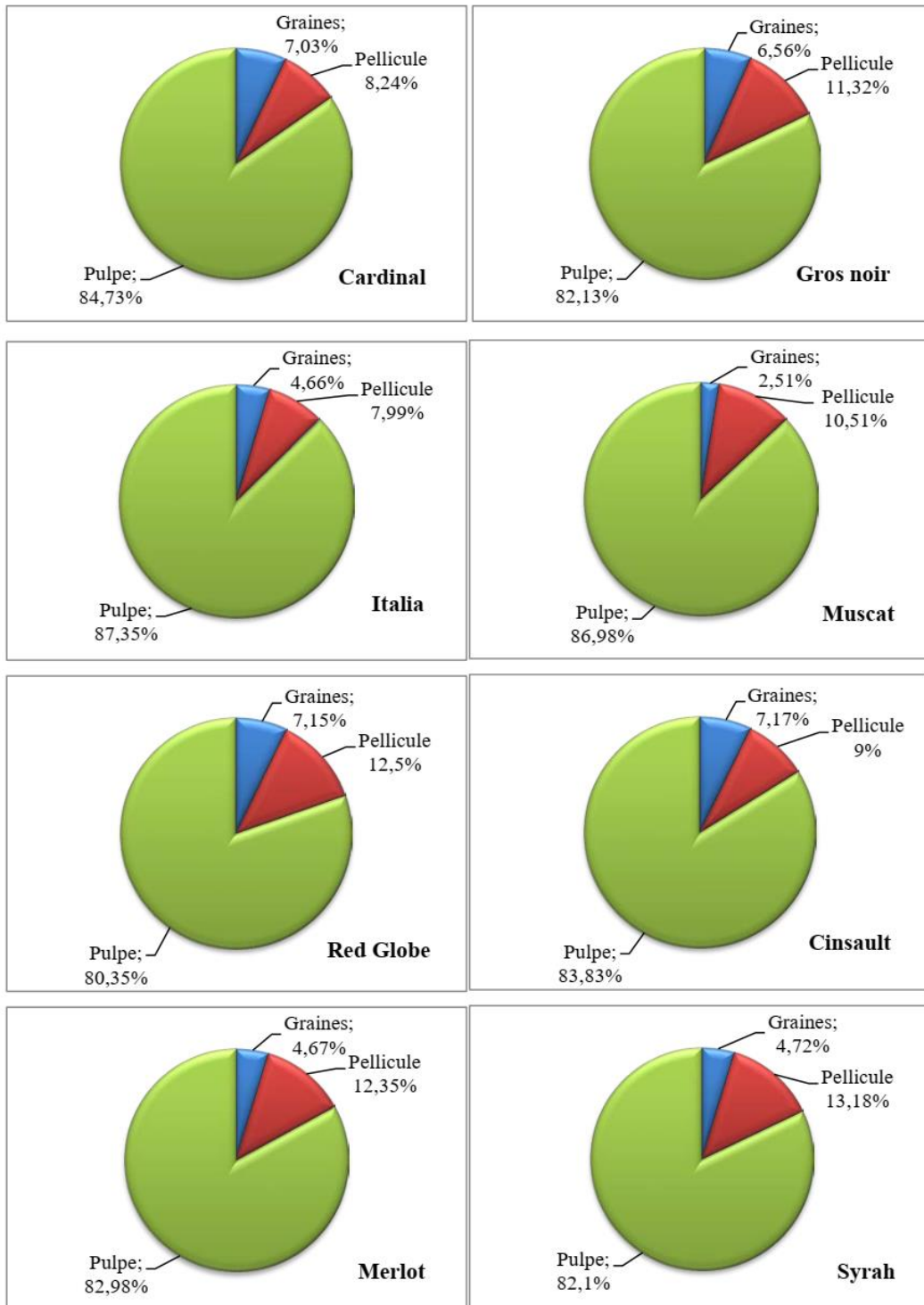
En comparant les raisins et jus extraits étudiés ; on conclut que chacun d'eux possèdent ses propres caractéristiques ; parfois similaires ou très proches entre plusieurs variétés. En effet, on distingue surtout les cépages de cuve par ; les masses et dimensions des baies de raisins les plus faibles, des niveaux élevés en poids pelliculaire notamment pour les cépages Merlot et Syrah, acidité, teneurs en sucres et solides solubles élevées et des rapports ST/A et teneur en cendres et fer faibles ,

ce qui justifié leurs utilisation en vinification bien que d'autres pistes de valorisation peuvent être envisageables, tels la combinaison avec d'autres fruits ayant une faible teneur en sucres. Ainsi la mise sur le marché d'une palette de saveurs et d'arômes distinctifs en fonction des fruits utilisés pour l'élaboration du jus de raisin, l'entrant dans une gamme de valeur se rapprochant des autres jus de fruits au niveau de l'équilibre sucre/acide et de réduire sa teneur en sucre. Tout de même les raisins et jus issus de cépages de table présentent des similitudes, néanmoins en qualifié le Red globe par ses niveaux en descripteurs pomologiques les plus élevées, sa teneur en eau des graines qui soit le double de celle enregistrée par les autres cépages et des valeurs faibles en extrait secs solubles et sucres ce qui le rapproche d'avantage des autres jus de fruit. De plus ce cépage ; Red globe ; introduit uniquement en 2004 est de plus en plus cultivé et très bien apprécié par les agriculteurs, pour sa robustesse et sa résistance après la cueillette, son fruit peut tenir plusieurs jours sans se détériorer de ce fait il peut construire une alternative prometteuse pour la filière viticole en Algérie notamment son incorporation dans le domaine alimentaire.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. Reynier A., (1989). Manuel de viticulture. 5e édition. J.L. Bailliere. Paris. 406p.
