

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI OUZOU

FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET
DES SCIENCES AGRONOMIQUES

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master II Académique en
Sciences Agronomiques

Spécialité : Sciences de la Vigne et préservation des ressources
naturelles

THEME

*Contribution à l'étude de l'impact de la gestion de la
végétation sur la dynamique microclimatique et la qualité
du raisin (variété Cardinal).*

Présenté et soutenu par : M^{me} Guelmani-Hesnaoui Naima - M^{me} Houamdi-Idir Ouiza

Soutenu publiquement le 18/05/2015, devant le jury :

M^r Cherfaoui MS. : Maitre de conférences rang (A) à l'UMMTO : Président

M^r El Heit K. : Professeur à l'UMMTO : Promoteur

M^r Aboudaou M. : Maitre assistant rang (A) à l'UMMTO: Examinateur

M^r Ait Sidhoum D. : Maitre assistant rang (A) à l'UMMTO: Examinateur

Année : 2014/2015

Remerciements

Au terme de ce travail de recherche qui a été réalisé au sein de l'équipe des sciences de la vigne et préservation des ressources phytogénétiques et de technologie alimentaire, nos vifs remerciements vont à :

***M^r El Heit K** : Professeur à l'U.M.M.T.O, d'avoir accepté de, diriger cette thèse, pour ses orientations, sa présence, sa disponibilité, son aide et ses conseils judicieux, sa confiance et ses encouragements, sa riche documentation et son expérience mise à notre disposition. ;*

***M^r Cherfaoui MS** : Maître confèrencier rang « A » à l'UMMTO, pour l'honneur qu'il nous a fait de présider le jury et d'examiner ce travail.*

***Mr Aboudaou M**: Maître assistant rang « A » à l'UMMTO., pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de faire partie de jury et de juger ce travail.*

***M^r Ait Sidhoum D** : Maître assistant rang « A » à l'UMMTO, pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de faire partie de jury et de juger ce travail.*

Nos remerciements les plus chaleureux s'adressent également à :

*Monsieur **Amir Youcef**, Maître de conférences Rang A au département des sciences agronomiques à L'UMMTO, pour sa collaboration et son aide.*

*Un immense merci pour tout le personnel du **labo Commun I et II** de la faculté sciences biologiques et agronomiques. surtout **M^{me} Lamri Lila et sa collègue** qui nous a aidés à la réalisation de la partie Analyse bio chimique.*

*Nous exprimons également nos sincères remerciements à **M^{me} Tibiche Ghenima** pour son aide à la réalisation de la partie Analyse pédologique et ses encouragements ainsi que sa collègue **Djamila**.*

A tous ceux qui ont contribué à notre formation, particulièrement les enseignants du département d'Agronomie de Tizi-Ouzou, qu'ils trouvent ici notre profonde reconnaissance.

Nous tenons à exprimer de la reconnaissance à nos familles qui nous ont toujours offert un appui par leur soutien et leurs encouragements.

Merci à tous nos amis surtout à ceux du département d'Agronomie pour leurs soutien et encouragements.

*Nos remerciements s'adressent aussi à **M^r Msela Hamid**, propriétaire de l'exploitation viticole.*

Il nous reste, pour terminer, l'agréable devoir de remercier toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail à : la mémoire de mon cher papa : Arezki. Qui reste mon plus bel exemple de bonté, de sacrifice et de courage.

- À l'être le plus cher au monde maman Fatiha ; pour sa patience et ses sacrifices.*
- À mes frères surtout Brahim et Mourad;*
- À mon très cher mari qui n'a jamais cessé de m'encourager;*
- À ma belle famille;*
- À mon très cher binôme, sœur et copine Ouiza et à toute sa famille;*
- À tous (tes) mes amis (ies) sans exception;*
- À tout le personnel du département des Sciences Agronomiques d'UMMTO;*
- À tous les agronomes en général, particulièrement les phytotechniciens et spécialement la promotion du master 2 Sciences de la vigne.*

À toutes ces personnes, je dédie ce modeste travail.

Naima

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

- *Mes très chers parents à qui je dois tout ;*
- *Mon très cher mari : Hamid, pour sa confiance ses encouragements et ses précieux conseils ;*
- *Mes très chers enfants : Yanis et Yasmine ;*
- *Mon cher frère : Ouali ;*
- *Mes chères sœurs ;*
- *Mes neveux et nièces ;*
- *Ma sœur et binôme Naima et sa famille ;*
- *À la mémoire de mon beau père : Ahcène ;*
- *À ma belle famille, en particulier ma belle mère ;*
- *À tout le personnel du département des Sciences Agronomiques d'UMMTO.*
- *À tout le personnel des bibliothèques de la faculté Bio-Agronomie ; en particulier Mme Said Ameer Farida, Amar et Youcef.*

Owiza

Liste des figures

Figure n° 01 : Vrilles portant des inflorescences.

Figure n°02: Inflorescences

Figure n°03 : Différentes formes de sexualité de la fleur de la vigne.

Figure n°04 : Diagramme de la fleur hermaphrodite

Figure n° 05 : Structure détaillée d'une baie de raisin.

Figure n°06: Phases de dormance chez la vigne.

Figure n°07 : Cycle végétatif et reproducteur de la vigne

Figure n°08:Cycle phénologique de la vigne et périodes de réalisation des principaux travaux.

Figure n° 09: Organisation d'une baie de raisin.

Figure n°10: Courbe de développement du raisin et d'accumulation de sucres, d'acide malique et acide tartrique

Figure n°11. Schéma représentant le développement de la baie de raisin de la floraison jusqu'à la maturité.

Figure n°12 : Schéma représentant la régulation hormonale au cours du développement du raisin.

Figure n° 13: Structure générale de la 2-phényl-benzopyrone.

Figure n°14: Cinétique d'accumulation des composés phénoliques pendant le développement de la baie de raisin.

Figure n° 15: Structure des anthocyanes présentes dans le raisin

Figure n° 16: Structure générale des tanins condensés des variétés de raisin *Vitis vinifera*.

Figure n° 17: Structure générale des flavonols.

Figure n°18:Photo satellite de la commune de Draa-Ben-Khedda (www.googleEarth.com).

Figure n°19:L'évolution pluviométrique de la région d'étude de 2010-2014

Figure n° 20: les températures moyennes de la région d'étude de 2010/2014.

Figure n° 21 : Diagramme Ombrothermique de **Bagnouls et Gaussen** pour la période (2013-2014).

Figure n° 22 : Evolution de la température du microclimat chez la variété Cardinalde la Parcelle A.

Figure n° 23: Evolution de la température du microclimat chez la variété Cardinalde la Parcelle B

Figure n° 24: Le poids d'une grappe selon l'exposition pour la parcelle A.

Figure n° 25 : Le poids d'une grappe selon l'exposition pour la parcelle B.

Figure n° 26 : Le poids de 200 baies selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle A.

Figure n°27 : Le poids de 200 baies selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle B.

Figure n° 28: Le poids de 100 baies selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle A.

Figure n° 29 : Le poids de 100 baies selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle B.

Figure n° 30: Le poids d'une baie selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle A.

Figure n°31: Le poids d'une baie selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle B.

Figure n° 32 : L'acidité totale selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle A.

Figure n° 33 : L'acidité totale selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle B.

Figure n° 34 : L'acidité Titrable selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle A.

Figure n° 35 :L'acidité Titrable selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle B.

Figure n° 36: Le pH selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle A.

Figure n° 37 : Le pH selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle B.

Figure n° 38: Les sucres totaux selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle A

Figure n° 39 : Les sucres totaux selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle B.

Figure n° 40 : Les sucres réducteurs selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle A.

Figure n° 41: Les sucres réducteurs selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle B.

Figure n° 42: Le saccharose selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle A.

Figure n° 43: Le saccharose selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle B.

Figure n°44 : Les polyphénols totaux selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle A.

Figure n° 45: Les polyphénols totaux selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle B.

Figure n°46: les stades repères de la vigne.

Figure n°47: les stades repères de la vigne.

Liste des tableaux

Tableau n°01: Différences morphologiques entre les vraies vignes et Muscadinia

Tableau n°02 : productions viticoles en Algérie.

Tableau n°03 : productions viticoles dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

Tableau n°04 : Répartition des cépages dans la zone d'étude

Tableau n°05 Evolution des baies de raisins pendant les quatre phases de croissance

Tableau n°06 : Composition du raisin souhaitable pour les différents objectifs.

Tableau n°07 : Moyenne des précipitations (en mm) de quatre périodes (2010-2011), (2011-2012), (2012-2013) et (2013-2014).

Tableau n°08 : Les températures annuelles, mensuelles, maximales et minimales pour quatre périodes (2010-2011) , (2011-2012),(2012-2013) et (2013-2014).

Tableau n°09: Différents éléments météorologiques pour la campagne 2013/2014

Tableau n°10:Températures et précipitations de la campagne (2013-2014).

Tableau n° 11: Les caractéristiques générales de la parcelle A.

Tableau n°12: Les caractéristiques générales de la parcelle B.

Tableau n° 13: Résultat des analyses physico-chimiques de la parcelle A.

Tableau n° 14 : Résultat des analyses physico-chimiques de la parcelle B.

Tableau n°15: L'analyse physico-chimique du sol de la parcelle A

Tableau n°16: L'analyse physico-chimique du sol de la parcelle B

Tableau n°17: L'analyse de la variance de la température de l'échantillonnage 2 du Cardinal

Tableau n°18: L'analyse de la variance de la température de l'échantillonnage 1 du Cardinal

Tableau n°19: L'analyse de la variance du poids de la grappe du Cardinal.

Tableau n°20: la Surface foliaire exposée.

Tableau n°21: L'analyse de la variance du poids de 200 baies du 2^{ème} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°22: L'analyse de la variance de la température de l'échantillonnage 3 du Cardinal.

Tableau n°23: L'analyse de la variance du poids de 100 baies du 1^{er} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°24: L'analyse de la variance du poids de 100 baies du 2^{ème} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°25: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour le poids moyen d'une baie chez le Cardinal pendant le 1^{er} échantillonnage.

Tableau n°26: L'analyse de la variance du poids de la baie du 2^{ème} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°27: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour le poids moyen d'une baiechez le Cardinal pendant le 2^{ème} échantillonnage.

Tableau n°28: L'analyse de la variance du poids de la baie du 3^{ème} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°29: L'analyse de la variance de l'acidité titrable du 1^{er} échantillonnage du Cardinal

Tableau n°30: L'analyse de la variance de l'acidité titrable du 2^{ème} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°31: L'analyse de la variance de l'acidité titrable du 3^{ème} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°32: L'analyse de la variance du poids de la baie du 1^{er} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°33: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour le poids moyen de 100 baies chez le Cardinal pendant le 2^{ème} échantillonnage.

Tableau n°34: L'analyse de la variance du poids de 100 baies du 3^{ème} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°35: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour le poids moyen de 100 baies chez le Cardinal pendant le 3^{ème} échantillonnage.

Tableau n°36: L'analyse de la variance du poids de 200 baies du 1^{er} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°37: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour le poids moyen de 200 baies chez le Cardinal pendant le 1^{er} échantillonnage.

Tableau n°38: L'analyse de la variance du poids de 200 baies du 2^{ème} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°39: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour le poids moyen de 200 baies chez le Cardinal pendant le 2^{ème} échantillonnage.

Tableau n°40: L'analyse de la variance du poids de 200 baies du 3^{ème} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°41: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour le poids moyen de 200 baies chez le Cardinal pendant le 3^{ème} échantillonnage.

Tableau n°42: L'analyse de la variance du poids de la grappe du Cardinal.

Tableau n°43 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour le poids moyen d'une grappe chez le Cardinal pendant le 3^{ème} échantillonnage.

Tableau n°44: L'analyse de la variance de l'acidité titrable du 1^{er} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°45 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en acidité titrable chez le Cardinal pendant le 1^{er} échantillonnage.

Tableau n°46: L'analyse de la variance de l'acidité titrable du 2^{ème} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°47 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en acidité titrable chez le Cardinal pendant le 2^{ème} échantillonnage.

Tableau n°48: L'analyse de la variance de l'acidité titrable du 3^{ème} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°49 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en acidité titrable chez le Cardinal pendant le 3^{ème} échantillonnage.

Tableau n°50: L'analyse de la variance de l'acidité totale du 1^{er} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°51 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en acidité totale chez le Cardinal pendant le 1^{er} échantillonnage

Tableau n°52: L'analyse de la variance de l'acidité totale du 2^{ème} échantillonnage du Cardinal .

Tableau n°53: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en acidité totale chez le Cardinal pendant le 2^{ème} échantillonnage.

Tableau n°54: L'analyse de la variance de l'acidité totale du 3^{ème} échantillonnage du Cardinal .

Tableau n°55: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en acidité totale chez le Cardinal pendant le 3^{ème} échantillonnage.

Tableau n°56: L'analyse de la variance de pH du 1^{er} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°57 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en pH chez le Cardinal pendant le 1^{er} échantillonnage.

Tableau n°58: L'analyse de la variance de pH du 2^{ème} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°59 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en pH chez le Cardinal pendant le 2^{ème} échantillonnage.

Tableau n°60: L'analyse de la variance de pH du 3^{ème} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°61 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en pH chez le Cardinal pendant le 3^{ème} échantillonnage

Tableau n°62: L'analyse de la variance des sucres totaux du 1^{er} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°63: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en sucres totaux chez le Cardinal pendant le 1^{er} échantillonnage.

Tableau n°64: L'analyse de la variance des sucres totaux du 2^{ème} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°65: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en sucres totaux chez le Cardinal pendant le 2^{ème} échantillonnage

Tableau n°66: L'analyse de la variance des sucres totaux du 3^{ème} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°67: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en sucres totaux chez le Cardinal pendant le 3^{ème} échantillonnage.

Tableau n°68: L'analyse de la variance des sucres réducteurs du 1^{er} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°69 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en sucres réducteurs chez le Cardinal pendant le 1^{er} échantillonnage.

Tableau n°70: L'analyse de la variance des sucres réducteurs du 2^{ème} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°71 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en sucres réducteurs chez le Cardinal pendant le 2^{ème} échantillonnage.

Tableau n°72: L'analyse de la variance des sucres réducteurs du 3^{ème} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°73 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en sucres réducteurs chez le Cardinal pendant le 3^{ème} échantillonnage.

Tableau n°74: L'analyse de la variance du saccharose du 1^{er} échantillonnage du Cardinal

Tableau n°75 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en saccharose chez le Cardinal pendant le 1^{er} échantillonnage.

Tableau n°76: L'analyse de la variance du saccharose du 2^{ème} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°77 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en saccharose chez le Cardinal pendant le 2^{ème} échantillonnage.

Tableau n°78: L'analyse de la variance du saccharose du 3^{ème} échantillonnage du Cardinal

Tableau n°79 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en saccharose chez le Cardinal pendant le 3^{ème} échantillonnage.

Tableau n°80: L'analyse de la variance des polyphénols totaux du 1^{er} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°81: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en polyphénols totaux chez le Cardinal pendant le 1^{er} échantillonnage

Tableau n°82: L'analyse de la variance des polyphénols totaux du 2^{ème} échantillonnage du Cardinal.

Tableau n°83 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en polyphénols totaux chez le Cardinal pendant le 2^{ème} échantillonnage

Tableau n°84: L'analyse de la variance des polyphénols totaux du 3^{ème} échantillonnage du Cardinal

Tableau n°85 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en polyphénols totaux chez le Cardinal pendant le 3^{ème} échantillonnage.

Tableau n°86: Résultats des prélèvements thermiques sur Cardinal

Tableau n°87. Les champignons et les parasites de la vigne.

Tableau n°88. Les maladies causées par les procaryotes intracellulaires (jaunisses à phytoplasmes et bactéries de vigne).

Tableau n°89. Les viroïdes de la vigne.

Tableau n° 92. Les animaux parasites de la vigne.

Tableau n°91 : Les virus de la vigne et leur classification systématique.

.

.

Sommaire

Plan de travail

Introduction	1
--------------------	---

Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur la vigne

I-1- Origine et historique de la vigne	4
I-2- Importance économique de la viticulture	5
I-3-Morphologie et anatomie de Vitis Vinifera L	9
I-3-1. Organes végétatifs	9
I-3-1-1. Le tronc	9
I-3-1-2. Le système racinaire	10
I-3-1-3. Les rameaux et le sarment	10
I-3-1-4. La feuille	10
I-3-1-5. Les bourgeons	11
I-3-1-6. Les vrilles.....	12
I-3-2. Organes reproducteurs.....	13
I-3-2-1. L'inflorescence	13
I-3-2-2. La fleur	14
I-3-2-3. La grappe	15
I-3-2-4. Les baies	15
I-3-2-5. La graine	16
I-4.Cycle de développement de la vigne	16
I-4-1-Le cycle végétatif	17
I-4-2-Le cycle reproducteur	18
I-5.Contraintes et exigences de la vigne	22
1-5-1 - Exigences minérales	22
I-5-2-Le sol.....	22
1-5-3 - Le climat.....	23
I-5-3-1- Indices Thermiques.....	24

Chapitre II : Physiologie de la vigne

II-1 Développement de la baie de raisin	27
II-2. Croissance et métabolisme de la baie.....	27
II-3. Régulation hormonale	32
II-3-1. La phase de maturation	32
II-4. Les composés phénoliques au cours du développement de la baie	33
II-4-1. Les composés non flavonoïdes	33
II-4-2. Les flavonoïdes	34
II-4-2-1. Les anthocyanes	34
II-4-2-2. Les flavanols ou proanthocyanidines	36
II-5. Les facteurs déterminant la qualité des raisins.....	38

Partie II : Partie expérimentale : Chapitre I : Présentation de la zone expérimentale

I- Description des sites d'étude	41
I-1- Les caractéristiques édaphiques	41
I-1-1 Echantillonnage des sols	42
I-1-2. Analyses physiques	42
I-1-2-1. La granulométrie	42
I-1-3. Analyses chimiques	43
I-1-3-1. Le pH	43
I-1-3-2. La matière organique	43
I-2- Données climatiques	44
I.2.1. la pluviométrie	44
I.2.2. La température	46
I-2-3 L'humidité relative de l'air	48
I.3. Les accidents climatiques	48
I-3-1. Les gelées	48
I-3-2- La grêle	48
I-3-3- Les vents	49
I-3-4- Le sirocco	49

I-3-5- Le brouillard.....	50
I.4. La synthèse climatique	50

Chapitre II : Matériels et méthodes

I-Dispositif expérimental	53
II - Matériel végétal	53
II-1-Cardinal	54
II-2- Le porte-greffe	55
II-2-1- Le SO ₄	55
III- Méthodologie de travail	55
III-1-La dynamique microclimatique	55
III-2-La qualité agro-technologique du raisin	56
III-2-1 –Echantillonnage du raisin	56
III-2-1-1-Les paramètres étudiés	57
III-2-1-1-1-Les pesés.....	57
III-2-1-1-2-.Le broyage	57
III-2-1-1-3Filtration	57
IV-Les méthodes utilisées	58
IV-1-Le pH.....	58
IV-2.L'acidité titrable	58
IV-3.L'acidité totale	59
IV-4.Les sucres totaux et les sucres réducteurs	59
IV-5.Les polyphénols totaux	61
IV-6.La surface foliaire exposée	61
VI- Les analyses statistiques	62
VI-1-Analyse de la Variance (ANOVA)	62
VI-2-Tests de Newman-Keuls	62

Partie III : Résultats et discussion

I- Evaluation des résultats	63
I-1- Température	64
I-2-Etudes des caractères physiques.....	66
I-2-1- Le poids d'une baie	66
1-2-2-Le poids de 100 baies	67

I-2-3- Le poids de 200 baies	69
I-2-4- Le poids d'une grappe	70
I-3- Etudes des caractères biochimiques	71
I-3-1- Acidité totale	71
I-3-2- Acidité titrable	73
I-3-3- Le pH	74
I-3-4- Sucres totaux	76
I-3-5- Sucres réducteurs	77
I-3-6-Saccharose:	78
I-3-7.Polyphénols totaux	80
I-4-Les caractéristiques édaphiques	81
I-5. La surface foliaire exposée	83
II-L'analyse de la variance	84
II-1-Température	84
II-2- Le poids de la baie	86
II-3-Le poids de 100 baies	88
II-4- Le poids de 200 baies	89
II-5-Le poids de la grappe	90
II-6- l'acidité titrable	91
II-7- L'acidité totale	93
II-8- le pH.....	94
II-9- Le taux des sucres totaux	96
II-10- Les sucres réducteurs	97
II-11- Saccharose	99
II-12.Polyphénols totaux	100
Conclusion générale	103
Annexes	
Références bibliographiques	

Liste des abréviations

A T : Acidité totale.

Cm : Centimètre.

DO : Densité optique.

D.S.A : Direction des services agricoles.

ED : Eau distillée.

FAO : Foods and Agriculture Organisation « L'organisation des Nations unies pour L'alimentation et l'agriculture ».

Gr: Gramme.

Ha : Hectare.

hl : Hectolitre

ml : Millilitre.

IFV : Institut français de la vigne.

INRA : Institut national de recherches agronomiques.

ITAFV : Institut technique d'Arboriculture fruitière et de la vigne.

J.C.:Jésus Christ

Meq : Milliéquivalent.

M ha : Million d'hectare.

Mq : Milliers de quintaux.

Mhl : Million d'hectolitre.

Mm : Millimètre.

M qx : Million de quintaux.

OIV : Office International de la Vigne et du Vin.

O.N.M. Office nationale de météorologie.

P : Précipitation.

pH : Potentiel d'hydrogène.

Qx : Quintaux.

SAT: Surface agricole Totale.

SAU : Surface agricole utile.

SR : Sucres réducteurs.

ST : Sucres totaux.

T moy : Température moyenne.

T sach : Teneur en saccharose.

T°C : Température en degrés Celsius.

ONCV : Office national de commercialisation des produits vitivinicoles.

SE : Sud-est.

NW : Nord-ouest.

SW : Sud-ouest.

NE : Nord-est.

Introduction générale

Introduction générale

L'espèce *Vitis vinifera*, revêt une importance culturelle liée à une longue tradition de culture dans les pays surtout méditerranéens. La Vigne dont l'histoire est si ancienne, est une plante pérenne, grimpante, à croissance indéterminée, capable de se multiplier par voie sexuée, par bouturage ou par greffage (**Gary et al. 2003**). Comme toutes les espèces rustiques, la vigne a la capacité de se développer sur les terres les plus riches et de mettre en valeur les sols pauvres et les sols mal exposés.

L'Algérie a une longue histoire de viticulture et une tradition riche dues au passage de beaucoup de populations et civilisations. Pour beaucoup de siècles, cette situation a fait de l'Algérie l'endroit du choix pour la production et échange de la matière végétale Cette transmission a mené à l'existence d'un héritage en vigne tout à fait grand, avec également la naissance de nombreux cas d'homonymie et de synonymie variétale (**Levadoux et al. 1971**).

Elle constitue un patrimoine très riche sous ses deux formes; sauvage et cultivée, et elle a toujours occupé une place dans les traditions des populations, la constitution d'un vignoble nécessite du temps : il faut attendre 3 ans pour obtenir les premiers fruits, 10 à 12ans pour avoir un rendement significatif, et 25 ans pour arriver à la pleine production. La qualité organoleptique augmente avec l'âge du cep (**Galet, 2000**).

La lumière, influe sur l'évolution de la composition de la baie : accumulation des sucres, dégradation des acides, synthèse et dégradation des composés phénoliques, évolution des arômes. Le rendement est en corrélation hautement significative avec le nombre de grappes (**Smart et al, 1985 ; Jackson, 1986 ; Botha et al, 2004**).

La vigne est l'espèce végétale la plus cultivée dans le monde (**Marchive, 2006**). Son importance économique considérable, en effet selon la publication de l'O.I.V(2013), la Surface globale du vignoble mondial couvre environ 7.519 millions /ha dans le monde sur l'ensemble des cinq continents. La production mondiale de raisin s'élève à 751 Mioq (raisins destinés à tous types d'utilisation).

Le fruit est commercialisé comme frais ou transformé (jus de fruits, mais surtout utilisé pour la production du vin) ou alors comme raisin sec.

Introduction générale

Il existe également d'autres sous produits issus de la culture de la vigne : mouts, alcool de distillation, tartres, de dérivés alimentaires (huile de pépin) et des produits cosmétiques.

L'Algérie dispose d'un patrimoine viticole comptant non moins d'une soixantaine de variétés autochtones, qui se distingueraient par leur résistance aux conditions pédoclimatiques stressantes (sécheresse, salinité, sols calcaires,...). (**Nada Temmer, 2006**).

Cependant, malgré cette richesse variétale, l'attention de l'agriculteur guidée certes par les préférences du consommateur, a été toujours orientée vers les variétés introduites notamment le Cardinal, Dattier de Beyrouth et le Muscat, jugées commercialement plus intéressantes. Cet état de fait a largement contribué au délaissement progressif des variétés locales et par conséquent à leur érosion génétique.

Ces dernières années le gouvernement accorde à ce secteur un intérêt particulier, l'accent est mis sur le développement des vignobles de raisins de table, la wilaya de Boumerdès est la plus productive en 2013 ,avec 2,56 millions de qx de raisins et un rendement d'environ 298.3 qx/ha .Les principales variétés cultivées sont le Dabouki (Sabel),le Gros noir, Alphonse Lavallée,le Red globe, le Dattier, le Victoria et le Cardinal (**ITAFV ,2015**).

À rappeler qu'entre 40%à 45% de la production nationale algérienne de raisin de tableprovient des vignobles des plaines qui entourent le Col des Béni Aïcha dans la Wilaya de Boumerdès.

Actuellement, la viticulture occupe une superficie de 73 314 ha et représente 6% de la SAU occupée par les plantations d'espèces pérennes. Elle constitue la 4^{ème} culture pérenne sur le plan de surface et représente le 2^{ème} poste à l'exportation.

Compte tenu de l'importance économique et sociale de sa culture et de l'aspect physiologique particulier à cette espèce, la gestion de sa canopée est une source importante pour l'amélioration de la production en qualité et en quantité. Ainsi le but de ce travail est de contribuer à l'étude de l'influence des facteurs pédoclimatiques et topographiques sur les caractéristiques physico-chimiques et la qualité organoleptique des raisins

Introduction générale

(pH, acidité totale, acidité titrable, sucres totaux, sucres réducteurs, saccharose, polyphénols totaux, poids des baies et grappes.

A cet effet nous avons essayé d'établir les possibles relations entre les différents paramètres cités précédemment sur l'amélioration de la production de la variété de raisin de table : le Cardinal.



Chapitre I

Généralités sur la vigne

I-1- Origine et historique de la vigne :

La vigne appartient à la famille des Vitacées ou Ampélidacées. Les plantes de cette famille sont des arbrisseaux grimpants, comme des lianes à tige sarmenteuse, parfois herbacée, possédant des vrilles opposées aux feuilles.

Le genre *Vitis*, auquel appartiennent les vignes cultivées, est divisé en deux sections ou sous-genres: *Vitis* (ex. *Euvitis*) et *Muscadinia*. Toutes les espèces du genre *Vitis* sont des plantes à tiges sarmenteuses, munies de vrilles ou d'inflorescences opposées aux feuilles. Les espèces des deux sections se distinguent par les principaux caractères suivants: les Ampélidacées comprennent 18 genres vivant surtout dans la zone intertropicale du globe, dont seul, le genre *Vitis* a une importance agronomique (**Huglin et Schneider, 1998**).

Les espèces composant le genre *Vitis* (familles des vitacées) sont séparées en deux sous-genres, *Muscadinia* qui possède $2n=40$ chromosomes et *Vitis* à $2n=38$ chromosomes. Le genre *Vitis* est divisé en deux sections ou sous genres : les vraies vignes (*Euvitis*) et *Muscadinia* (**Reynier, 2007**) qui se distinguent en fonction des caractéristiques anatomiques, cytologiques et morphologiques (**Mullins et al. 1992**). (Tab 1).

Tableau 1: Différences morphologiques entre les vraies vignes et *Muscadinia*

Caractéristiques	Vraies vignes(<i>Euvitis</i>)	<i>Muscadinia</i>
Vrilles	Fourchues	Simple
Ecorce du sarment	Non adhérente	Adhérente, à lenticelles
Diaphragme du nœud	Présent	Absent
Nombre de chromosomes	$2n=38$	$2n=40$

Reynier (2007).

L'histoire de la vigne est si ancienne qu'elle se confond avec l'histoire de l'homme (**camp 2008**). La bible fait remonter la culture de la vigne à Noé, qui « fut le premier agriculteur. Il planta une vigne et il en a but le vin » (**Rowley et Ribaut, 2003**).

Les premières traces de ceps de vigne ont été découvertes dans l'actuelle Géorgie et datent de plus de 7000 ans (**Rowley et Ribaut, 2003**). C'est à cette étape du développement de l'humanité, que les sociétés humaines d'Europe et du Proche Orient ont commencé à se sédentariser et à pratiquer l'agriculture. L'art de la viticulture remonterait donc à cette époque (**Johnson, 1990**).

De la Géorgie, la culture de la vigne se serait répandue dans tous les pays tempérés depuis l'Inde jusqu'à l'Occident européen (**Enjalbert H. 1975 in Joly, 2005**).

Les vignes vraies (genre *Vitis*) apparaissent au cours de l'époque tertiaire. Le climat chaud et régulier du miocène semble avoir permis à la vigne de s'étendre au-delà du cercle polaire. Des bouleversements climatiques de l'époque quaternaire provoquent la disparition de toutes les plantes du genre *Vitis* au nord des Alpes. En revanche, elles se maintiennent dans les zones refuges constituées par le pourtour de la méditerranée, la région de la mer noire et le Moyen-Orient (**This P et al. 2003**).

La vigne sauvage a probablement son origine dans les régions humides et à climat doux au Sud de la mer Caspienne et dans les côtes méridionales de la mer noire. Lors des glaciations, la vigne sauvage s'est probablement réfugiée dans des microclimats protégés de la côte méditerranéenne (**Di Vecchi, 2007**).

Les migrations des Hommes ont assuré le transport des premiers cépages vers d'autres régions où ils ont continué à évoluer au cours des millénaires. Ils ont pu ensuite se croiser avec les lambrusques autochtones (**Di Vecchi, 2007**).

L'évolution de l'espèce *V. vinifera* ne s'est pas arrêtée, l'apparition de diverses maladies telles que le phylloxera en Europe, et le mildiou aux Etats-Unis d'Amérique a incité les chercheurs à créer de nouvelles variétés résistantes à ces maladies (**Huglin et Schneider, 1998**).

I-2- Importance économique de la viticulture :

La vigne est l'espèce fruitière la plus cultivée dans le monde en termes de surface et de valeur économique (**Marchive, 2006**).

Son importance économique considérable se situe au niveau de la production de fruits, le raisin, commercialisé comme raisin de table, jus de fruits, mais surtout utilisé pour la production du vin. La superficie totale du vignoble mondial (7,519 millions d'hectare) est en baisse, principalement du fait de la réduction des vignobles européens. Cette réduction a été partiellement compensée par l'augmentation des superficies plantées dans le reste du monde. En Chine et en Amérique du Sud, le vignoble total a poursuivi sa croissance : ces régions constituent les principaux foyers de développement du vignoble au niveau mondial.

La production mondiale de raisin s'élève à 751 Mio q (raisins destinés à tous types d'utilisation). La tendance en matière de production de raisin est à la hausse (+17 % en 2000), en dépit d'une diminution de la superficie du vignoble : cela peut en partie s'expliquer par une hausse des rendements, par des conditions climatiques particulièrement favorables dans certains pays, ainsi que par l'amélioration continue des techniques viticoles **(Rapport statistique 2013 de l'OIV)**.

La culture vinicole a longtemps représenté la richesse de l'Algérie, bien avant la découverte de « l'or noir ». Jusqu'à l'indépendance, le vin était la fierté de l'économie algérienne. En 1962, le vignoble occupait 366 000 ha dont 346 000 de raisins de cuve, produisant jusqu'à 18 millions d'hl de vin. **(Anonyme ,2005)**.

Cette culture représentait 50% des exploitations et 30% du potentiel agricole. Après l'indépendance. De 366 000 ha en 1962, le vignoble est passé à 100 000 ha au milieu des années 80, puis l'arrachage s'est accentué pour ne laisser que 38 000 ha en vigne de cuve en 2004 dont 90% dans la région Ouest du pays. La production a alors chuté jusqu'à 245 470 hl de vin. Actuellement, la viticulture occupe une superficie de 73 314 ha et représente 6% de la SAU occupée par les plantations. Elle constitue la 4^{ème} culture pérenne sur le plan de surface et représente le 2^{ème} poste à l'exportation, **(I.T.A.F.V d'Alger, 2013)**.

Dans beaucoup de zones et notamment au centre et à l'ouest du pays, la viticulture représente une utilisation optimale du sol. Mais les rendements réalisés sont relativement faibles. Ceci est probablement dû à la pluviométrie irrégulière au cours de l'année, aux cépages utilisés, à la vieillesse des plantations, aux itinéraires techniques appliqués inadéquats **(Basler, 2000)**.

➤ La plus importante production est réalisée dans la région Centre (75%), environ 25% à l'Ouest et elle est très faible à l'Est du pays. Les vignobles en production sont relativement âgés. La conduite se fait généralement de manière extensive **(Toumi, 2006)**.

Les productions de 2010- 2013 sont présentées dans le tableau (2)

Tableau N°2 : productions viticoles en Algérie

Année	Vignes de Table			Vigne de Cuve		
	Superficie en Ha	Production en Qx	Rendement en qx/ha	Superficie en Ha	Production en Hl	Rendement de production de raisin de cuve frais (qx/ha)
Campagne 2010/2011	50 482	4 743 285	114.3	29 373	157 257	31.1
Campagne 2011/2012	49 338	3 499 150	77.7	28 049	90 740	19.5
Campagne 2012/2013	47 224	4 732 566	111	26 827	106 573	26.9
Campagne 2013/2014	47 021	4 829 497	112.4	26 293	148 067	34.4

Source : ITAFVd'Alger 2015.

Selon les données statistiques de l'institut technique de l'arboriculture fruitière et de la vigne, les superficies du fait de l'arrachage de vieux vignobles, sont en régression entre les deux campagnes 2010/2011 et 2013/2014. Les rendements ont diminué de 114.3 qx/ha au 77.7 qx/ha entre la campagne 2010/2011 et 2011/2012 puis augmenté de 77.7 qx/ha à 112.4 qx/ha entre les campagnes 2011/2012 et 2013/2014, ceci s'explique par les conditions climatiques favorables durant le cycle végétatif de la vigne. **(ITAFV d'Alger 2015).**

Dans notre wilaya d'étude, les productions de 2010- 2014 sont présentées dans le tableau (3).

Tableau N°3 : productions viticoles dans la wilaya de Tizi-Ouzou.

	Vignes de Table		
Année	Superficie en Ha	Production en Qx	Rendement en qx/ha
Campagne 2010/2011	1279,1	109 544	95
Campagne 2011/2012	1270	194 982	163
Campagne 2012/2013	1237	185 759	158
Campagne 2013/2014	1237	207 328	178

Source : DSA de Tizi-Ouzou 2015.

De la campagne 2010/2011, à la campagne 2013/2014 ,il ya une chute des superficies de 1279,1 Ha à 1237 Ha , du fait de l'arrachage de vieux vignobles ,concernant le rendement et la production ,ils sont fluctuants à cause des conditions climatiques défavorables ont favorisé le développement des maladies cryptogamiques (mildiou, oïdium et botrytis) .Le cépage Cardinal représente 33% de la superficie en rapport avec une production de 80 899 Qx (voir tableau N° 04).

Tableau N°4 : Répartition des cépages dans la zone d'étude

Cépages	Superficies (Ha)	Superficies (%)	Production en Qx	Production (%).	Rendement en qx/ha
Cardinal	380	32,56	80 899	39,01	213
Dattier de Beyrouth	366	31,36	59 937	28,90	164
Gros noir	68	5,82	11 280	5,44	166
Dabouki (Sabel)	151	12,93	28 981	13,97	192
Muscat d'Alexandrie	65	5,56	9 932	4,79	153
Ahmar Bouamar	36,5	3,12	5 195	2,50	142
Red Glob	8,5	0,72	1 980	0,95	233
Mélange Variétal	92	7,88	9 124	4,40	99
Total	1 167	100 %	207 328	100 %	178

I - 3. Morphologie et anatomie de *Vitis vinifera* L :

La vigne est une plante ligneuse grimpante, à souche pérenne (**Reynier ,2007**), C'est une liane développant des tiges sarmenteuses qui peuvent s'accrocher, grâce à leurs vrilles, à des supports très divers, pour étaler son feuillage à la lumière.

Nous faisons ici état des connaissances sur la morphologie et l'anatomie des organes de la vigne.

I-3-1. Organes végétatifs :

I-3-1-1. Le tronc :

Le tronc des vignes n'est pas un fût droit, comme celui des arbres fruitiers ou forestiers, mais il est toujours flexueux, tordu autour des supports sur lesquels il grimpe et même lorsqu'il rampe sur le sol. Il se ramifie en plusieurs branches ou bras qui portent les tiges de l'année appelées rameaux tant qu'elles demeurent herbacées et sarments après l'aoûtement.

En dehors de son rôle de support, il sert au transport de la sève élaborée par l'intermédiaire des vaisseaux du bois et du liber, il joue également un rôle de réservoir pour les substances de réserve qui s'accumulent dans les cellules du bois et des rayons ligneux ou médullaires (**Galet, 2000**).

I-3-1-2. Système racinaire:

La racine se ramifie, au cours de son développement pour former un réseau de racines appelé « système racinaire » (**Reynier ,1991**).

Les racines d'une souche de vigne sont des racines adventives (**Huglin et Schneider, 1998**). Elles ont avant tout un rôle d'ancrage pour la plante. Elles ont pour fonctions principales de puiser dans le sol, l'eau et les matières minérales nécessaires à la vigne, mais aussi de produire des hormones de croissance (gibbérellines et cytokinines) (**Galet, 2000**). Elles constituent également un organe de réserve en accumulant les grains d'amidon synthétisés au niveau des feuilles (**Huglin et Schneider, 1998 ; Galet, 2000**).

I-3-1-3. Les rameaux et le sarment :

Le rameau de la vigne est formé d'une tige renflée de distance en distance, ce renflement constitue le nœud, tandis que l'intervalle compris entre deux nœuds consécutifs s'appelle mérithale (ou entre nœud). La longueur du sarment peut varier de moins d'un mètre à plusieurs mètres suivant la nature de l'espèce (**Huglin et Schneider, 1998**)

D'après **Galet (2000)**, le rameau herbacé a la même morphologie générale que le sarment observé après l'aoûtement ou à la chute des feuilles .Cependant, il présente les caractères particuliers.

Le rameau est terminé par un bourgeon terminal, il porte des inflorescences, des feuilles et des prompts-bourgeons.

I-3-1-4. La feuille :

La feuille prend naissance dans l'apex du rameau .On appelle initium foliaire l'endroit précis où a lieu cette induction (**Amaturda ,1960**), la feuille s'insère sur les rameaux au niveau des nœuds par l'intermédiaire des pétioles ; elles apparaissent au moment du débourrement avec l'éclatement des bourgeons. Leur importance physiologique est essentielle pour la vie de la vigne durant toute la période végétative qui se termine à l'automne par la chute des feuilles (**Galet, 2000**).

Sur les plantes adultes, les feuilles sont en position alterne et opposée alors que chez les jeunes plantes, issues de semis, les feuilles sont disposées en spire phyllotaxique de 2/5. Au niveau morphologique. La taille de la feuille varie de 50 à 500 cm², suivant la vigueur, les espèces et les cépages. Le limbe comprend cinq nervures principales qui partent du

point pétioleaire ; elles se ramifient en nervures secondaires. La villosité du limbe, la forme et la profondeur des dents, ainsi que la couleur interviennent également dans la description qui permet de classer les cépages (**Huglin et Schneider, 1998 ; Galet, 2000**).

I-3-1-5. Les bourgeons :

Un bourgeon est un embryon de rameau qui est constitué par un cône végétatif terminé par un méristème et muni d'ébauches de feuilles. Un œil est un complexe de bourgeons élémentaires rassemblés sous des écailles communes (**Reynier, 2007**).

Les bourgeons, qui sont des petits rameaux en réduction recouverts d'organes protecteurs, sont destinés à assurer la pérennité de la vigne d'une année à l'autre par leur croissance en donnant des rameaux, des feuilles, des inflorescences et des nouveaux bourgeons. Ils sont également indispensables pour assurer la multiplication végétative de la vigne (**Galet, 2000**).

❖ Différents types de bourgeons :

➤ **Bourgeon terminal** : il est à l'extrémité apicale du rameau, assure sa croissance en longueur par multiplication cellulaire et la différenciation de nouveaux méristèmes de nœuds, de feuilles, de bourgeons et de vrilles, il tombe à l'arrêt de croissance (**Reynier, 2007**) ;

➤ **Prompt bourgeon** : se distingue à côté de l'œil latent et à l'aisselle de la feuille, ce bourgeon est apte à se développer rapidement peu après sa formation sur le rameau, et donne naissance à des pousses réduites appelées entre-cœurs, rameaux anticipés ou rameaux secondaires. Chez certains cépages comme Grenache et Carignan, des inflorescences peuvent être observées (**Huglin, 1998 ; Reynier, 2003**).

➤ **Bourgeons latent** : il est dit aussi dormant parce qu'il ne se développe pas l'année de sa formation ; il reste à l'état de repos apparent. Il est composé de plusieurs bourgeons : un bourgeon principal encadré par un ou plusieurs bourgeons secondaires plus petits. Les bourgeons d'un même œil sont protégés de l'extérieur par la bourre et par deux écailles brunes. Le bourgeon principal est composé d'un cône végétatif, tige rudimentaire, portant les ébauches des organes des premiers méristèmes du futur rameau (ébauches de feuilles et d'inflorescences ou de vrilles) (**Reynier, 2007**).