- [2]. Galet., P., (1998). Précis de viticulture. 7^{ème}ed. Déhan. Montpellier. 561p.
- [3]. O.I.V. (2019). Organisation international de la vigne et de vin ; Statistiques de viticulture mondiale.
- [4]. M.A.D.R. (2018). Ministère de l'agriculture et de développement rural ; données statistiques.
- [5]. Ezzahouani A. (2002). La qualité des raisins de table ; effets de certaines pratiques culturales. Programme national de transfert de technologie en Agriculture PNTTA n° 90.
- [6]. D.S.A. (2020). Direction des Services Agricoles de la Wilaya de Tipaza, données statistiques.
- [7]. Gomez C. (2009). Etude des mécanismes de stockage des anthocyanes dans la baie deraisins. Caractérisation fonctionnelle des gènes impliqués dans ces mécanismes. Thèse de Doctorat en Sciences des Procédés-Sciences des Aliments. Centre international d'études
- [8]. J.O.R.A. (1989). Journal Officiel de la République Algérienne. *NA 301: jus de raisins: Spécification.*
- [9]. Dupaigne P. (1971). Sur la détermination du pourcentage de jus dans les fruits frais *Institut français de Recherches fruitières Outre-Mer r Fruits - Vol . 26, n° 4, 1971 (305-308)*
- [10]. Normes Françaises HomologuéesNF : V 05-108, (1970). Jus de fruits et jus de légumes, Détermination des cendres. Détermination de pH.
- [11]. Normes Françaises Homologuées NF : V 05-101, (1974). Jus de fruits et jus de légumes, Détermination des cendres. Détermination de l'acidité.
- [12]. Euloge S., Adjou., Hospice A., Fidèle P., Tchabo., Vahid M., Aissi., Mohamed M. (1991). Extraction assistée par enzyme du jus de la pulpe fraîche du ronier (*Borassus aethiopicum Mart*) acclimaté au Benin : caractérisation physico-chimique et microbiologique.
- [13]. Normes Françaises Homologuées NF : 04-207,(1970). Jus de fruits et jus de légumes, Détermination des cendres. Détermination la teneur en eau.
- [14]. Normes Françaises Homologuées NF : V 05-113, (1972). Jus de fruits et jus de légumes, Détermination des cendres. Détermination des cendres.