➤ **Bourgeons de la couronne** : sur l'empatement c'est-à-dire au point d'attache du sarment sur le vieux bois de deux ans, on observe plusieurs bourgeons qui possèdent une

structure primitive, ils ne se développent que si le bourgeon principal est détruit et ils donnent souvent des rameaux peu fertiles. Le plus gros, que l'on peut parfois confondre avec le premier œil axillaire, est le bourrillon, qui est complexe et renferme toujours une grappe (**Reynier, 2007 ; Huglin, 1998**).

➤ **Bourgeons du vieux bois** : ce sont les bourgeons latents qui existent sous l'écorce qui ont pour origine les yeux basilaires qui ne sont pas débourrés les années précédentes.

Ces bourgeons peuvent demeurer au repos pendant plusieurs années (**Galet, 1993**) ; bien qu'ils aient un intérêt pratique du fait qu'ils donnent naissance à des gourmands qui puissent servir comme baguettes de rajeunissement pour les vieilles souches.

Selon **Champagnol (1984)**, la fertilité des gourmands pour certains cépages dépend surtout de l'expansion du système racinaire, l'état des trajets conducteurs et du niveau des réserves des organes vivaces.

❖ Fertilité des bourgeons:

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

La fertilité varie avec les cépages et constitue donc un caractère ampélographique. Le Pinot, par exemple, est un cépage fertile qui a en moyenne deux inflorescences par rameau (**Carolus, 1970; Huglin et Schneider, 1998; Galet, 1998 ; 2000; 2001**)

I-3-1-6. Les vrilles:(voir figure 1)

Elles permettent au rameau de s'agripper à différents supports (arbre, fil,...). Elles sont disposées du côté opposé au point d'insertion des feuilles sur le rameau.

En règle générale les vrilles de la vigne sont bifurquées.

Les vrilles, d'abord herbacées, deviennent ligneuses à l'automne (**Galet, 2000**) et leurs dimensions est un élément spécifiques de variétés (**Huglin, 1998**).

Fig. n°01: Vrilles portant des inflorescences.



I-3-2. Organes reproducteurs:

I-3-2-1. L'inflorescence:

L'inflorescence de la vigne est une inflorescence à deux bras. C'est une « grappe composée » qui porte des ramifications plus ou moins nombreuses et plus ou moins longues, (voir figure 2).

Les inflorescences apparaissent au printemps, dès l'éclatement des bourgeons et elles se présentent alors sous forme de petits cônes mamelonnés où l'on peut distinguer les bractées imbriquées qui couvrent les bouquets de fleurs (**Galet, 2000**).

La forme générale de l'inflorescence varie avec l'espèce et le cépage, et le nombre d'inflorescences portées par un rameau est très variable.

Fig n°02: Inflorescences



I-3-2-2. La fleur :

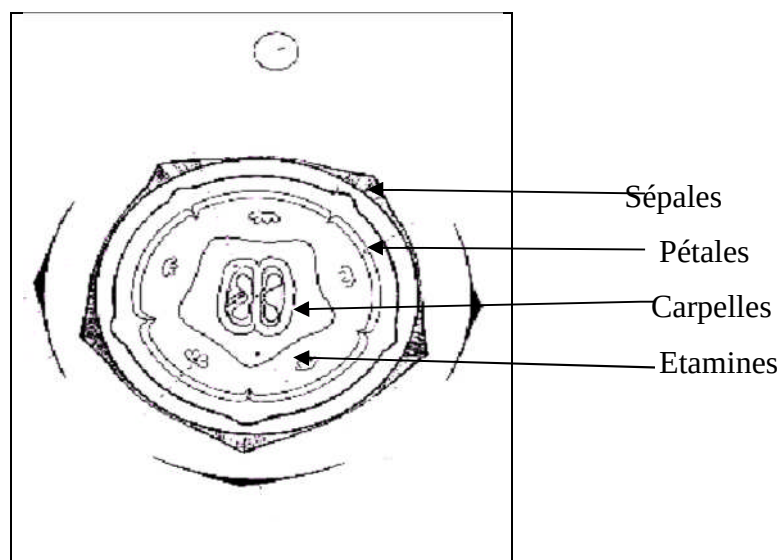
Les fleurs sont groupées en inflorescences ; selon la variété et le milieu, le nombre de fleurs par inflorescence peut varier d'une centaine à quelques milliers. La grande majorité des variétés à fruits possède des fleurs hermaphrodites. Quelques cépages sont cependant femelles et nécessitent donc des variétés pollinisatrices dans leurs plantations. Les espèces américaines et certaines espèces asiatiques sont dioïques, leurs variétés sont soit mâles, soit femelles, (**Huglin et Schneider, 1998**), (voir figure 3et 4).

Figure n°03 : Différentes formes de sexualité de la fleur de la vigne (**OIV. 1997**)



La formule florale est $5S+5P+5E+2C$ (**Galet ,1993**).Le nombre de fleurs par inflorescence varie de 100 à 1000 et constitue une caractéristique variétale (**Galet ,2000**).

Figure n° 04 : Diagramme de la fleur hermaphrodite (**Galet, 2000**).



I-3-2-3. La grappe:

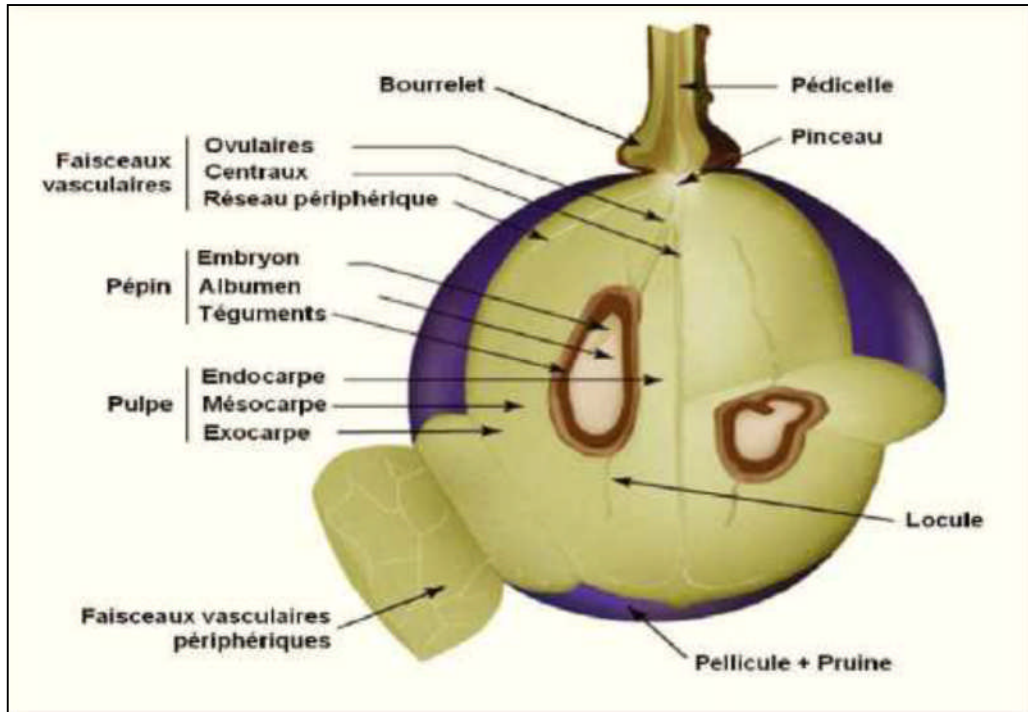
Après la nouaison des fleurs, les inflorescences sont communément appelées grappes. Selon les variétés et les conditions permanentes ou annuelles du milieu, le nombre de baies sera beaucoup plus réduit que celui des fleurs par suite de l'intervention du phénomène de coulure (**Huglin et Schneider, 1998**).

Les grappes peuvent varier de 6 à 24 cm de longueur, et de 100g à 500g pour la plupart des cépages, et peuvent dépasser 1kg pour quelques cépages. Les dimensions, les formes et d'autres particularités des grappes et des baies sont extrêmement variables et peuvent constituer des critères de reconnaissance des variétés (**Huglin et Schneider, 1998**).

I-3-2-4. Les baies :

Les baies sont constituées d'une pellicule entourant la pulpe, de faisceaux libéro-ligneux, nécessaire à l'alimentation de la baie, et de pépins. La couleur de la pellicule varie du vert au noir en passant par le jaune, le rose, le rouge, le bleu et le violet. C'est dans cette pellicule que sont localisées les substances aromatiques. La pulpe est colorée, uniquement chez les cépages dits « teinturiers » (**Huglin et Scheinder, 1998**), (Figure 5)

Figure n° 05 : Structure détaillée d'une baie de raisin (d'après **Coombe BG: 1992**).



I-3-2-5. La graine :

Les graines ou pépins proviennent de la fécondation des ovules. La graine possède une pointe ou bec, toujours plus ou moins accentuée, qui correspond au micropyle, une face dorsale renflée avec un sillon profond et élargi dans le centre, la chalaze, une partie ventrale avec deux fossettes séparées par une arête parcourue par le raphé.

Le nombre de pépins est en général de 4 par baie, il peut y avoir moins si tous les ovules ne sont pas fécondés ; dans certains cas les raisins n'ont pas du tous de pépins et sont dits apyrènes (Sultanine, Corinthe) (**Galet, 2000**).

I-4.Cycle de développement de la vigne : (voir figure 8et 9).

La croissance annuelle de la vigne débute au printemps, après la levée de la dormance des bourgeons, et se déroule sur sept mois environ, jusqu'à mi-automne.

Au cours de son développement, la vigne effectue deux cycles en concurrence. Le cycle végétatif assure la pérennité du cep grâce au développement de l'appareil végétatif. Le cycle reproducteur permet la formation des fleurs, puis des fruits.

I-4-1-Le cycle végétatif :

De novembre à février, la Vigne est en période de repos hivernal ou dormance.

-Au début du printemps, la reprise de l'activité végétative se manifeste par les « pleurs », correspondant à un écoulement de sève brute par les plaies dues à la taille (**Galet, 2000**).

-Le débourrement est la première manifestation visible de la reprise de la croissance. Une à trois semaines avant le débourrement, l'activité mitotique reprend d'abord au niveau des ébauches foliaires basales, puis vers l'anneau initial (**Carolus, 1970**). Un gonflement du bourgeon latent apparaît avant l'écartement des premières écailles, la bourre ou coton est rejeté(e), une pointe verte, puis les premières feuilles apparaissent.

-Le cycle végétatif se poursuit par une période de croissance, caractérisée par l'allongement des rameaux issus des bourgeons latents, l'étalement et l'accroissement des jeunes feuilles puis la naissance de nouvelles feuilles.

La croissance ralentit au moment de la floraison puis s'arrête fin Juillet-début Août (**Huglin et Schneider, 1998 ; Galet, 2000**). Au cours de la période de croissance, le méristème apical est très actif, puisqu'il initie de nouveaux organes (feuilles, bourgeons). Les « nouveaux » bourgeons latents évoluent rapidement. Des coupes longitudinales de ces bourgeons montrent que des primordia foliaires sont mis en place dès la formation du bourgeon (**Bugnon et Bessis, 1968; Carolus, 1970**). Parallèlement à la croissance en longueur assurée par le méristème apical primaire, pour le rameau, et par le méristème racinaire primaire, pour la racine, la croissance en épaisseur est assurée par les méristèmes secondaires (cambia ou assises libéro-ligneuses) (**Champagnol, 1984; Galet, 2000**).

Son arrêt se manifeste en général par la chute de l'apex terminal des rameaux.

Le cycle végétatif se termine par la défeuillaison et l'entrée en dormance des bourgeons.

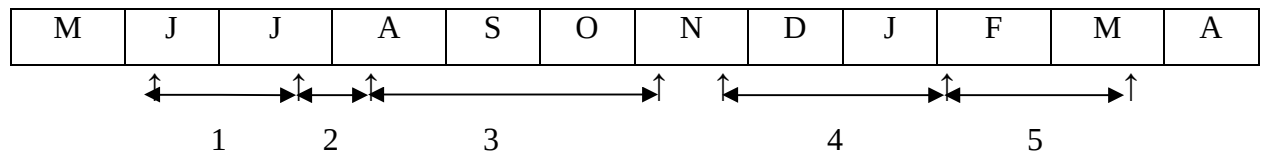
-L'aoûtement comme son nom l'indique, survient au mois d'Août et correspond à la maturation du bois. Il se caractérise par un brunissement de l'écorce, des rameaux, des vrilles et des grappes. Il s'accompagne d'une diminution de la teneur en eau des tissus du bois et d'une accumulation de réserves en amidon et de lignine dans les sarments, ce qui favorise la résistance des tissus au froid et pour permettre le début d'un nouveau cycle au printemps suivant (**Bugnon et Bessis, 1968 ; Huglin et Schneider, 1998 ; Galet, 2000, 2001**).

-Ces réserves accumulées proviennent des feuilles qui après l'arrêt de la croissance, se sont progressivement vidées de leur contenu, puis jaunissent ou rougissent selon les cépages et tombent ; c'est la « Défeuillaison ». Ainsi, la souche entre en repos hivernal.

-Après la chute des feuilles, la souche ne présente aucune activité végétative apparente, c'est la phase de dormance des bourgeons.

Selon **Galet (2000)**, la période de dormance des bourgeons comprend cinq phases montrées dans la figure 6:

Figure n°06: Phases de dormance chez la vigne (**Galet, 2000**).



1 : Pré-dormance.

2 : Entrée en dormance.

3 : Dormance.

4 : Post-dormance.

5 : Pré-débourrement.

I-4-2-Le cycle reproducteur :

C'est la phase correspondant à la reproduction qui est caractérisée par la croissance et la différenciation des organes reproducteurs et leur maturation (voir figure 07 et 08).

-L'initiation florale se produit dans les bourgeons latents, l'année de leur formation, en Juin-Juillet (**Galet, 2000**) soit environ un an avant la floraison (**Camps, 2008**).

Selon **Reynier (1989)**, cette initiation est l'aboutissement de deux phénomènes distincts :

- ✓ L'induction florale : phénomène physiologique de la perception du stimulus déterminant la différenciation d'un méristème vers la constitution d'une inflorescence. D'après les travaux d'**Addicot et al. (1964)**, la dormance est un « problème biochimique » lié à la présence de l'acide abscissique (**Galet, 1993**).

- ✓ L'initiation florale proprement dite : phénomène morphologique de la différenciation de l'inflorescence et des fleurs qui commence au printemps suivant, lorsque le bourgeon latent reprend son activité

-Peu après le débourrement, les inflorescences sortent des bourgeons et se développent. La floraison apparente débute lorsque les capuchons des boutons floraux tombent, de la base de l'inflorescence vers le sommet. Elle a lieu entre Mai et Juin et dure 5 à 10 jours (**Galet, 2000**).

-La libération du pollen, due à la floraison, et son transport correspondent à la pollinisation qui peut se faire de deux manières pour les fleurs hermaphrodites : soit par autogamie (autofécondation), ce qui semble être la règle générale pour Huglin, soit par allogamie (fécondation croisée), théorie privilégiée par Champagnol (**Champagnol, 1984 ; Huglin et Schneider, 1998**).

Reynier (2003) montre que chez les individus hermaphrodites, une meilleure pollinisation est permise par l'allogamie.

-La germination du grain de pollen est influencée par la température.

-Après la germination, le tube pollinique s'allonge et l'un des gamètes mâles s'unit à un gamète femelle pour donner un embryon.

Chez certains cépages, dits apyrènes, comme la Sultanine, la fécondation se passe normalement, mais l'embryon et l'albumen avortent ce qui conduit à la formation de pépins rudimentaires. La fécondation s'étale sur une quinzaine de jours.

-Après l'union des gamètes, l'ovule deviendra le pépin et l'ovaire se développe pour donner le fruit. On dit que la baie est nouée.

Le nombre de baies portées par une grappe est beaucoup plus faible que le nombre de fleurs portées par l'inflorescence. Ceci est en partie dû à la chute des fleurs non fécondées, mais également à la chute de baies en cours de formation. Dans ce cas, on parle de coulure.

Figure N° 07 : Cycle végétatif et reproducteur de la vigne (Reynier, 2007).

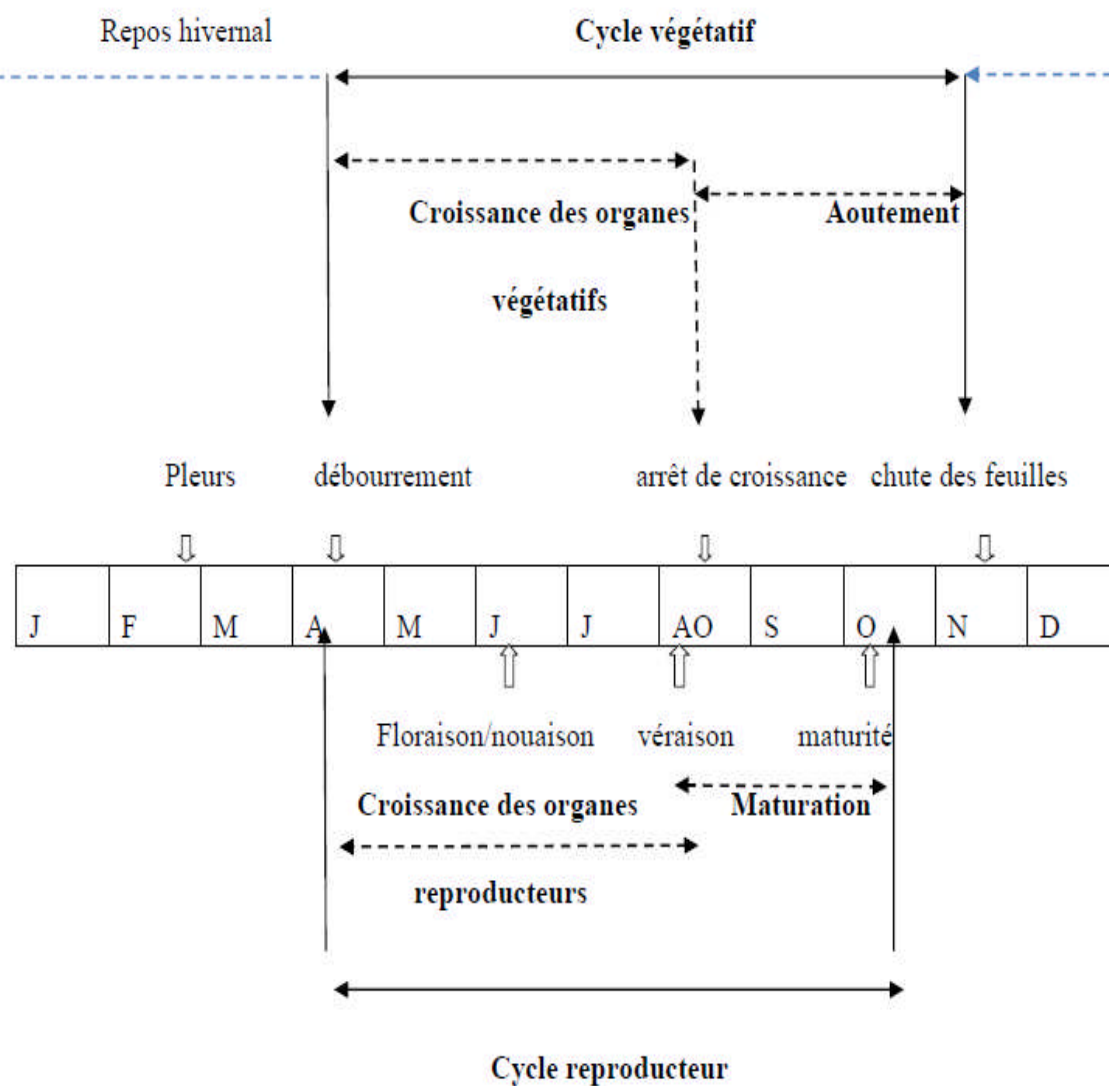
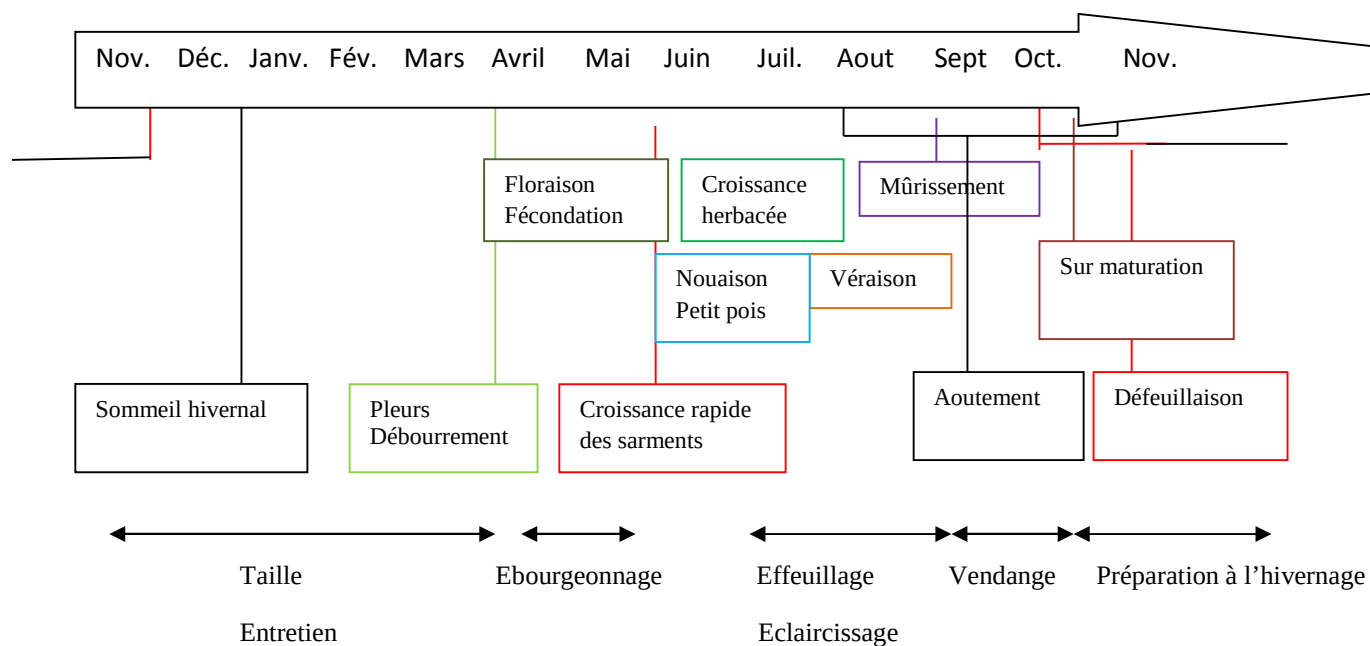


Figure N° 08 : Cycle phénologique de la vigne et périodes de réalisation des principaux travaux selon **Maugé (2010)**.



I-5. Contraintes et exigences de la vigne :

1-5-1 - Exigences minérales :

Comme toutes les plantes cultivées, la vigne prélève dans le sol les éléments nécessaires à la croissance de ces parties aériennes et souterraines ainsi que sa récolte

Dans le même temps, elle prélève dans le sol d'autres éléments qui interviennent dans la constitution du matériel végétal (acides aminés, protéines, ...) et dans son fonctionnement (transfert, réactions enzymatiques, ...) : il s'agit d'éléments minéraux représentant de 5 à 10% de la matière végétale.

Il faut souligner que la vigne ne doit pas seulement synthétiser des composés organiques tels que les sucres ou les acides aminés mais doit aussi élaborer et accumuler dans ses baies des produits indispensables à la qualité comme les composés phénoliques et les arômes, ce qui implique un fonctionnement de la plante tout à fait particulier, sous contrainte hydrique ou minérale.

Dans les éléments minéraux nous nous limiterons aux plus importants, à savoir l'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K), appelés éléments minéraux majeurs, le magnésium (Mg), le soufre (S), le fer (Fe), le cuivre (Cu), le manganèse (Mn), le zinc (Zn) appelés oligo-éléments, car ils sont présents en très petite quantités dans la plante. **(Delas J.2010).**

I-5-2-Le sol:

Le sol interagit avec le climat au niveau des effets limitant de l'eau, soit vis à vis de la sécheresse, ou de l'asphyxie. Une forte compaction du sol à mi-profondeur pose de sérieux problèmes d'enracinement et d'alternance de phénomène d'asphyxie et de sécheresse.

NB : Beaucoup d'auteurs et de vignerons attribuent une importance primordiale aux capacités de drainage du sol, combinaison de la topographie et de la pédologie (texture/sols légers sableux ou argileux lourds).

Le sol est parfois limitant en raison de son PH : trop acide ($\text{PH} < 3,5$) ou sols trop alcalins ($\text{PH} > 8,5$). Des carences minérales excessives difficiles à corriger sont limitantes. **(Carbonneau A. 2007).**

1-5-3 - Le climat :

Les conditions du milieu (température, luminosité et apport hydrique) ont une incidence sur la physiologie de la plante, en modifiant de manières diverses le processus de maturation.

La température, l'insolation et l'apport d'eau à la vigne sont les principaux facteurs qui influencent le développement et la maturation des baies. Puis, l'humidité relative, le vent, et la température du sol ont aussi des effets importants **(Calo et al. 1996 ; Tregoat et al. 2002).**

L'interaction entre la température et la radiation solaire peut optimiser la photosynthèse dans les feuilles et par conséquent l'accumulation de sucres dans la baie **(Calo et al. 1996).**

L'effet des hautes températures ainsi que la contrainte hydrique augmente la dégradation de l'acide malique encours de maturation **(Calo et al. 1996).**

L'insolation a un effet essentiel sur la synthèse d'anthocyanes et l'accumulation des sucres **(Hrazdina et al. 1984 ; Calo et al. 1996 ; Keller et al. 1998 ; Spayd et al. 2002).**

L'effet des hautes températures diurnes et des basses températures nocturnes favorise la synthèse d'anthocyanes.

Cependant, des températures trop hautes (de l'ordre de 35°C selon les cépages) peuvent provoquer une inhibition de la synthèse de ces composés et une augmentation de la dégradation des anthocyanes accumulées dans la baie **(Calo et al. 1996 ; Keller et al. 1998 ; Tomasi et al. 1999 ; Spayd et al. 2002).**

La température et l'insolation ont aussi un rôle fondamental sur la synthèse et la dégradation des composés de l'arôme **(Calo et al. 1996).**

La précocité du cycle phénologique dépend essentiellement de la température du sol, qui est en relation avec sa teneur en eau **(Morlat, 1989).**

La vigne doit subir pendant sa période végétative une accumulation de chaleurs journalières **(Crespy, 1987).**

D'après **Allweldt (1957)**, la vigne est considérée comme une plante à jour long ; par ailleurs **Vidal (1965)**, montre que la vigne exige, pour son évolution, une quantité de chaleur minimale (somme de température annuelle) obtenue en additionnant les températures moyennes diurnes depuis le jour de débourrement jusqu'au jour de maturité.

D'après **Ribereau-Gayou et Peynaud (1971)**, la culture de la vigne n'est possible que si la somme des températures moyennes dépasse 2480° C pendant tous le cycle.

I-5-3-1- Indices Thermiques :

Selon **Costacurta et Roselli (1980)**, l'identification des milieux les plus aptes a la culture de la vigne est basée sur plusieurs indices qui eux-mêmes expliquent les relations qui existent entre les conditions de lumière, la température, l'eau et les phénomènes végétatifs.

Branas et al (1946). Cité par **Hidalgo (1980)**, ont établi un indice d'un grand intérêt nommé **produit héliothérapique (PH)** :

$$PH = X \cdot H \cdot 10$$

Où X : la somme des températures efficaces,

H : le nombre d'heures d'illumination pendant la période active de végétation durant lesquelles les températures moyennes sont supérieures à 10° C (zéro de végétation).

Huglin (1978) a perfectionné l'**indice de Branas**, en prenant en considération les températures moyennes et maximales journalières et la longueur du jour, variable avec l'altitude :

$$IH = \sum ((Tm.Ja + Tx.Ja)/2) K$$

Où : Tm Ja : sont les températures moyennes journalières,

TxJa : sont les températures maximales journalières,

K : la longueur du jour qui varie avec l'altitude.

Huglin in Costacurta et Roseli (1980), a estimé que la limite minimale pour la culture de la vigne est de **IH** = 1500 et dans les régions semi arides **IH** = 1700 ;

ce qui démontre leur vocation viti-vinicole. La valeur limite de ce produit est fonction du cépage.

Par ailleurs, et dans le même contexte, **Constantinescu (1971)** à établi un indice bioclimatique qui tient compte de la somme des températures, de la somme des heures d'insolation et de celle des précipitations durant les jours de végétation active.

$$I_{bioclim} = (\sum Ta. \sum Te) / (P. NZVa. 10)$$

Où : Ta : est la somme des températures actives,

Te : est la somme des heures d'insolation,

P : est le nombre d'heures de précipitation,

N Z Va : est le nombre de jours de végétations actives.

La valeur 10 correspond aux conditions optimales. **Hidalgo (1980)** a proposé une rectification de cet indice, en tenant compte des températures efficaces (Te) principales responsables de la photosynthèse avec les précipitations annuelles (P), sans prendre en considération le nombre de jours actifs, car ce nombre est déjà considéré en Te et Ie :

$$IBc = ((\sum Te. \sum Ie) / P). 10^{-3}$$

Où : Te : est la température efficace,

Ie : désigne l'insolation,

P : est la précipitation annuelle.

De son côté, **Budan (1978)** a réuni les trois grands facteurs (climat, sol et plante) qui concourent à la réalisation du processus de croissance et de fructification, en une unique relation : c'est l'indice édaphoclimatique viticole :

$$I_{ec} = (\sum Ta. \sum Ie) / (ZV. Iua. 100)$$

Où : I e c : est l'indice édaphoclimatique,

Z v : le nombre de végétation active,

Iua est l'humidité moyenne active du sol,

Ta : la somme des T° moyennes active,

Ie : la somme des heures d'insolation.

La valeur favorable est de 5 à 8. L'indice hydrohéliothermique viticole de **Popa (1978)**, perfectionne le facteur eau dans la formule de **Constantinescu** :

$$IhIt = (Tm. \sum Ie) / (ETR_0.10)$$

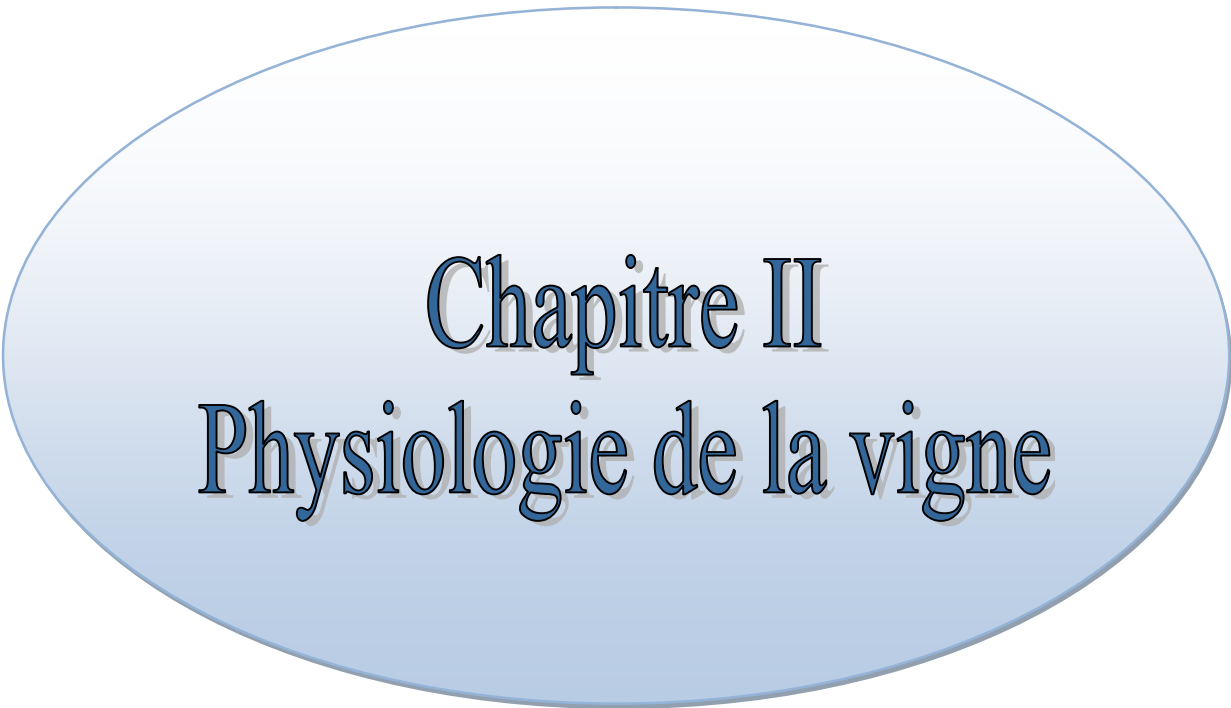
Où : Tm : est la température moyenne quotidienne,

ETR : E.V.T réelle optimale durant la période considéré.

Ie : la somme des heures d'insolation.

Huglin (1972) montre que ces indices donnent seulement des indications sur la possibilité viticole d'une zone et ne répondent pas toujours aux exigences.

L'indice bioclimatique de **Constantinescu**, considéré comme l'un des indices les plus complets et les plus important, ne peut pas être appliqué dans des conditions écologiques diverses, comme critère pour évaluer les conditions favorables à la culture de la vigne. (**Costacurta et Roselli ; Hidalgo, 1980**)



Chapitre II

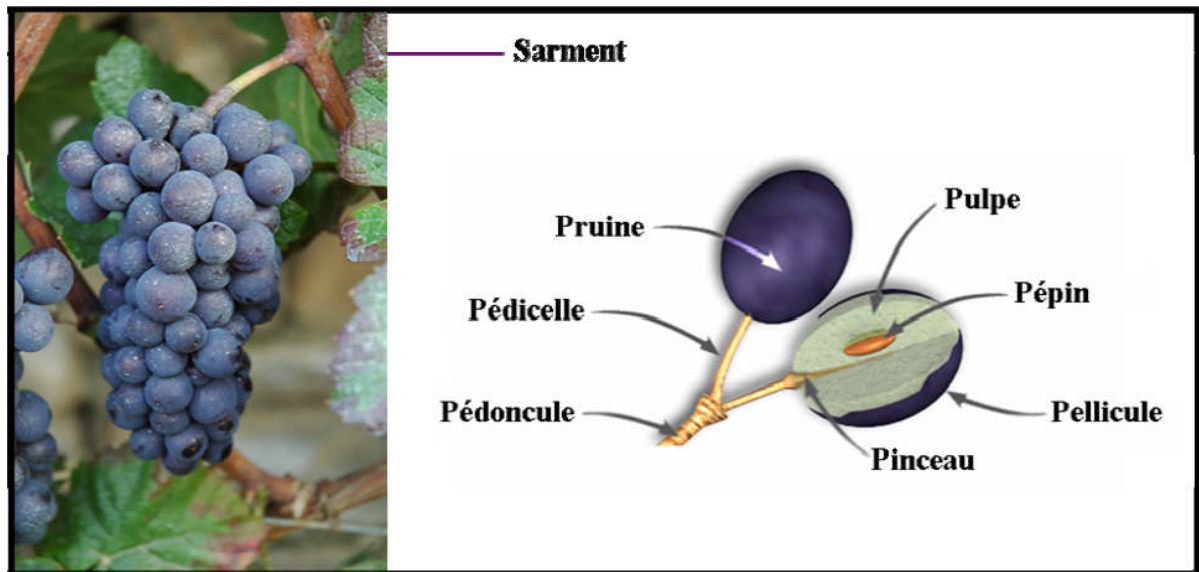
Physiologie de la vigne

II-1.Développement de la baie de raisin :

La grappe de raisin est un ensemble de fruits charnus, de type bai porté, par une rafle (**Champagnol 1984**). Elle comporte donc une charpente (rafle) et le(s) fruit(s), grains ou baies. Cette structure particulière du raisin a son importance car c'est l'ensemble de cet organe qui après la floraison et la nouaison va évoluer jusqu'à la récolte (figure 09).

Le développement des baies commence à la pollinisation et se poursuit jusqu'à l'état de maturité. Il se traduit par une croissance en volume des baies s'accompagnant d'une évolution de la composition chimique du raisin (sucres, acides et composés phénoliques) et de modifications des propriétés physiques de la baie. La variation de la teneur en composés phénoliques provoque le changement de la couleur et les modifications des structures pariétales des cellules, le ramollissement de la baie **(Coombe 1992)**.

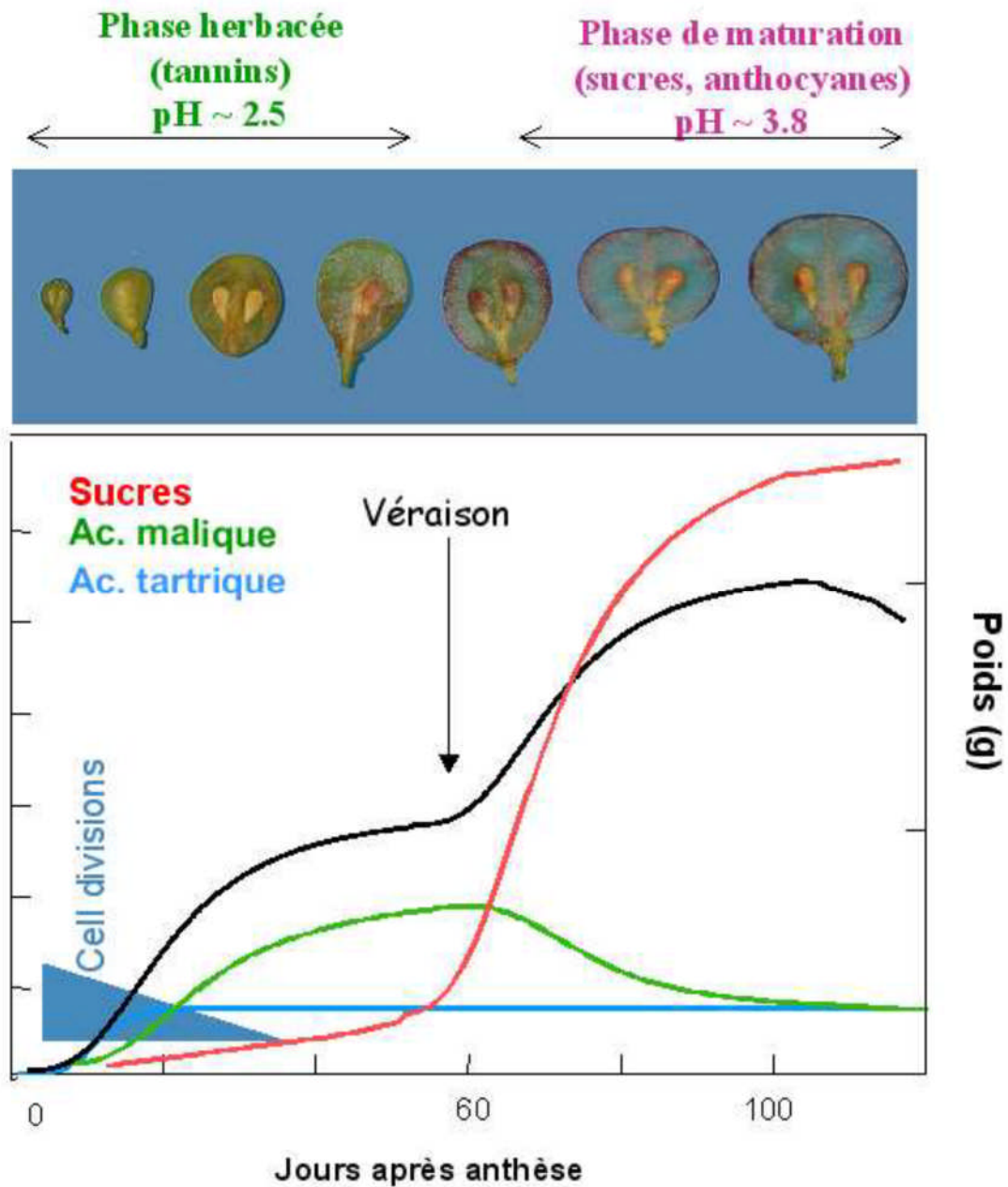
Figure n° 09: Organisation d'une baie de raisin (Coombe BG, Bovio M, Schneider A: 1987).



II-2. Croissance et métabolisme de la baie :

La croissance de la baie se caractérise par une évolution du poids et du volume suivant une courbe en deux étapes de croissance de type sigmoïde (**Coombe, 1976**), (figure 10).

Figure n°10. Courbe de développement du raisin et d'accumulation de sucres, d'acide malique et acide tartrique (Coombe, 1976).



Les deux phases principales de croissance sont croissance herbacée et maturation du raisin, séparées par une phase d'arrêt ou de ralentissement de la croissance.