- [15]. Normes Françaises HomologuéesNF : T 90-111, (1975) évaluations de la teneur en sels dissous à partir de la conductivité électrique.
- [16]. Vignes J.L., André G., Kapala F., (1995) ; Le fer et le vin ; *Bulletin de l'union des physiciens*, Vol. 89 - N° 775 : 1149-1171
- [17]. Normes Françaises HomologuéesNF : T 60-212, (1984). Jus de fruits et jus de légumes, Détermination des cendres. Détermination de taus de solides solubles.
- [18]. Easton P. et Mack P.C. (1980).Remington's Pharmaceutical Sciences. 16th ed . p. 1213
- [19]. Afnor (1986). Association française de normalisation ; Produits dérivés des fruits. (2^{ème} ED) AFNOR-Tour Europe, pp 81-85.
- [20]. O.I.V. (2011). Organisation internationale de la vigne et de vin ; Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts. Spécialité : sciences agronomiques. Université d'angers.p.7.8.
- [21]. Barkatove J., Elissev H. (1979).Guide de travaux pratiques de contrôle technico-chimique de la production des conserves.
- [22]. Ribereau-Gayon G. et Peynaude E., (1971). Sciences et technique de la vigne, T1, biologie de la vigne, sol de vignoble. Ed: Dunaud, Paris. 722p.
- [23]. Joly D., (2005). Génétique moléculaire de la floraison de la vigne. Thèse doctorale en Aspects Moléculaires et Cellulaires de la Biologie. Ecole doctorale : Sciences de la Vie et
- [24]. Galet P., 2000. Dictionnaire encyclopédique des cépages, Hachette.935p.
- [25]. Agrolib.RS (2019). Indications importantes pour la détermination des cépages, Que peut-on dire de la forme du raisin <https://fr.agrolib.rs> Bétail et jardinage
- [26]. Agouazi W et Amir Y. (2013).Contribution à la caractérisation physico-chimique de cépages de *Vitis vinifera*ssp*vinifera*autochtones d'Algérie. DOI:10.13140/RG.2.2.14878.33606.
- [27]. Santiago J. L., Boso S., Gago P., Alonso-Villarerde V. and Martinez M. C., (2007). Molecular and ampelometric characterization of *Vitisvinifera*L., AlbarinoSavagninBlan andCaino Blanco shows that they are different cultivars. *Spanish Journal of agricultural Research*, 5,333-340.
- [28]. Shellie K., (2006). Production systems to promote yield and quality of grapes in the pacificnorthwest. *Amer. Journal of Enology and viticulture*, 57(4), pp : 514-518.
- [29]. Lacompane S., (2010). Localisation et caractérisation des tanins dans la pellicule du raisin :Etude de l'impact de l'organisation physico-chimique des parois cellulaires sur la composante tannique, la qualité du fruit et la typicité des raisins de Bordeaux. Thèse de doctorat de l'université de Victor Seglan Bordeaux 2
- [30]. Lemoigne M. (2008). Recherche de mesures innovantes pour suivre la qualité du raisin de cabernet franc pendant sa maturation. Thèses de Doctorat. Ecole doctorale d'Angers. France.
- [31]. Pascal-Antoine C. et Olivier J. (2021) Composés chimiques du raisin et acidité du vin Dossier - La chimie du vin Futura sciences
- [32]. Diakou P. et Carde J.P. (2001). In situ fixation of grape berries. *Protoplasma* 218: 225-235.
- [33]. Hansse Gluszak J. (2019).Les vertus méconnues de la vigne et du raisin. Thèse pour le diplôme d'état de docteur en pharmacie. Université de Lille, 125.

- [34]. Valnet J. (2001). La santé par les fruits, les légumes et les céréales. Paris : éd. Vigot. 411p.
- [35]. CODEX STAN 247-2005 (2005). "Codex Alimentaires - Codex General Standard for Fruit Juices and Nectars".
- [36]. Ciqual (2013). Composition nutritionnelle des aliments. Disponible sur: <http://www.aprifel.com/>
- [37] IFP (2009). Institut Français, Professionnel. La qualité de jus de fruit. Analyses jus de fruits et nectars.
- [38]. USDA (2014). U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service National Nutrient Database for Standard Reference, Release 27. Nutrient Data Laboratory Home Page, <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>
- [39]. Athamena S. (2009). Etude quantitative des flavonoïdes des graines de *Cuminum cyminum* et les feuilles de *Rosmarinus officinalis* et l'évaluation de l'activité biologique. Thèse de Magistère en Biochimie Appliquée. Université El Hadj Lakhdar –Batna, 88p
- [40]. Ruiz-Rodriguez B.M., Morales P. et Fernandez Ruiz V. (2011). Valorization of wild strawberry-tree fruits (*Arbutus unedo* L.) through nutritional assessment and natural production data. *Food Research International*. 44: 1244-1253.
- [41]. Saxholt E., Christensen A.T., Møller A., Hartkopp H.B., Hess Ygil K., Hels O.H. (2009). Danish Food Composition Databank, revision 7.01. Department of Nutrition, National Food Institute, Technical University of Denmark, version 7.1, 2009.
- [42]. Desseigne J.M., Favarel J.L., Heinze Y., Berger J.L., Fage B. (2003). Aide à la conduite des pressoirs à membrane par capteur qualitatif. XXIII congrès mondial de la vigne et de vin.
- [43]. Al Askari G., Kahouadji A., Khedid K., Harof R. et Mennane Z. (2012). Physicochemical and Microbiological Study of "Raisin", Local and Imported (Morocco). *Middle-East Journal of Scientific Research*. 11(1): 01-06
- [44]. Acourene S., Buelgudji M., Tama M. et Taleb B. (2001). Caractérisation, évaluation de la qualité de la datte et identification des cultivars rares de palmier dattier de la région de Zibans. Recherche agronomique ; N° 8. Ed. INRA : 19-39
- [45]. Bezzala A. (2005). Essai d'introduction de l'arganier dans la zone de M'doukel et évaluation de quelques paramètres de résistance à la sécheresse. Thèse de Magister en Sciences Agronomiques. Université El Hadj Lakhdar-Batna, 106p
- [46]. Derradji-benmeziene F., Djamaï R., Cadot Y. (2014). Antioxidant capacity, total phenolic, carotenoid, and vitamin C contents of five table grape varieties from Algeria and their correlations. *International Journal of Vine and Wine Sciences*, 48.2.1564
- [47]. Patricia R., João Dimas G. M., José Fernando d.S. P., Celito Crivellaro G., Giuliano E. P. et Marcos Dos Santos L. (2020). La viticulture et l'agro-industrie du jus de raisin américain dans un marché en expansion ; Les territoires de la vigne et du vin au Brésil.
- [48]. Marcos Dos Santos L., Igor de Souza Veras S., Toaldo I. M., Corrêa L. C., Biasoto A. C.T., Pereira G. E., Bordignon-Luiz M., Ninow J. L. (2014). Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. *Food Chemistry*, 161, 2014, p. 94-103.
- [49]. Ruth Charrondiere U., Haytowitz D. et Stadlmayr B. (2015). Bases de données FAO/INFOODS. Bases de données sur la densité –Version 2.0
- [50]. Rangana S., Govindarajan V. J., Ramana K. V. R. (1983). Citrus Fruits –Varieties. Chemistry, Technology, and Quality Evaluation. Part II: Chemistry, Technology and Quality Evaluation. A: Chemistry. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*; 18 (4): 313-386.
- [51]. Klavons J.A., Bennett R.D., Vannier S.H. (1991). Nature of the protein constituent of commercial orange juice cloud. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*; 39 (9):1545-1548
- [52]. Marsais M., 1993. Réglementation des normes de la maturité du raisin et du jus de raisin. Rabat, pp : 35-43.