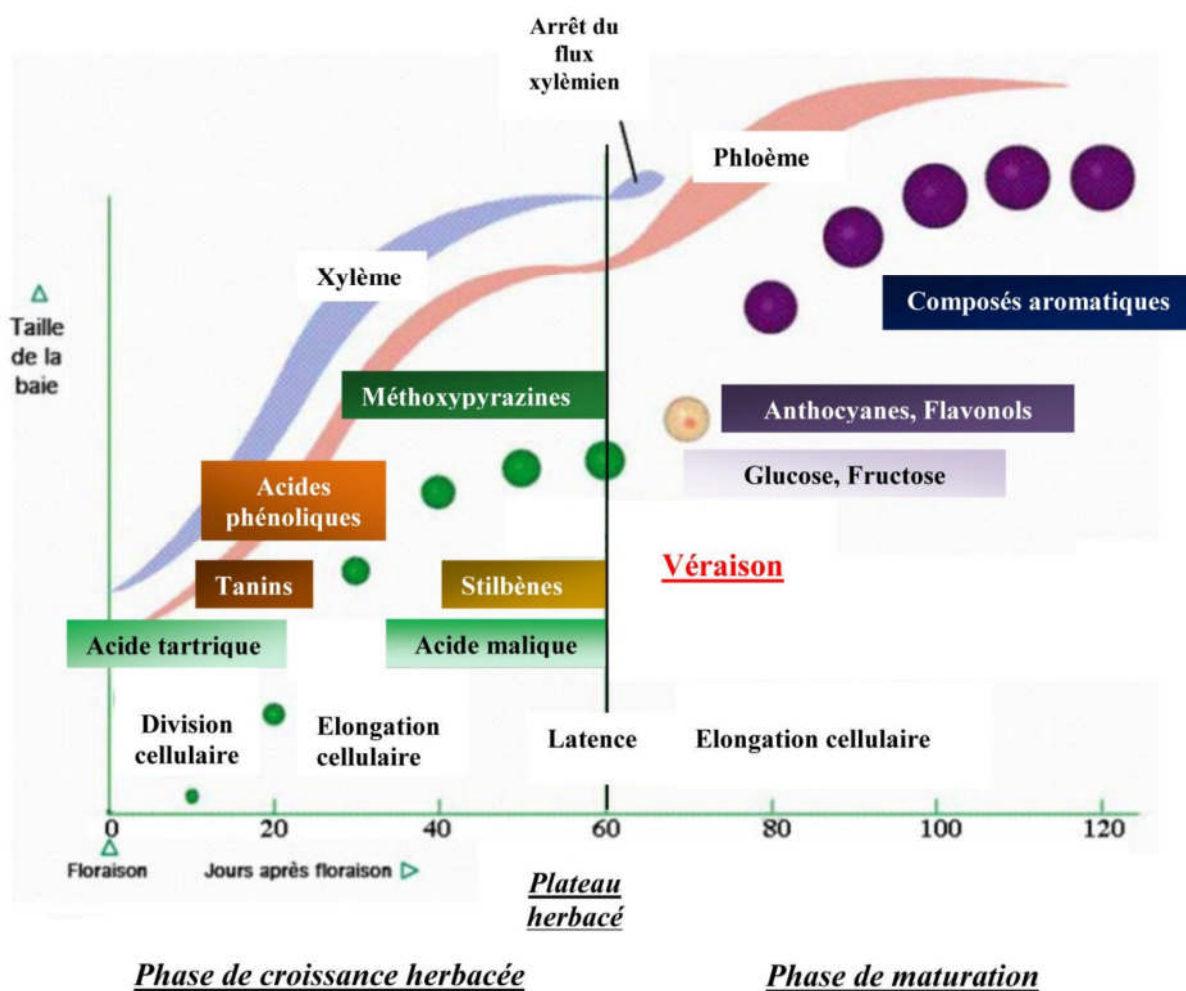
Une importante activité de multiplication cellulaire a lieu au début de la phase herbacée, durant 8 à 10 jours après le début du gonflement de l'ovaire (**Coombe, 1973**). Après cette multiplication, la croissance de la baie est essentiellement due à une croissance cellulaire durant environ 40 à 50 jours, qui est principalement dû à une accumulation d'eau et d'acides organiques dans les vacuoles. Cette accumulation se déroule à un pH vacuolaire constant et extrêmement acide de l'ordre de 2,5 (**Hrazdina et al. 1984**). Les deux acides majoritairement accumulés sont l'acide malique et l'acide tartrique. Survient ensuite une phase de ralentissement de croissance appelée plateau herbacé qui sépare la croissance herbacée de la maturité du fruit.

La véraison correspond au démarrage de la maturation du fruit. Elle se caractérise par un brusque ramollissement de la baie en environ 24 h ; les parois cellulaires sont fines et subissent des changements structuraux expliquant ce ramollissement (**Barnavon et al. 2000**). Ce changement s'accompagne par une entrée de sucres (**Saito and Kasai, 1978**) et une chute d'acidité due principalement à une diminution de la concentration en acide malique dans les baies. Dans le cas des cépages rouges, cette phase correspond au début de coloration de la pellicule des baies. La véraison est un phénomène propre à chaque baie, non synchronisé à l'échelle d'une grappe.

Après la véraison, la deuxième phase de croissance, appelée phase de maturation démarre. La baie double de volume durant cette période. Les sucres sont accumulés en grande quantité. La remontée du pH vacuolaire continue suite à la chute de la concentration en malate pour atteindre environ 3,5 à la maturité. De nombreux métabolites secondaires notamment les composés d'arômes et leurs précurseurs et les pigments phénoliques (anthocyanes et flavonols) sont accumulés. Le développement de ces caractéristiques est essentiel dans la qualité du produit final.

La fin de la maturation du fruit arrive environ 120 jours après la floraison (**Carbonneau et al. 2007**), s'accompagnant d'une évolution de la composition chimique du raisin (sucres, acides et composés phénoliques) et de modifications des propriétés physiques de la baie. La variation de la teneur en composés phénoliques provoque le changement de la couleur et les modifications des structures pariétales des cellules, le ramollissement de la baie (**Coombe 1992**), (voir figure 11)

Fig n° 11: Schéma représentant le développement de la baie de raisin de la floraison jusqu'à la maturité (James Kennedy, 2002).



On distingue deux périodes lors du développement du raisin. Tout d'abord, pendant la période herbacée, la baie est verte et dure. Il s'agit d'un organe chlorophyllien en croissance qui accumule de l'acidité (acide tartrique et acide malique). Cette période s'étend de la nouaison à la véraison. Puis durant, la période de maturation, la baie se ramollit et se colore, elle devient un organe de stockage.

L'acidité diminue et les sucres (glucose et fructose) s'accumulent, ainsi que les composés phénoliques. Cette période s'étend de la véraison aux vendanges. Le développement du raisin entraîne plusieurs modifications quantitatives et qualitatives des constituants biochimiques et des paramètres physico-chimiques de la baie (Tableau 5).

Tableau N°5 : Evolution des baies de raisins pendant les quatre phases de croissance (Champagnol 1984; Hrazdina et al. 1984).

	Phase herbacée Maturation	Véraison	Maturation	Surmaturation
Critères phénologiques	Croissance de la rafle et du grain, coulure, nouaison, grossissement de l'ovaire, divisions cellulaires (stade I du développement de la baie)	Changement de structure de la baie (stade II de la croissance) : ramollissement du fruit, augmentation du volume des grains, changement de couleur, arrêt de croissance de la rafle	Lignification des rafles et des sarments (aoûtement), fin de grossissement des grains, augmentation progressive de la capacité germinative des pépins (stade III).	Flétrissement des baies et chute du poids frais, abscission des fruits, risque d'installation de la pourriture noble.
Critères biochimiques et physiologiques	Grappe chlorophyllienne (rafle et grains), teneur en sucres des baies inférieure à 20 g L ⁻¹ , teneurs en acides organiques maximales, teneur en tanins et dérivés hydroxycinnamiques élevées, synthèse de protéines dans les baies.	Accumulation de pigments épidermiques (anthocyanes et flavonols), de sucres, de précurseurs aromatiques synthétisés, diminution de l'acidité, synthèse et accumulation d'acides aminés	Accumulation de métabolites (sucres jusqu'à 300 g L ⁻¹), eau, synthèse ou dégradation des substances (acides organiques), synthèse des anthocyanes, de précurseurs d'arômes (Liés et libres), de protéines.	Arrêt de la fonction puits par les baies (perte d'eau), dégradations, liquéfaction progressive des pectines.

II-3. Régulation hormonale:

De la fécondation à la nouaison, les hormones produites par les pépins ou par les tissus maternels contrôlent la division et l'expansion cellulaire. Les hormones intervenant au cours de la phase herbacée sont surtout les auxines, les cytokinines et gibbérellines.

La concentration en auxines est maximale juste après l'anthèse et faible pendant le reste du temps.

II-3-1. La phase de maturation:

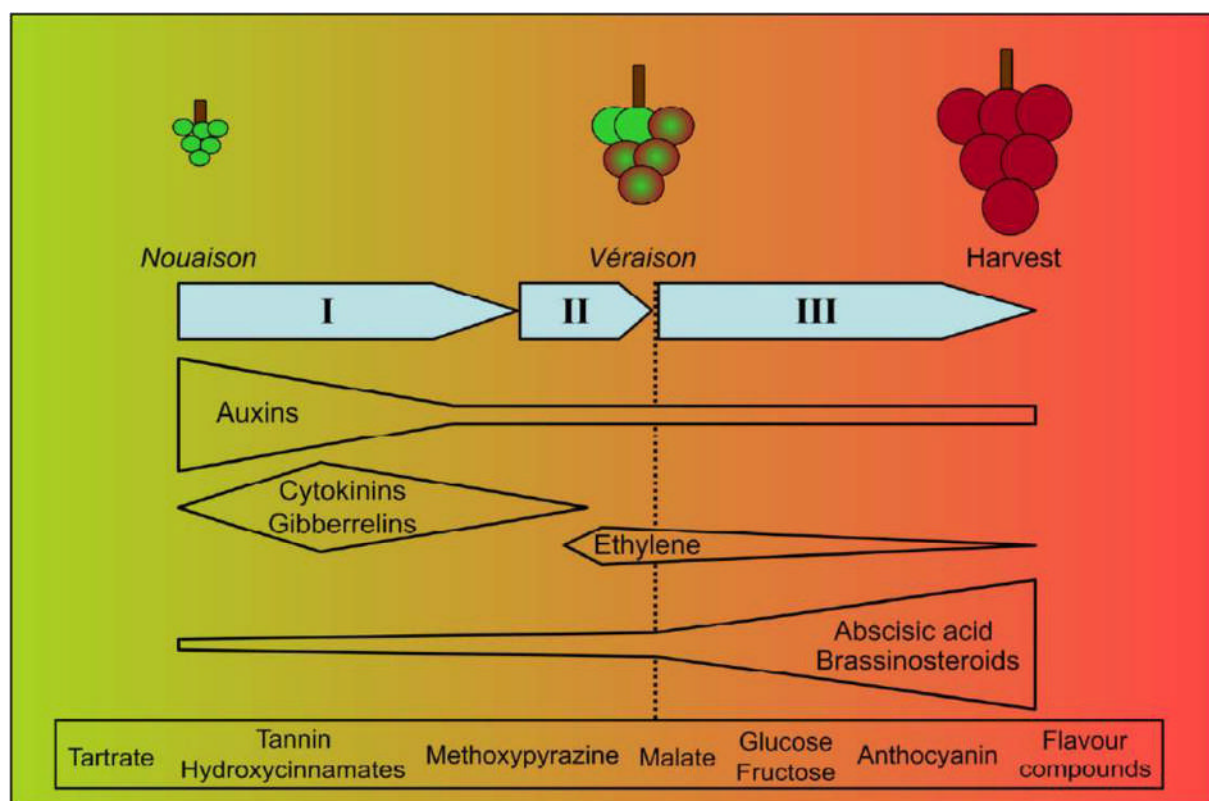
Le raisin est un fruit non-climatérique, il ne mûrit plus après la récolte (**Chitarra 1990; Kader 1992**). , contrairement aux fruits climactériques comme la banane ou la tomate qui produisent un pic d'éthylène au cours de la maturation. Le contrôle hormonal de la maturation de la baie semble être lié à une combinaison de signaux plutôt qu'à une hormone particulière (**Coombe and Hale, 1973; Giovannoni, 2004**). Comme le montre la figure 12, trois hormones sont surtout impliquées : l'ABA, l'éthylène et les brassinostéroïdes.

- ❖ **Acide abscissique : ABA.** L'ABA s'accumule dans les baies après la véraison (**Coombe and Hale, 1973; Okamoto et al. 2004; Baydar and Harmankaya, 2005; Deytieux-Belleau et al. 2007**) et sa concentration diminue un peu quand la baie est mûre (**Davies et al. 1997**). Il semble jouer un rôle déterminant dans le contrôle de l'accumulation des sucres (**Coombe and Hale, 1973; Conde et al. 2007**). L'ABA stimule aussi l'accumulation de composés phénoliques (**Jeong et al. 2004; Cantin et al. 2007; Lacampagne et al. 2009; Owen et al. 2009; Wheeler et al. 2009**).
- ❖ **Ethylène.** L'éthylène est présent à un niveau faible tout au long de la maturation de la baie, mais un pic mineur de synthèse peut être détecté au stade pré-véraison. Une déficience en éthylène limite l'augmentation du diamètre de la baie (**Mailhac et Chervin, 2006**), alors qu'une application d'éthylène à la véraison la stimule (**Chervin et al. 2008**) en provoquant une élongation des cellules. L'éthylène interviendrait également dans la diminution de l'acidité (**Weaver and Montgomery, 1974; Chervin et al. 2004**) et l'accumulation de saccharose (**Chervin et al. 2006**). Il augmente l'accumulation d'anthocyanes (**El-Kereamy**

et al. 2003; Chervin et al. 2004) et affecte le développement des saveurs et des arômes de la baie (Tesnière et al. 2004; Mailhac and Chervin, 2006).

- ❖ **Brassinostéroïdes:** La teneur en brassinostéroïdes augmente après la véraison. Lorsque leur synthèse est inhibée, le développement de la baie est retardé de façon significative. Les profils d'expression de plusieurs gènes de leur voie de biosynthèse sont parallèles à l'accumulation de brassinostéroïdes en début de la phase de maturation (Symons et al. 2006).

Figure n°12 : Schéma représentant la régulation hormonale au cours du développement du raisin (Conde et al. 2007).



II-4-Les composés phénoliques au cours du développement de la baie:

Les composés phénoliques sont des produits secondaires du métabolisme, largement répandus dans le règne végétal. Ils sont en particulier présents chez

Vitis vinifera. Les principaux composés de cette famille contenus dans le raisin sont les acides phénols, les flavonols, les anthocyanes et les flavanols. Parmi ceux-ci, les anthocyanes (pigments rouges) et les flavanols (comprenant les tanins) jouent un rôle majeur dans la qualité de raisin.

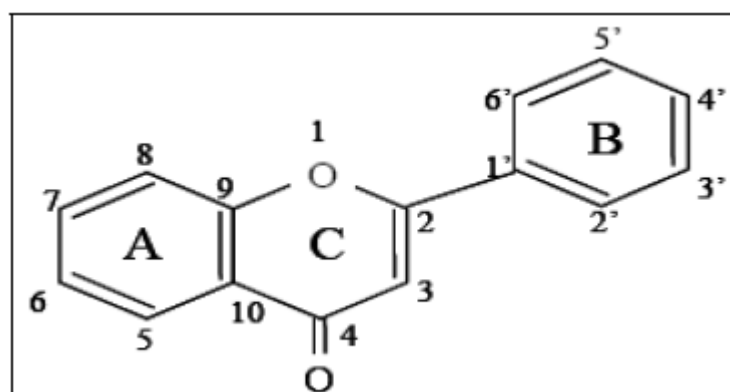
II-4-1. Les composés non flavonoïdes

Les composés non flavonoïdes regroupent les acides phénoliques (les acides benzoïques et les acides hydroxycinnamiques) ainsi que d'autres dérivés tels que les stilbènes dont le plus connu est le resvératrol.

II-4-2. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont caractérisés par un squelette de base à 15 atomes de carbone (C6-C3-C6), correspondant à la structure de la 2-phényl-benzopyrone (Figure 13).

Figure n° 13: Structure générale de la 2-phényl-benzopyrone



II-4-2-1. Les anthocyanes

Les anthocyanes sont les composés responsables de la couleur des raisins, issus de variétés rouges et des vins qui en résultent. La couleur des raisins est due à l'accumulation des anthocyanes qui sont généralement localisées dans la pellicule de la baie, plus exactement dans les vacuoles des cellules (**Darné, 1991; Amrani-Joutei et Glories, 1994b**).

La teneur en anthocyanes des raisins augmente durant la maturation, cette accumulation débutant à la véraison (figure n° 14 et 15). Leur synthèse entraîne une augmentation rapide de leur concentration suivie par une phase de stabilisation avant une diminution de la teneur en anthocyanes en fin de maturation et/ou durant la sur-maturité (**Fournand D et al ,2006**).

Figure n°14: Cinétique d'accumulation des composés phénoliques pendant le développement de la baie de raisin (**d'après Kennedy et al.2007**).

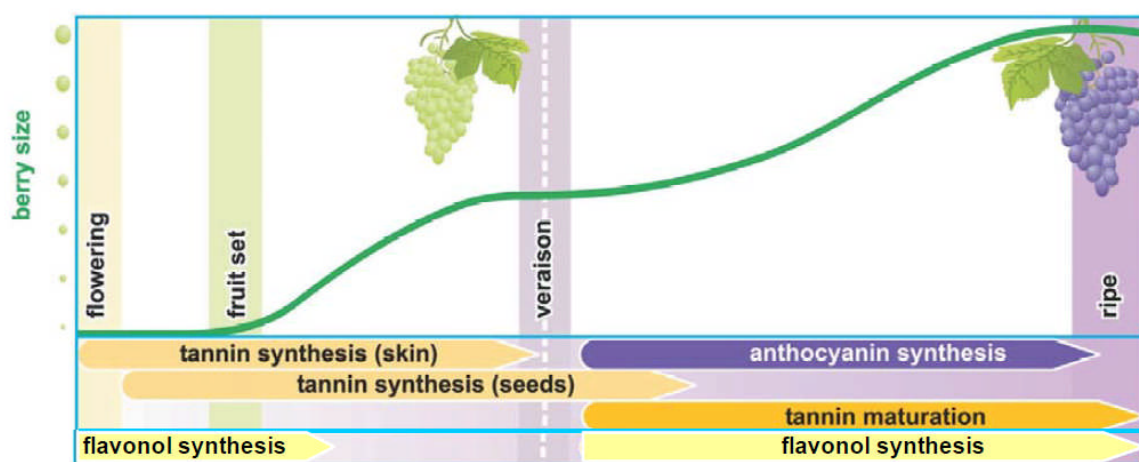
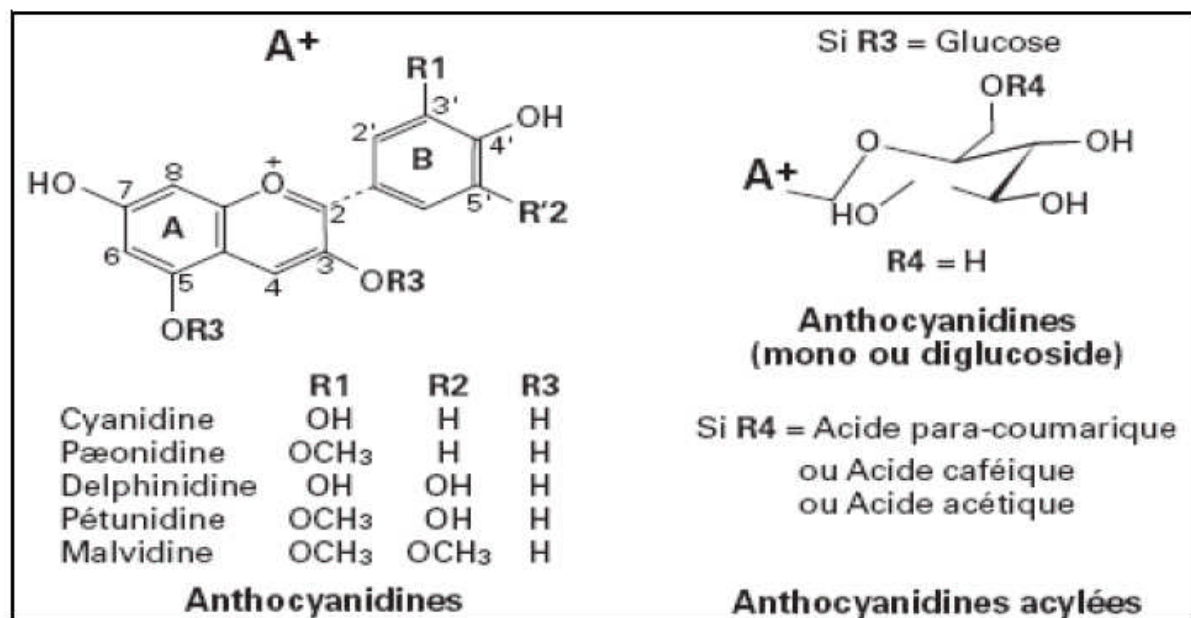


Figure N° 15: Structure des anthocyanes présentes dans le raisin (**Kahn, 2006**).