- [53]. Dupuch V. (1998). Maturité phénolique et date de récolte : les apports de la méthode CASV. "Journée technique cinquantenaire ITV France. Composés phénoliques – GAILLAC(Tarn).
- [54]. Messaid. H. (2008). Optimisation du processus d'immersion –réhydratation du système dates sèche- jus d'orange. Thèse de magistère en Génie Alimentaire. Université M'hamed Bouguara. Boumerdes. 74 p.
- [55]. Ciqual (2016). Composition nutritionnelle des aliments. Disponible sur: <http://www.aprifel.com/>
- [56]. Escudier J.L., Payraud R., Brienza E., Moreau S., Guyot P., Samson A., Mikolajczak M., Bouissou D., Veyret M., Caille S., Souquet J.M., Cheynier V., Zumstein E., Heywang M., Ere J. N. L., Rousseau J., et Ojeda H. (2016). Nouvelle filière : jus de raisin. Sélection des cépages, élaboration, stabilisation ; 39th World Congress of Vine and Wine DOI: 10.1051/bioconf ;
- [57]. Elkhorchani A., Mechlouche R., El'mrabt A., Essid A., Lachehib B., Ben yahya L. et Ferchichi A. (2010). Etude de la composition en sucres totaux de deux cultivars de vigne avant et après séchage. Actes du 3^{ème} Meeting International "Aridoculture et Cultures Oasisennes : Gestion et Valorisation des Ressources et Applications Biotechnologiques dans les Agrosystèmes Arides et Sahariens" Jerba (Tunisie) ; 24 : 358- 360.
- [58]. Ansari S. (2012). Guide du sucre Méthodes et résultats analytiques validés. Détermination de la teneur en sucre des aliments et des boissons. IMCG Anacihem V1.0 Agroalimentaire.
- [59]. Ribéreau-Gayon P., Lafon-Lafourcade S., Dubourdiou D., Hadjinicolaou D. (1980). Incidence des conditions de travail des vendanges blanches sur la clarification et la fermentation des moûts, *Journal International Des Sciences De La Vigne Et Du Vin*, Vol. 14
- [60]. Delanoe D., Maillard C. et Maisondieu D. (2001). Le vin de l'analyse à l'élaboration. Ed. Technique et documentation-Lavoisier.
- [61]. Pavlowšek P. et Kumšta M. (2011). Profiling of primary metabolites in grapes of interspecific grapevine varieties: sugars and organic acids, *Czech Journal of Food Science*,
- [62]. Ghrairi F., Lahouar L., El arem A., Faten B., Ferchichi A., Lotfi A., Salem S. (2013). Physico chemical composition of different varieties of raisins (*Vitis vinifera* L.) from Tunisia. *Industrial crops and products* ; 43 : 73-77.
- [63]. Ojeda H., Escudier J.L., Albagnac G., Sivry A., Guyot P. (2009). Diversification des produits de la vigne : création d'une filière « jus de raisin » *Revue des Œnologues* N°30,
- [64]. Sakamura F. et Suga T. (1987). Changes in chemical components of ripening oleaster fruits *Phytochemistry*; 26 (9): 2481-2484.
- [65]. Ayaz F.A., Kadioglu A. et Dogru A. (1999). Soluble sugar composition of *Elaeagnus angustifolia* L. var. orientalis (L.) Kuntze (Russian olive). *Fruit Turk. J of Botany* ; 23 : 349-354.
- [66]. Galet P., (1993) . Précis de viticulture. 6^{ème} édition. Dehan. Montpellier. 612 p.
- [67]. Kone H. S., Kone K.Y., Akaki K. D., Soro D., Elleingang F. E., Assidjo N. E., (2018). Caractérisation Biochimique De La Pulpe des Fruits Du Prunier Noir (*Vitex Doniana*) De La Côte d'Ivoire ; *European Scientific Journal* , Vol.14, No.3 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431 Doi: 10.19044/esj.2018.v14n3p252.



Data supplémentaire

Les pourcentages en poids frais des trois compartiments composant une baie de raisin.