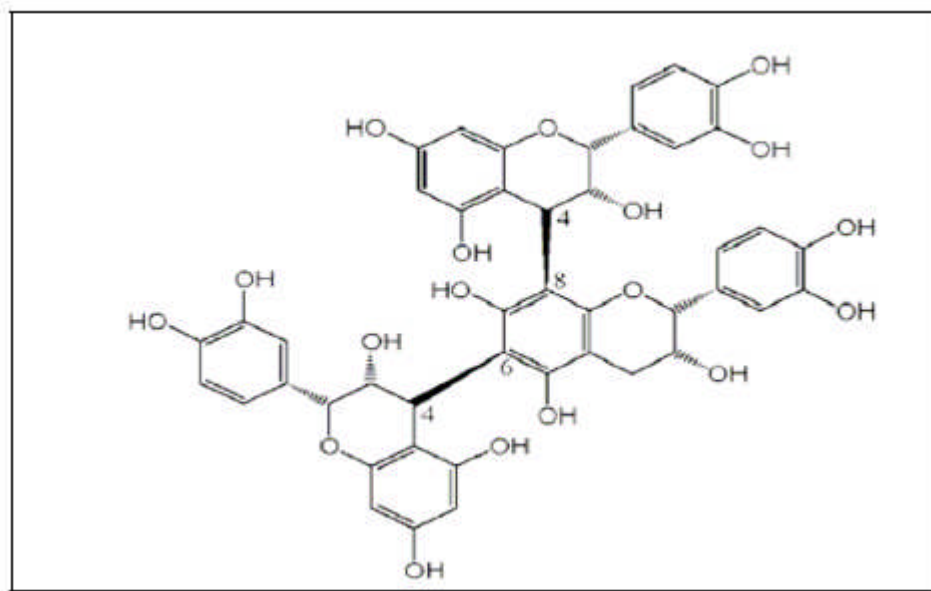
II-4-2-2. Les flavanols ou proanthocyanidines

Les flavanols sont présents dans les pellicules et les pépins du raisin sous forme de monomères et aussi sous formes d'oligomères et de polymères appelés tanins condensés ou proanthocyanidines parce qu'ils libèrent des anthocyanidines par chauffage en milieu acide (Réaction de Bate-Smith). Dans les pépins, les tanins sont localisés dans les enveloppes internes et externes (**Cadot et al. 2006**). Dans les pellicules, ils se présentent au niveau des vacuoles des cellules sous forme granulaire ou d'amas (**Amrani Joutei et Glories, 1995b**).

- Les tanins condensés

La concentration des tanins est plus élevée dans les pépins que dans les pellicules, mais la contribution des pellicules à l'ensemble des tanins de la baie dépasse parfois celle des pépins, (figure 16).

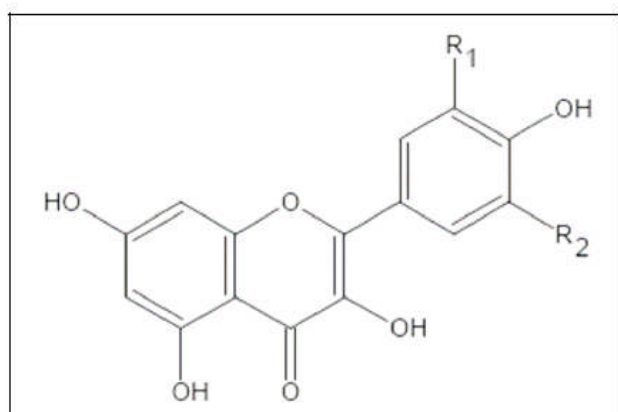
Figure N° 16: Structure générale des tanins condensés des variétés de raisin *Vitis vinifera*.



- Les flavonols

Les flavonols sont des pigments jaunes, caractérisés par un maximum d'absorption à une longueur d'onde de 360 nm. Leur concentration dans le raisin est très faible et ils sont localisés uniquement dans la pellicule, (Figure 17).

Figure N° 17: Structure générale des flavonols



Aglycones	R1	R2
Myricétol	OH	OH
Quercétol	OH	H
Kaempférol	H	H
Isorhamnétol	OCH3	H

II-5. Les facteurs déterminant la qualité des raisins:

La qualité du raisin peut être caractérisée et définie par l'ensemble des constituants de la baie extractibles par la vinification, qui sont responsables de la composition et de la typicité du vin. Pour un cépage donné, cette qualité ne peut s'exprimer que si les conditions de la maturation sont bonnes et si l'état sanitaire de la vendange est parfait (**Delas 2000**). Plusieurs paramètres jouent un rôle important pour la détermination de la composition du raisin. Dans ce contexte, nous pouvons citer le climat comme étant le premier facteur et l'un des principaux acteurs dans la viticulture. Il influence le cycle de développement de la vigne, notamment pendant la maturation des raisins, la récolte pouvant être de bonne ou mauvaise qualité selon le climat. Le climat est caractérisé par les facteurs température, précipitation et ensoleillement. Le succès d'un millésime est étroitement lié aux conditions climatiques. Les conditions climatiques souhaitables sont celles d'un ensoleillement intense, des températures plus basses pendant la nuit et plus élevées le jour, qui favorise l'accumulation des précurseurs d'arômes, des pluies faibles ou même absentes aux alentours des vendanges, permettant un bon état sanitaire des raisins, sans la présence du champignon *Botrytis cinerea*. Le sol est le deuxième facteur essentiel, dont la constitution modifie la nutrition minérale de la vigne, surtout azotée, et va jouer sur la vigueur des plantes. Un autre constituant des sols d'extrême importance est l'eau, déterminant l'alimentation hydrique du vignoble.

Ces deux éléments, l'eau et l'azote, seront décisifs et déterminants pour la qualité finale des raisins. Plusieurs auteurs ont montré qu'une combinaison de deux facteurs du sol, de l'azote, plutôt en faible quantité, et de l'eau, en conditions de déficit hydrique, sont favorables pour la composition et la qualité de jus de raisins et des vins (**Choné et al. 2001**).

Les pratiques culturales appliquées par l'homme sur le vignoble représentent le troisième facteur important. En général, les pratiques culturales sont utilisées pour améliorer la qualité du raisin. Par exemple, le viticulteur recherche des vigueurs de la vigne et rendements faibles, et des rapports feuille/fruit convenables, autour de 1 à 2 m² de feuilles par Kg de raisin produit (**Champagnol 1984**).

L'ensemble des facteurs climat, sol et pratiques culturales d'un domaine viticole constituent ce que l'on appelle « le terroir ». Cette notion de terroir a conduit à la création de l'appellation d'origine contrôlée (AOC) en 1935 par Joseph Capus (Capus 1947).

En conclusion, la qualité de baies de raisins est la résultante complexe de nombreux paramètres physiologiques et biochimiques qui caractérisent un état de la baie. La définition de la qualité du raisin dépend de son utilisation (vin, raisin sec, jus de raisin, raisin de table). Le raisin de table, consommé en frais, sera caractérisé par son aspect et ses qualités gustatives.

La phase I du développement correspond à la croissance végétative de la baie, alimentée par le xylème de la vigne, jusqu'à la véraison. La phase II, la véraison, est caractérisée par la transformation de la texture et de la couleur des baies, période qui dure de 1 à 2 jours par baie, et jusqu'à 10 jours pour toute la parcelle. Pendant la phase III du développement, la maturation, le flux phloémien est seul responsable de l'alimentation de la baie de raisin. La maturation est marquée par l'accumulation des sucres, des anthocyanes et de précurseurs aromatiques, et aussi par la diminution des acides organiques, donc de l'acidité du raisin.

Pour le raisin de table, il y a des critères qualitatifs différents de ceux requis pour les raisins de cuve, les critères grosses baies, charnues, le caractère plastique pour la rafle, la résistance à l'éclatement lors des traitements technologiques, l'aptitude à la conservation sont recherchés. Mais il existe des facteurs communs aux raisins de cuve et de table, comme la teneur en sucres, en acides. Les arômes sont différents, comme c'est le cas du raisin 'Italia' (de table) et son arôme muscat (**Kingston et Epenhuijsen V.1992**), et du raisin 'Cabernet-Sauvignon' (de cuve) et son arôme frais, de cassis avec une touche végétale (**Peynaud ,1997**).

L'effet cépage peut aussi faire varier la composition métabolique, en liaison avec l'adaptation aux différents types de sol et climat et avec la durée du cycle productif, des cépages plus ou moins précoces et tardifs. Le Tableau n° 6 montre une synthèse des composés considérés comme des marqueurs qualitatifs positifs et ceux dont la présence ou la concentration diminuent la qualité des raisins.

Tableau n° 6 : Composition du raisin souhaitable pour les différents objectifs (**Peynaud 1997**).

	Raisin de cuve		Raisin de table		Raisin industriel (sec, jus)	
Composés	Qualité (+)	Qualité (-)	Qualité (+)	Qualité (-)	Qualité (+)	Qualité (-)
Sucres	Fructose, glucose (Po)	Dextrane , pentoses, pectines méthylées (T)	Fructose, glucose (Po), pectates de Ca (e)	Sucre (c), pectines hydrolysées (e)	Pectates de Ca (Po), fructose, glucose (Po), hémicellulose (e)	Sucres (c), pectines, hydrolysées (e)
Polyalcool	Mésoinositol, glycérol (Po)	Mannitol (T)	Glycérol (pr)	aucun	aucun	aucun
Acides organiques	Tartrique, citrique (Po)	Malique (e)	Tartrique, citrique (e)	Malique (e)	Tartrique, citrique (e), ascorbique (Po)	Malique (e)
Substances Azotées	Ammonium, glutathion, acides aminés (Po), protéines (In)	Glucoprotéines (Po), antranylate de méthyle (<i>Vitis labrusca</i> , pr), histidine (e)	Protéines enzymatiques et constitutives (Po)	Antranylate de méthyle (pr)	Protéines thermostables (Po)	Antranylate de méthyle (pr)
Substances aromatiques	Terpénoïdes (liés, libres) (Po), aldéhydes, cire	Pyrazines (IBMP)	Terpènes libres (Po)	Aldéhydes	Terpènes libres (Po)	Aldéhydes
Polyphénols	Flavonoïdes (anthocyanes, tanins, flavonols), acides phénoliques	Phénols oxydables (Po), taninsastringents (e), anthocyanes diglucosides	Flavonoïdes	Phénols oxydables (Po), tanins astringents (e), lignines (pr)	Phénols antioxydatifs (absence de laccase) (Po)	Phénols oxydables (Po), tanins astringents (e), anthocyanes (pr)
Substances Minérales	K (e), P (c)	Cu, Fe (T)	K, Ca, Mg (Po)	Cu (pr)	K, Ca, Mg (Po)	Cu, Fe (e)
Lipides	Peud'intérêt	Huiles (pr)	Acides gras polyinsaturés (Po)	aucun	Acides gras polyinsaturés (T)	aucun

Po : teneurs potentielles de la matière (variable selon l'objectif, le cépage, etc ...)

T : implication technologique (défaut, accident)

c : carence

e : équilibre

pr : présence

In : interactions dans le produit final

Deuxième partie
Partie expérimentale

Chapitre I

Présentation de la zone expérimentale

I- Description des sites d'étude :

Les stations, l'une est un bas fond, la seconde est en pente de 25% (voir figure n°18), sont localisées dans le village Aïn-Faci à 01 Km de la ville de Draa-Ben-Khedda, à 11 km à l'ouest de la Wilaya de Tizi-Ouzou et à environ 90 km à l'est d'Alger, Les coordonnées géographiques sont : latitude nord 36° 44' 6" et longitude est 3° 57' 20". Le territoire est bordé au nord par l'oued Sebaou et traversé par l'oued Bougdoura dans sa partie ouest. Elles sont délimitées au nord, par la commune de Sidi Naamane, à l'est, par la commune de Tizi-Ouzou, au sud par la commune de Tirmitine, au sud-ouest et à l'ouest, par la commune de Tadmait.

Figure n°18 : Photo représentant les deux parcelles.



I-1-Les caractéristiques édaphiques:

La vigne est une plante peu exigeante sur le choix du sol. Elle peut s'accommoder à divers types de sols de plus pauvre au plus fertile et du plus acide au plus calcaire (Saoudi H, 2005), à condition que le sol repose sur un sous sol perméable à l'eau, sans excès d'humidité, ni sécheresse du sol.

D'après **Huglin et Schneiffer (1998)**, la notion du sol à vocation viticole évoque des terrains de préférences en pente, peu profonds, peu fertiles, assez biens drainés, propres à assurer une quantités de récolte plutôt modérée avec un taux de sucres élevé.

Le sol par sa structure physique, sa profondeur, sa température, son humidité et sa composition chimique conditionne le comportement de la vigne et son alimentation en eau et en éléments minéraux (**Spring et Burgos, 2002**). Par la même occasion le sol influence aussi la qualité des raisins (**Champagnol, 1984 : Carbonneau, 1998**),

I-1-1 Echantillonnage des sols :

Nous avons échantillonné pendant le repos végétatif (Décembre 2014), 05 endroits différents dans chaque parcelle à l'aide d'une tarière selon les horizons (10 cm), (20 cm), (30 cm), (40 cm), (50 cm et plus). Les échantillons prélevés sont acheminés rapidement au laboratoire, et avant tout traitement physique ou chimique, nous avons procédé d'abord à leur séchage puis à leur tamisage à l'aide d'un tamis à maille de 2 mm, ils sont par la suite conservés dans un endroit sec. Les sols ainsi obtenus, vont être soumis à une série d'analyse :

- ✓ Analyses physiques.
- ✓ Analyses chimiques.

I-1-2. Analyses physiques.

I-1-2-1. La granulométrie :

L'analyse granulométrique consiste à séparer la partie minérale de la terre en catégories classées d'après la dimension des particules minérales inférieures à 2 mm et à déterminer les proportions relatives de ces catégories, en pourcentage de la masse totale du sol minéral (**Mathieu, 2003**).

La proportion des particules minérales du sol classées, après destruction des agrégats (selon les horizons (10 cm), (20 cm), (30 cm), (40 cm), (50 cm et plus)), par catégories de grosseurs en plusieurs fractions principales définit la texture du sol ou composition granulométrique.

Mode opératoire :

C'est une analyse physique permettant de déterminer le pourcentage des différentes fractions minérales constituant le sol.

Elle est réalisée selon la méthode internationale à la pipette de « Robinson », seule la fraction minérale < à 2mm est concernée. Cette méthode a pour principales étapes :

- La séparation de la fraction minérale et la matière organique par un oxydant ; l'eau oxygénée (H_2O_2).
- La dispersion des particules par un dispersant l'héxamétaphosphate de sodium.

En fin, des prélèvements des différentes fractions sont réalisés à l'aide de la pipette de Robinson.

I-1-3. Analyses chimiques :

I-1-3-1. Le pH:

La connaissance du pH est très utile en agriculture, la nature et la croissance de la végétation dépendent du pH du sol.

La réaction du sol nous informe sur le degré d'acidité de la solution du sol. La mesure du pH s'effectue à l'aide d'un pH mètre, ce dernier est muni d'une électrode que l'on introduit dans une suspension de terre fine le rapport sol/eau distillée à respecter doit être de 1/5.

I-1-3-2. La matière organique:

La matière organique améliore la stabilité structurale, la porosité, la perméabilité et l'aération des sols par une meilleure agrégation des particules.

Elle élève le pouvoir tampon du sol, la capacité d'échange cationique, en limite les blocages et la fixation, elle constitue aussi une source d'éléments nutritifs (N, P, K,...) libérés par minéralisation.

- ❖ **Dosage** : Il se fait par le biais du carbone organique car il constitue 58% de la matière organique par la méthode d'Anne.

Mode opératoire :

Dans une fiole de 250 ml mettre :

- ✓ 2 g de terre fine
- ✓ 10 ml de solution de bichromate à 8 % à l'aide d'une pipette.
- ✓ 15 ml d'acide sulfurique concentré, mettre à ébullition pendant 05 mn. Laisser refroidir.
- ✓ Transvaser dans un ballon jaugé de 200 ml, compléter au volume avec 150 ml d'eau distillée.

- ✓ Ajouter 3 à 4 gouttes de diphénylamine (indicateur coloré).
- ✓ Ajouter 1,5 g de fluore de sodium (Na F) en poudre ou 5 ml de solution à 3%.
- ✓ Titrer en agitant avec la solution de sel de Mohr 0,2 N. La couleur passe du brun violacé au bleu vert. Soit N le nombre de ml de sels de Mohr versés.
- ✓ Procéder à un témoin en remplaçant la terre par 1 g de sable calciné, soit N' le nombre de ml de sel de Mohr versés.

La teneur en carbone organique est : $(N-N') \times 0,615$. le résultat de ce dosage permet donc d'évaluer la teneur en matière organique du sol :

$$MO\% = C\% \times 1,72$$

I.2. Données climatiques:

Cette région d'étude se caractérise par un climat méditerranéen à étage bioclimatique sub-humide à hiver tempéré et pluvieux et une période sèche en été.

L'étude climatique de cette région pour une période de cinq ans (2010-2014), montre que les températures varient au cours de l'année. En hiver les températures froides enregistrées sont en moyenne 5.5° C, et en été les températures chaudes sont de l'ordre de 28° C en moyenne. Avec des précipitations annuelles enregistrées avoisine 639,80 mm par an.

Les principaux éléments météorologiques du climat que nous avons pris pour caractériser notre région d'étude sont : la pluviométrie, les températures minimales et maximales, les gelées, la grêle, les vents, et le sirocco.

I.2.1. la pluviométrie :

C'est un facteur très important pour la culture de la vigne. D'après **Galet(2000)**, on admet qu'il faut au maximum de 250 à 350 mm de pluie durant la période de végétation et de maturation c'est-à-dire du débourrement aux vendanges.

Les moyennes pluviométriques annuelles durant les cinq ans (2011-2014) sont de 968.6 mm durant la période (2010-2011), de 916.2 mm durant la période (2011-2012), de 944.4 mm durant la période (2012-2014) et de 805.4 mm pour la période (2013-2014),(tableau 7). Cette régression montre bien une irrégularité saisonnière et annuelle.

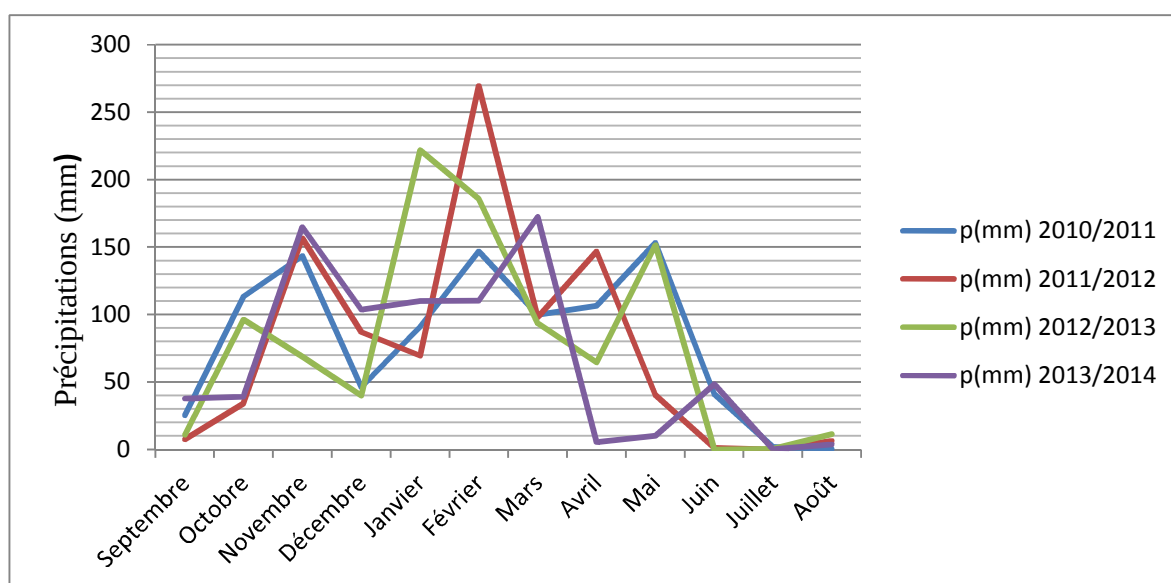
Ce régime pluviométrique dépasse largement le minimum exigé par la vigne (350mm), donc la pluviométrie dans cette région ne constitue nullement un facteur limitant.

Tableau n°7 : Moyenne des précipitations (en mm) de quatre périodes (2010-2011), (2011-2012), (2012-2013) et (2013-2014).

Mois	P (mm) 2010/2011	P (mm) 2011/2012	P (mm) 2012/2013	P (mm) 2013/2014
Septembre	25.4	7.5	10.9	37.6
Octobre	113.4	34.1	96.3	39
Novembre	143.5	156.4	68.7	164.9
Décembre	46.1	86.9	39.8	103.7
Janvier	90.9	69.5	221.8	110.1
Février	146.9	269.5	185.7	110.2
Mars	99.9	97.8	93.5	172.4
Avril	106.5	146.8	64.5	5.3
Mai	153.1	40.2	151.6	10
Juin	41	1.1	00	48.4
Juillet	1.7	00	0.3	0.2
Août	0.2	6.4	11.3	3.6
Total	968.6	916.2	944.4	805.4

Source : O.N.M de Tizi-Ouzou (2015)

Figure N°19: L'évolution pluviométrique de la région d'étude de 2010-2014



De l'analyse du tableau précédent, on constate que :

- Le régime des pluies est irrégulier.
- La période la plus pluvieuse s'étale de Janvier jusqu'au mois de Mai pour les périodes (2010-2011) et (2012/2013), d'Octobre jusqu'à Avril pour la période (2011-2012) et de Novembre jusqu'au mois de Mars pour la période (2013/2014).
- La période la plus sèche dure trois mois (de Juin à Août) pour les quatre périodes, avec un total de 42.9 mm pour la période (2010-2011), un total de 7.5 mm pour la période (2011/2012), un total de 11.6 mm pour la période (2012/2013) et un total de 52.2 mm pour la période (2013/2014), (figure 19).

I.2.2. La température:

Selon **Chauvet et Reynier (1979) et Galet (2000)**, la vigne est exigeante en chaleur, craignant toute fois les fortes gelées d'hiver (à partir de -15°C causent des dégâts aux racines des cépages issus de *Vitis vinifera*) et les gelées de printemps (à partir de -3°C qui peuvent compromettre le développement optimal des bourgeons).

Les températures moyennes totale de notre compagne (Tableau 8) est de $18,76^{\circ}\text{C}$ avec une moyenne des mois les plus froides ne diminuant pas au dessous de $11,8^{\circ}\text{C}$ avec des minima allant de $7,4^{\circ}\text{C}$ à $8,6^{\circ}\text{C}$. Ces températures sont favorables à la dormance de la vigne.

Toute fois durant la phase printanière, les températures moyennes ont connus une augmentation avec $12,7^{\circ}\text{C}$ au mois de février jusqu'à $17,5^{\circ}\text{C}$ au mois d'avril, ce qui est supérieur au zéro végétatif estimé par **Levadoux(1967)** à 10°C et **Branas (1946)** in **Galet (2000)** à 13°C , ce qui permet une reprise végétative optimale.

Selon **Villa (2005) et Galet (2000)**, pendant la maturation, il fallait des températures proches de 30°C pour diminuer la teneur en acides organiques des baies.

Chauvet et Reynier (1979), signalent qu'en plus du rôle de la chaleur dans la fécondation et la croissance, la maturation exige une température et un ensoleillement suffisant à la fin d'été.

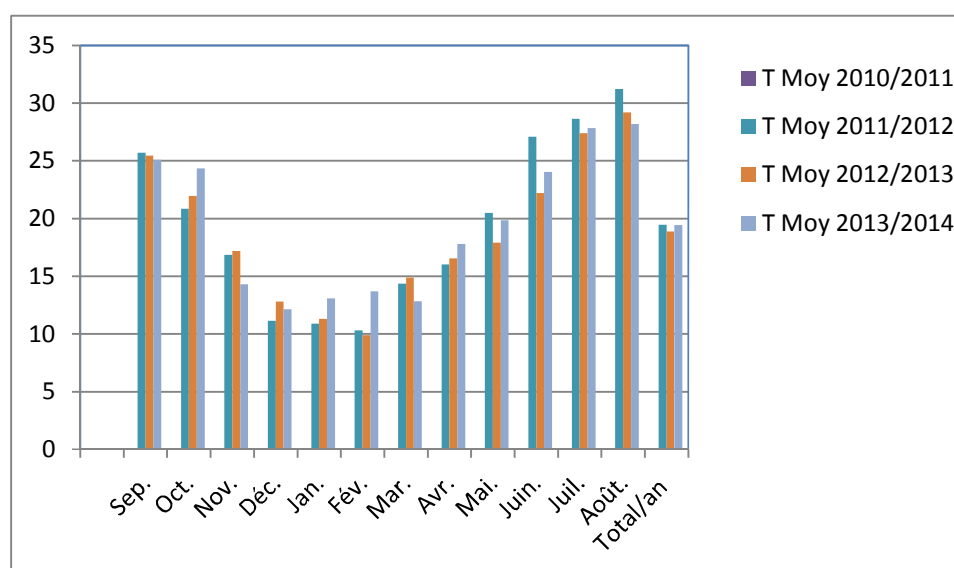
On a enregistré des pics de températures au mois de juillet avec $35,9^{\circ}\text{C}$, favorable à la maturation du cépage précoce le cardinal.

Tableau n°8 : Les températures annuelles, mensuelles, maximales et minimales pour quatre périodes (2010-2011) , (2011-2012),(2012-2013) et (2013-2014).

T °C	2010/2011			2011/2012			2012/2013			2013/2014		
Mois	T max.	T min.	T Moy	T max.	T min.	T Moy	T max.	T min.	T Moy	T max.	T min.	T Moy
Sep.	31.1	17.9	24,5	32.5	18.9	25,7	32.2	18.7	25,45	31.1	19.1	25,1
Oct.	26.2	14.4	20,3	27.1	14.6	20,85	28.1	15.8	21,95	30.6	18.1	24,35
Nov.	19	10.9	14,95	21.5	12.2	16,85	21.8	12.6	17,2	17.9	10.7	14,3
Déc.	16.7	7.2	11,95	19.6	2.7	11,15	17.4	8.2	12,8	16.9	7.4	12,15
Jan.	15.8	6.9	11,35	16.3	5.5	10,9	15.7	6.9	11,3	17.6	8.6	13,1
Fév.	15.7	6.3	11	11.9	8.7	10,3	14.6	5.2	9,9	18.8	8.6	13,7
Mar.	19.5	8.7	14,1	19.7	9	14,35	19.4	10.4	14,9	17.5	8.2	12,85
Avr.	23.5	12.1	17,8	21.1	11	16,04	21.8	11.3	16,55	24.3	11.3	17,8
Mai.	26	14.8	20,4	27	14	20,5	23	12.8	17,9	26.5	13.2	19,85
Juin.	29.6	17.8	23,7	34.2	20	27,1	28.9	15.5	22,2	30.7	17.4	24,05
Juil.	34.9	21.9	28,4	35.7	21.6	28,65	34.5	20.3	27,4	35.7	20	27,85
Août.	37.2	21.9	29,55	39.1	23.4	31,25	35.1	23.3	29,2	34.9	21.5	28,2
Total/an	24,6	13,4	19	25,47	13,46	19,47	24,37	13,41	18,89	25,20	12,57	19,44

Source : O.N.M de Tizi-Ouzou (2015)

Figure n° 20: les températures moyennes de la région d'étude de 2010/2014.



De l'analyse du tableau 8, nous constatons que la wilaya de Tizi-Ouzou est caractérisée par un climat méditerranéen avec une période hivernale froide et un été chaud et sec.

La saison chaude s'étale du mois de Juin au mois de Septembre pour les quatre périodes avec une température maximale de 34,9°C au mois d'Août. La saison froide s'étale du mois d'Octobre au mois de Mai avec une température minimale de 2.7°C enregistrée au mois de Décembre, (figure 20).

1-2-3 L'humidité relative de l'air

L'humidité relative de l'air joue un rôle considérable sur la production et la qualité des raisins, elle conditionne le mode de conduite de la vigne (**Arzouz .M et Moussi .T, 2014**).

Pour notre campagne d'étude on a enregistré des taux d'humidité très élevées au mois de Mai avec un maxima de 97,2 % et un minima de 38,5% ,coïncident avec le stade nouaison, Ces taux sont favorables aux maladies cryptogamiques (oïdium et mildiou)d'où le recours aux traitements est inévitable .

I.3. Les accidents climatiques :

Les accidents climatiques tels que les gelées, la grêle, le brouillard, les vents forts et le sirocco (voir tableau n°9), peuvent causer d'importants dégâts à la culture, surtout quand ils coïncident avec les périodes critiques du développement des arbres (débourrement, floraison, fécondation, croissance des organes).

I-3-1.Les gelées :

Les gelées d'hiver ne sont pas redoutables pour la vigne car cette dernière se trouve en repos végétatif. Les plus néfastes sont celles sévissant au printemps. Pour cela, le choix du système de taille doit être judicieux, qui d'après **Reynier (2000)**, ont par conséquence la perte de toute ou une partie de la récolte pour un plant adulte et la destruction de nombreux plants au sein de jeunes vignobles.

Pour notre campagne (2013-2014), nous avons enregistré 11 jours de gelées hivernales et 06 jours de gelées printanières sans aucun effet néfaste sur le vignoble (voir tableau N°4).

I-3-2.La grêle :

D'après **Reynier (1991)**, la grêle provoque des dégâts très importants à partir de débourrement. Elle peut engendrer des dégâts considérables sur la culture par son action

mécanique, de par sa fréquence et son intensité. Ces dégâts peuvent conduire à des contaminations cryptogamiques telles que l'excoriose, l'eutypiose et l'esca.

Mais selon **Reynier (2003)** ; les grêles tardives de l'été sont les plus dommageables qui peuvent réduire la surface foliaire et engendrer une mauvaise maturation des raisins et un aoutement imparfait.

Les données climatiques enregistrées au cours de notre essai sont marqué par 06 jours de grêle : 01 jour en Janvier coïncide avec la phase de repos végétatif, 03 jours en mois de Mars au début de débourrement et deux jours en mois de Mai en plein nouaison en causant le prolongement de la date de véraison.

I-3-3. Les vents :

La connaissance des vents, leurs répartitions mensuelles (vitesse, fréquences et directions) est indispensable pour la création d'un vignoble. Selon **Galet (2000)**, les vents sont un élément majeur du climat, ils peuvent avoir des avantages et des inconvénients selon leur force et leur vitesse. Un vent léger empêche la formation des gelées et favorise la dissémination du pollen lors de la floraison mais les vents violents du début du printemps sont dommageables en détachant les jeunes rameaux de la souche, entraînant des pertes de récoltes importantes et rendant difficile la taille de la souche l'année suivante.

Au cours de notre campagne d'étude, nous avons enregistré 25 jours de vents : 17 jours de vents avant la phase de débourrement et qui ne dépassent pas les 50 Km/h, et 08 jours de vents forts après débourrement jusqu'au début de véraison. Ces derniers n'ont pas été néfastes.

I-3-4. Le sirocco :

Le sirocco est un vent chaud, qui souffle du Sud ou du Sud-ouest de Maghreb, il provoque selon **Galet (2000)**, une élévation brusque des températures de (40 à 46°C) durant laquelle, les vignes sont soumises à une transpiration considérable et les raisins se dessèchent ou flétrissent ce qui peut compromettre la récolte partiellement ou totalement. Durant notre campagne d'étude, il a été enregistré 06 jours de sirocco (voir tableau8) réparti comme suit :

-03 jours pendant le mois d'octobre 2013 avant la reprise végétative, ne présentant aucun préjudice sur la vigne mais peut accélérer le phénomène de défeuillaison.

-03 jours pendant le mois de juillet 2014 pendant le stade de maturation et l'enclenchement de l'opération de défeuillaison de Cardinal sans causer de dégâts, d'où le recours à l'irrigation afin de compenser les quantités perdues par transpiration.

I-3-5. Le brouillard :

Au total 14 jours de brouillard ont été enregistré de janvier à juin .Il peut gêner la floraison fécondation et favoriser l'apparition des maladies cryptogamiques comme l'oïdium. Ces risques se manifestent au cours de mois de mai et de juin.

Tableau n°9: Différents éléments météorologiques pour a campagne 2013/2014

Mois	Brouillard	Gelée	Grêle	Vents forts	Sirocco	Humidité %	
						Max	Min
Septembre	00	00	00	00	00	95.5	44.5
Octobre	03	00	00	01	03	91.8	40.6
Novembre	01	00	00	00	00	96.9	60.4
Décembre	01	03	00	04	00	97.1	59.2
Janvier	00	07	01	06	00	95.3	53.3
Février	01	01	00	06	00	96.1	49.5
Mars	04	02	03	03	00	92.5	55.4
Avril	01	02	00	01	00	92.1	41.4
Mai	01	02	02	02	00	97.2	38.5
Juin	02	00	00	02	00	89.5	37.8
Juillet	00	00	00	00	03	82.2	31.6
Aout	00	00	00	00	00	85	32

Source : O.N.M de Tizi-Ouzou (2015)

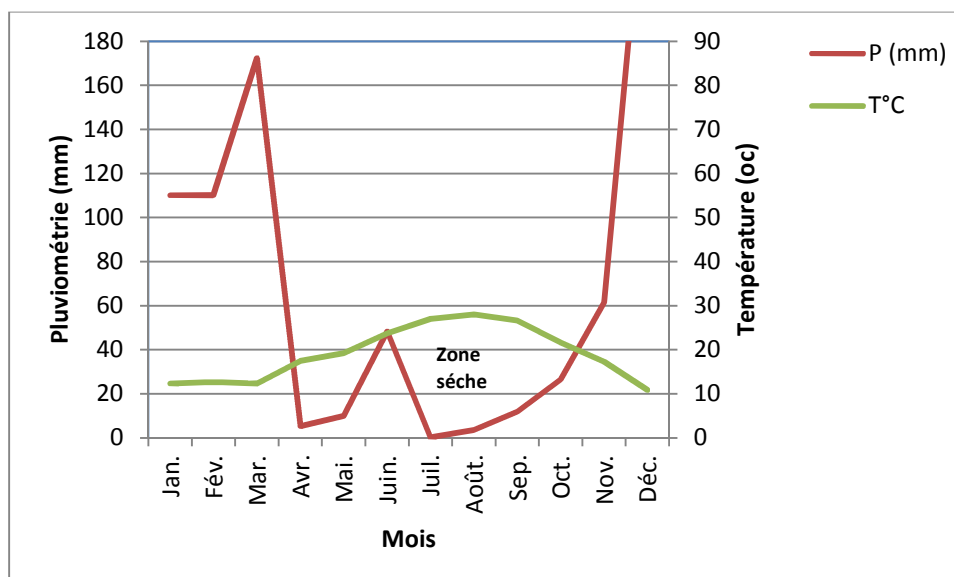
I.4. La synthèse climatique

Selon **Bagnouls et Gaussen (1953)**, un mois est sec lorsque le total des précipitations exprimé en (mm) est inférieur ou égal à deux (02) fois la température exprimé en (°C), c'est-à-dire ($P \leq 2T$), (voir tableau 10).

Tableau n°10 : Températures et précipitations de la campagne (2013-2014)

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
P (mm)	110,1	110,2	172,4	5,3	10	48,4	0,2	3,6	11,8	26,5	61,6	272
T°C	12,3	12,7	12,3	17,5	19,2	23,7	27	28	26,6	21,6	17,3	10,9

Source : O.N.M de Tizi-Ouzou (2015)

Figure n° 21 : Diagramme Ombrothermique de **BAGNOULS** et **GAUSSEN** pour la période (2013-2014).

L'examen de ce diagramme (figure 21), permet de constater que la période sèche qui caractérise la période estivale s'étale de la première moitié du mois de Juillet jusqu'à la première moitié du mois de Septembre qui coïncide avec les stades phénologiques de véraison-maturation selon la précocité des cépages ou le stress hydrique s'il est excessif peut avoir de grave conséquence sur la production et la qualité des raisins.

Cette période de stress hydrique est limitée par deux périodes pluvieuses de fortes quantités enregistrées. La première est de longue durée qui s'étale de mois de janvier jusqu'à la mi-juin ou nous avons enregistré environ 456.4 mm soit environ 67% des précipitations totales de la campagne avec un maximal de chute de pluie estimé à 172,4 mm au mois de Mars qui coïncide avec la pleine croissance des organes de production qui exige d'importants besoins hydriques.

La deuxième est plutôt courte par rapport à la précédente qui s'étale de moi d'octobre jusqu'au mois de décembre avec environ 30 % des précipitations annuelles soit 360,1 mm ce qui constitue une bonne réserve utilisable à la prochaine reprise végétative.



Chapitre II

Matériels et méthodes

I-Dispositif expérimental :

Notre expérimentation s'est déroulée en plein champs, au niveau d'un vignoble privé appartenant à Mr Msela Hamid. Elle est basée sur l'étude de l'impact des expositions, la topographie sur la dynamique microclimatique et la qualité du raisin de la variété Cardinal sur deux parcelles différentes: la parcelle A est un bas fond, la parcelle B est en pente de 25% (voir tableau 11 et 12).

Notre travail a débuté le 30/06/2014 et a pris fin le 26/08/2014.(fin des récoltes).

Tableau n° 11: Les caractéristiques générales de la parcelle A:

Caractéristiques	Cardinal
Date de plantation	13 Janvier 2002
Porte greffe	SO4
Mode de conduite	Guyot double
Nombre de souche /piquet	05
Distance de plantation	1m
Nombre de souche /ligne	30
Ecartement entre les lignes	2,20 m
Nombre total de rang	28
Orientation	SE/NW

Tableau n° 12: Les caractéristiques générales de la parcelle B:

Caractéristiques	Cardinal
Date de plantation	13 Janvier 2002
Porte greffe	SO4
Mode de conduite	Guyot double
Nombre de souche /piquet	05
Distance de plantation	1m
Nombre de souche /ligne	62
Ecartement entre les lignes	2,20 m
Nombre total de rang	56
Orientation	NE/SW

II-Matériel végétal :

Le matériel végétal de notre essai comprend une variété de *Vitis vinifera* L, à savoir le **Cardinal** sur le porte greffe **SO4** conduit en double guyot.

II-1/Cardinal :

Selon **Galet(1989)**, la variété est obtenue aux Etats unis (Californie) par E. Snyder et F. Harmon en 1939.

Les dernières analyses génétiques montrent qu'elle serait issue du croisement entre la reine de vignes et l'alphonse lavallée. Ce n'est qu'en 1946 qu'elle fut introduite en France.

Grappes assez grandes, souvent lâches, souples ; baies sphériques ou légèrement ovoïdes, très grosses 20-25 mm, rouge rosé à foncé tirant sur le violet, peau épaisse, chair ferme, charnue, un peu fibreuse, très sucré, très bonne saveur si cueilli à maturité.

Son aptitude à la conservation est moyenne et présente une bonne tenue au transport.

Elle doit être conduite en taille courte, la taille longue, nécessite un palissage.

Le débourrement s'étend de mars à mi avril et la maturité débute en juillet, précoce, 8 à 10 jours avant le Chasselas en sol riche, moyennement fertile et exposé.

Le cardinal est sensible au mildiou, à l'oïdium, à l'excoriose, aux gelées d'hiver, aux oiseaux, au millerandage et à la coulure. Très sensible à l'éclatement des baies après une pluie (**Anonyme, 2011**).

En Algérie, selon le mode de conduite les rendements sont à l'ordre de 60 à 120 qx /ha. Le raisin Cardinal représentait durant la saison 2010-2011 un taux de 30% de la production de raisin des vignobles entourant Thénia des Béni Aïcha, suivi de près par le Muscat et le Dabouki , à noter que sur les centaines d'hectares réservés au raisin de table, la moitié (50%) est consacrée à la variété Cardinal. La Basse Kabylie, entourant le Col des Béni Aïcha, occupe la première place à l'échelle nationale algérienne en matière de production de raisin Cardinal.

Quant à la saison 2011-2012, près de 390 000 quintaux produits ont été représentés par le raisin "Cardinal" (ou raisin noir), dont la Basse Kabylie (Wilaya de Boumerdès) détenait le leadership national avec une surface de 1230 hectares

Pour la saison 2012-2013, le raisin Cardinal, qui est une variété du terroir cultivée généralement dans les piémonts est du Col des Béni Aïcha sur 1 230 hectares, avait donné environ 344 400 quintaux (**DSA de Boumerdès ,2014**).

II-2 : Le porte-greffe:

Selon **Reynier (2007)**, la crise phylloxérique imposa le recours au greffage de la vigne à fin de préserver les cépages de *V.vinifera* des attaques du phylloxera. Le greffage a amené à la création de nombreux porte-greffes. Les portes-greffes appartiennent à des cépages d'origine américaine du genre *Vitis* ou résultent de croisements artificiels entre ces cépages.

Le SO4 (Sélection Oppenheim n°4): est obtenu par le croisement de deux *Vitis* américains en occurrence *Vitis riparia* X *Vitis berlandieri* par les sélectionneurs Sigmund Teleki et Heinrich Fuhr en 1896. Le SO4 peut tolérer jusqu'à 17% de calcaire actif, bien adapté aux sols humides et frais. Très utilisé en France et dans le reste de l'Europe sur raisins de table et les HPD (hybrides producteurs directs) (**INRA ,2014**).

Selon **Galet (2000)**, il est très apprécié des viticulteurs pour son enracinement rapide et ses racines grêles, caractéristiques des *riparia* x *berlandieri*. **Reynier (2007)**, ajoute que le SO4, d'origine allemande, présente une résistance à la chlorose mais craint moins la sécheresse tout en tolérant les sous-sols humides. Il confère au greffon un développement rapide, une grande vigueur et une forte production mais un retard de maturation. C'est un porte greffe qui manifeste de l'asphyxie racinaire et la tylose dans les terres battantes.

Le SO4 figure parmi les portes greffes autorisés en Algérie.

III- méthodologie de travail:

III-1-La dynamique microclimatique:

Le microclimat correspond, aux conditions climatiques qui règnent sur une superficie réellement très réduite. **Carbonneau (1984)** a proposé de considérer deux types de microclimats :

- a- Un microclimat naturel, qui correspond à un maillage de l'ordre de 10 à 100 mètres.
- b- Un microclimat de la plante, qui concerne les mêmes paramètres, que les autres, mais mesurés au niveau réel de la culture.

A l'aide d'un thermomètre infrarouge (TIA 101 thermo IR HACCP, No 11081694), nous avons pu établir un suivi de l'évolution du microclimat de la plante du début de véraison jusqu'aux vendanges.

Les prélèvements thermiques sont effectués chaque semaine et ce à raison de trois fois par jour, le premier s'effectue le matin (08 h), le deuxième à midi et le dernier en fin d'après midi (18 h) à fin d'établir la moyenne thermique diurne (voir tableau n° 16 en annexe).

III-2- La qualité agro-technologique du raisin:

Selon **Reynier, (2007)**, La qualité des raisins de table dépend:

- Du cépage: les grappes doivent être caractéristique du cépage.
- De l'aspect de la grappe: défini par sa dimension, sa compacité qui doit être moyenne et par la régularité des grains.
- Des caractéristiques des baies : leur dimension définie par le poids moyen ou par le diamètre.

La qualité du raisin peut être caractérisée et définie par l'ensemble des constituants de la baie. Pour un cépage donné, cette qualité ne peut s'exprimer que si les conditions de la maturation sont bonnes et si l'état sanitaire de la vendange est parfait (**Coombe et al, 2000**).

III-2-1 -Echantillonnage du raisin :

Le raisin présente une grande variabilité en terme de développement. La manière de prélever les raisins est donc d'une importance primordiale. Les prélèvements ont été réalisés à partir du stade début véraison jusqu'à la récolte à raison de 200 baies par parcelle, 100 par exposition pour chaque période. Les baies sont étiquetées pour les différentes pesées. Pour être représentatif de la parcelle, le prélèvement des baies est s'effectué sur un rang moyen (éviter effet bordure), des deux côtés du rang (pour prendre en compte l'ensoleillement), sur des grappes réparties sur la souche et en divers points de la grappe. A maturité on a récolté 10 grappes par parcelle.

Notre dispositif d'échantillonnage effectué d'une façon aléatoire dans chaque strate (méthode systématique a double entrée).

III-2-1-1-Paramètres étudiés :

III-2-1-1-1.Les pesés :

a-Le poids de la baie :

Il s'agit de déterminer le poids d'une baie prise selon la table des valeurs aléatoires, pour les deux parcelles et pour chaque exposition sur une balance de précision (Sartorius /9001).

b -le poids de 100 baies :

Il s'agit de déterminer la masse des baies, en grammes. Cette étape consiste à peser les 100 baies prises selon la table des valeurs aléatoires, pour les deux parcelles et pour chaque exposition sur une balance de précision.

c - le poids de 200 baies:

Cette étape consiste à peser les 200 baies pour chaque opération pour les deux parcelles et pour chaque exposition sur une balance de précision (Sartorius /9001).

d- La grappe :

Déterminer le poids d'une grappe prise au hasard à l'aide d'une balance électronique de précision (Sartorius /9001), (nous avons cueilli 10 grappes par parcelle, 5 par exposition).

III-2-1-1-2.Le broyage :

Avant de passer au broyage, on a d'abord enlevé les pépins des baies après les avoir ouvert ; pour ne pas fausser les résultats, ensuite passer l'ensemble des baies dans un fouloir manuel.

III-2-1-1-3.Filtration :

Cette étape est utilisée pour séparer le jus de la pulpe et des pellicules, le jus récupéré est conservé dans des flacons couverts de papier aluminium et étiquetés. Se servir au frais pour effectuer les différentes analyses recherchées :

- ✓ Le pH
- ✓ L'acidité titrable.
- ✓ L'acidité totale.
- ✓ Les sucres totaux.
- ✓ Les sucres réducteurs.
- ✓ Saccharose.
- ✓ Les polyphénols totaux.
- ✓ La surface foliaire exposée.

IV. Les méthodes utilisées :

Les méthodes OIV (Organisme International de la vigne et de vin) étaient notre principale source dans ce travail pour les différents dosages chimiques effectués.

IV-1.le pH : (OIV, 2011)

La mesure du pH renseigne sur l'acidité du jus et correspond à la détermination de la concentration en ions H^+ présents dans le milieu. Il est déterminé par immersion de l'électrode du PH-mètre (Hanna, HI8424) dans l'échantillon.

Mode opératoire :

-Etalonner d'abord le pH-mètre à la température de mesure en utilisant deux solutions tampons pH=04 et pH=06.

-Prélever comme prise d'essai un volume V de l'échantillon suffisamment important pour permettre l'immersion de l'électrode, noter ensuite la valeur du pH affichée sur le pH-mètre.

Il faut rincer l'électrode avec l'eau distillée avant et après chaque mesure puis la sécher.

IV-2.L'acidité titrable: (OIV, 2011)

Elle renseigne sur la mesure de l'acidité du jus en dosant les acides organiques libres comme l'acide malique, tartrique. Elle consiste à titrer par une solution d'NaOH, le jus frais en présence de phénolphthaléine comme indicateur coloré.

Mode opératoire :

- ✓ Prélever 25 ml d'échantillon préparé dans un bécher et compléter jusqu'à 250 ml avec l'eau distillée, puis chauffer jusqu'à ébullition.
- ✓ Prendre un volume $V_0=25$ ml auquel on ajoute 0.25 à 0.5 ml de phénolphthaléine et tout en agitant, verser à l'aide d'une burette la solution NaOH (0.1 N) jusqu'à l'obtention d'une coloration rose persistante pendant 30 secondes et faire la lecture sur la burette graduée pour voir le volume de NaOH ayant décoloré la solution.

Expression des résultats :

$$\text{Acidité titrable (még/100ml)} = 250/25 \times V_1/10 \times 100/V_0$$

V_0 : volume en ml, de la prise d'essai.

V_1 : volume, en ml, de la solution d'hydroxyde de 0.1N.

IV-3.L'acidité totale : (OIV, 2011)

L'acidité totale est la somme des acidités titrables lorsqu'on amène le pH à 7 par addition d'une solution basique.

Les résultats sont exprimés en milliéquivalents par litre, soit environ 0.1 g/l en H₂SO₄.

Elle est obtenue par la neutralisation des acides contenus dans le jus des raisins pour une décimale de soude (NaOH), l'acidité du raisin est exprimée en g/l d'acide sulfurique, qui est obtenue pour une prise d'essai de 5 ml de jus de raisin dans un erlen de 250 ml, leur ajouter 3 gouttes de bleu de bromothymol (BBT) à 0.4%, titrer à la burette par la solution de soude 0.1 N jusqu'à ce que le BBT et la solution vire du jaune au bleu vert.

Résultats : Soit v ml le volume de NaOH 0.1 N versé.

$$\text{L'acidité totale en H}_2\text{SO}_4 \text{ en gr/l} = (v \times 49 \times 0.1) / 5 = v \times 0.98.$$

IV-4. Les sucres totaux et les sucres réducteurs (AFNOR, 1986 ; OIV, 2011)

Avant les dosages, on prépare la solution de Fehling et deux filtrats (1) et (2) dont la composition est la suivante :

-Préparation de la solution Fehling :

Faire placer 5 ml de Fehling 1 et 5 ml de Fehling II dans une fiole jaugée de 100 ml.

Ajuster à 100 ml avec de l'eau de robinet, faire bouillir le mélange pour obtenir la solution de Fehling.

-Préparation du filtrat (1) :

Mélanger dans une fiole jaugée de 100 ml, 20 ml de jus et 5 ml de solution d'acétate de plomb.

Ajuster avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et puis filtrer le mélange.

Préparation du filtrat (2) :

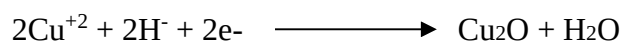
Mélanger 50 ml du filtrat (1) et 5 ml d'HCL concentré.

Incuber le mélange dans un bain marie à 70 °C durant 5 min.

Neutraliser par NaOH (10 N) jusqu'au virage à la couleur rose de quelques gouttes du filtrat à laquelle on ajoute 1 goutte de rouge de méthyle à 0.1 % éthanolique.

Dosage des sucres réducteurs (SR) :

Le principe est basé sur la détermination du volume de glucide à doser pour réduire en totalité une prise d'essai de Fehling.

**Mode opératoire ;**

On titre la solution de Fehling par le filtrat (1) préalablement préparée avec l'ajout de 2 gouttes de bleu de méthylène comme indicateur coloré jusqu'à l'apparition d'une couleur rouge brique.

Lire le volume (V_1) du filtrat (1) utilisé dans la titration.

Expression des résultats : SR (g/l) :

$$\text{SR (gr/l)} = \frac{240}{V (V_1_{-0.05})} \times 10$$

V_1 : Volume du filtrat (1) utilisé la titration.

V : Volume de prise d'essai.

Dosage des sucres totaux (ST) :

L'échantillon est préalablement hydrolysé par une solution de HCL concentrée. On titre la solution de Fehling de la même façon que précédemment par le filtrat placé dans une burette graduée (2) jusqu'à l'apparition d'une couleur marron cuivrée ou brique.

Lire le volume (V_2) de filtrat (2) utilisé dans la titration.

$$\text{ST (gr/l)} = \frac{500}{V (V_2_{-0.05})} \times 10$$

V_2 : volume du filtrat (2) utilisé lors de la titration.

V : volume de prise d'essai (20 ml).

$$\text{Teneur en saccharose en \%} = (\text{ST_SR}) \times 0.95$$

IV-5.Les polyphénols totaux : (OIV, 2011)

Une estimation de la teneur en polyphénols totaux peut être obtenue par plusieurs méthodes, en particulier par utilisation d'un mélange de phosphomolybdate et phosphotungstate commercialisé sous la dénomination de **réactif de FolinCiocateu (Macheix et al ,2005)**.

Principe :

Le caractère réducteur des composés phénoliques et leur complexation possible avec les métaux lourds conduisent dans ce cas à la formation de complexes colorés bleus que l'on peut alors doser par colorimétrie.

La coloration produite, dont l'absorption maximum à 760 nm, est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents.

Mode opératoire :

10 g du fruit sont broyés dans un mortier .Après dissolution dans une fiole de 100 ml avec l'eau distillée, la solution est ajustée à 100 ml. L'extrait est ensuite centrifugé à 3000 tours pendant 15 mn à froid (4°C) et on récupère le surnageant.

Dans une fiole on introduit :

- ✓ 0.5 ml du surnageant avec 5 ml d'eau distillée.
- ✓ 0.5 ml du réactif de Folin Ciocateu
- ✓ Après 3 mn, on ajoute 0.5 ml de carbonate de sodium(Na_2CO_3) à 4.25 %.Après l'avoir bien mélangé et l'incubé à l'obscurité pendant une heure. On mesure l'absorbance à 760 nm par rapport au blanc par le spectrophotomètre UV (9200/model 06.0827Biotech Engineering Management).La courbe d'étalonnage est obtenue dans la gamme de 0 à 1 g/l d'acide gallique.

IV-6-La surface foliaire exposée : Une conduite optimisée consiste en la recherche de l'équilibre entre le développement fructifère et la croissance végétative, afin d'obtenir une qualité de vendange optimale au meilleur coût. (IFV ,2010).

La surface exposée du couvert végétal(SECV) est la surface du feuillage directement exposé à la lumière solaire, elle est déterminée à l'aide de l'équation suivante :

La surface exposée du couvert végétal(SECV). Elle est déterminée à l'aide de l'équation suivante :

$$\text{SECV en m}^2/\text{m}^2 \text{ de sol} = (2 \times H+L) \times (1 - T) / E$$

H : hauteur de végétation (en m)

L : largeur de la végétation (en m)

E : écartement entre les rangs (en m)

T = pourcentage de trou

VI-Les analyses statistiques :

Les résultats des mesures sont soumis à différentes analyses statistiques réalisées à l'aide du logiciel Stat Box version 6.40.:

VI-1. Analyse de la variance (ANOVA) :

L'analyse de la variance est un test statistique permettant de vérifier que plusieurs échantillons sont issus d'une même population .Ce test s'applique lorsque l'on mesure une ou plusieurs variables explicatives qui influencent sur la distribution d'une variable continue à expliquer. On parle d'analyse à un facteur, lorsque l'analyse porte sur un modèle décrit par un facteur de variabilité, d'analyse à deux facteurs lorsque l'analyse porte sur un modèle décrit par deux facteurs de variabilité.

VI-2.Test de Newman et Keuls:

Le test de Newman et Keuls est un test de comparaison de moyennes par paires, pratiqué à l'issue d'une ANOVA. Son intérêt principal est qu'il évite, par construction, les situations « paradoxales » ou la moyenne d'un groupe G1 pourrait être considérée comme significativement différente de celle d'un groupe G2,alors qu'elle serait considérée comme non significativement différente de celle d'un groupe G3,pourtant plus éloignée d'elle que celle de G2 .De fait ,ayant déterminé que les moyennes m_i et m_j des groupes G_i et G_j ne sont pas significativement différentes, il n'est pas nécessaire de tester par paires les moyennes comprises entre m_i et m_j (incluses), le test garantissant qu'elles seront ,elles aussi, considérées comme non significativement différentes.

Partie III

Résultats et discussion

Dans cette partie, nous présentons les résultats de différentes analyses statistiques obtenues, énumérés dans les tableaux n°58 au 91. Ils montrent une variation au sein des paramètres mesurés; qui nous donne une idée préliminaire sur l'effet des facteurs étudiés (topographie, exposition) sur le cépage soumis à l'étude.

I-Evaluation des résultats: Les résultats de différentes analyses sont résumés dans les tableaux 13 et 14.

Tableau n° 13: Résultat des analyses physico-chimiques, (la parcelle A).

Variables	SE			NW		
	30/06/2014	15/07/2014	21/08/2014	30/06/2014	15/07/2014	21/08/2014
Température(°C)	30,65	32,13	35,75	36,15	32,24	37,04
Teneur en sucres totaux (gr/l)	96,74	110,24	139,2	99,66	128,86	142,65
Teneur en sucres réducteurs (gr/l)	87,84	98,03	109,66	89,08	105,38	110,65
Acidité totale(gr/l)	0,39	0,37	0,36	0,34	0,32	0,3
Acidité titrable (méq/100ml)	8,13	8,06	7,88	7,77	7,65	7,64
PH	4,14	3,96	3,61	4	3,77	3,52
Polyphénols totaux (%)	13,52	16,4	19,1	13,73	18,86	20,53
poids d'une baie(gr)	4,9	7,86	9,1	5,2	8,6	10,1
poids de 100 baies (gr)	500,2	537,9	566	511,2	549,8	640
Poids de 200 baies (gr)	914	957	961,5	921	989	994
Poids de la grappe (gr)			865,4			879,8
Saccharose (gr/l)	8,45	11,59	28,06	10,05	22,3	30,4

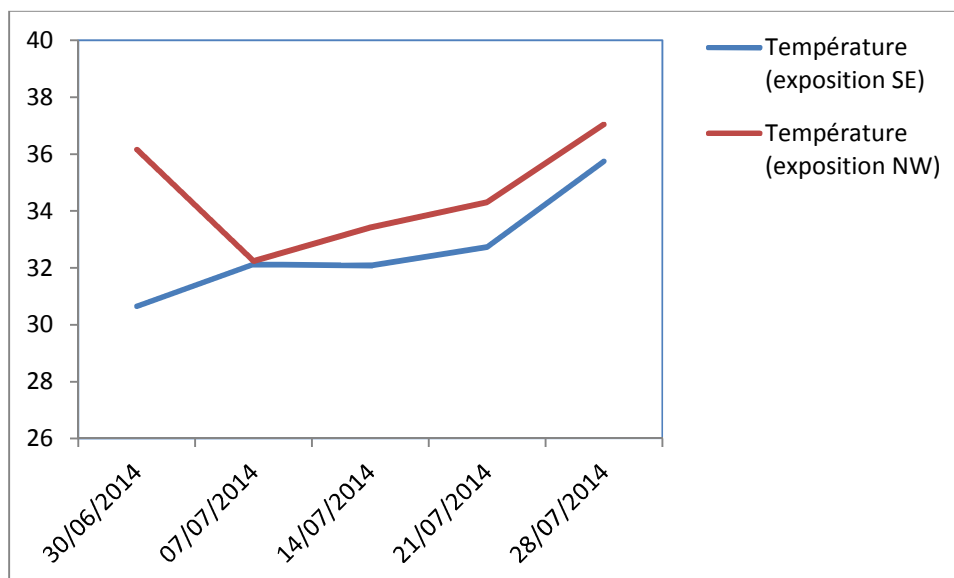
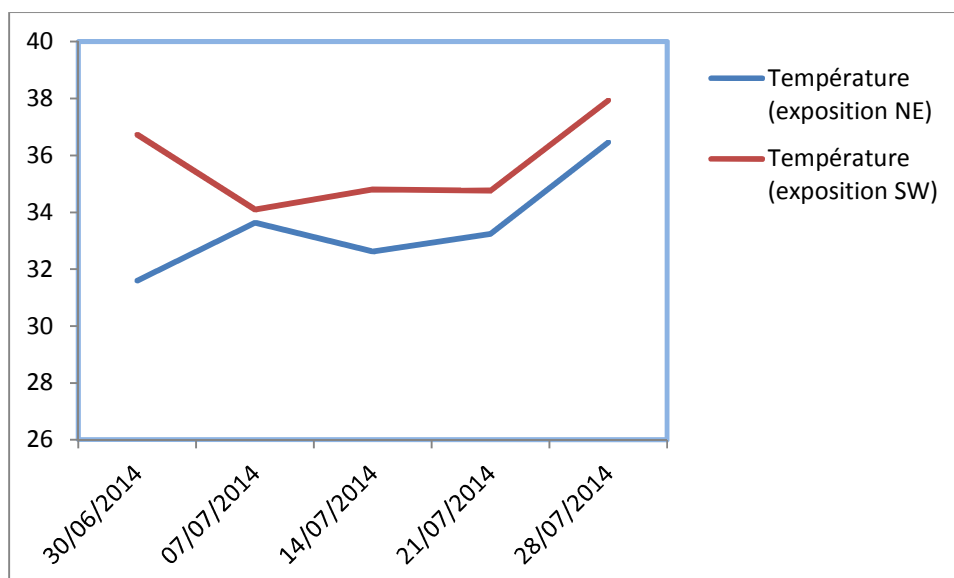
Tableau n° 14 : Résultat des analyses physico-chimiques, (la parcelle B).

Variables	NE			SW		
	30/06/2014	15/07/2014	04/08/2014	30/06/2014	15/07/2014	04/08/2014
Température	31,6	33,64	36,46	36,73	34,1	37,94
Teneur en sucres totaux (gr/l)	100,75	132,25	142,81	110,12	135,3	148,91
Teneur en sucres réducteurs (gr/l)	92,86	109,09	112,66	94,66	111,77	115,84
Acidité totale (gr/l)	0,28	0,26	0,25	0,27	0,25	0,23
Acidité titrable (méq/100ml).	5,43	5,2	4,9	5,06	5,01	4,7
PH	4,09	3,63	3,57	4,03	3,59	3,47
Polyphénols totaux (%)	14,1	19,73	21,37	15,2	20,05	21,6
poids d'une baie(gr)	3,6	5,65	7,2	4,1	6,54	7,9
poids de 100 baies(gr)	445,7	466	486	467,9	487	500,1
Poids de 200 baies(gr)	799	829	833	830	854	859
Poids de la grappe(gr)			613,93			621,6
Saccharose (gr/l)	7,49	22	28,64	14,68	22,35	31,41

I-1-Température:

Le climat, notamment la température, joue un rôle important sur la photosynthèse et par la suite sur l'accumulation du sucre dans les baies. Une augmentation de la température conduit à un meilleur fonctionnement de la vigne, d'autant plus que la température se rapproche de 25°C laquelle est une température optimale pour la photosynthèse. Cependant, celle-ci est limitée à une température de 35°C et bloquée à 40°C (Morlat et al. 2001, Van Leeuwen et al.2003 ; Barbeau, 2008).

Les cinq (05) prélèvements des températures effectuées entre le 30/06/2014 et 28/07/2014, nous ont permis de tracer les courbes d'évolution de la température de la grappe, durant les étapes de la maturité (figure 22 et 23).

Figure n° 22 : Evolution de la température du microclimat de la parcelle A.**Figure N° 23:** Evolution de la température du microclimat de la parcelle B.

Les moyennes des températures prélevées représentées par les figures n° 22 et 23, montrent une différence entre les deux parcelles et leurs expositions respectives.

La parcelle B en amont présente une moyenne des températures plus élevées, par rapport à la parcelle A en aval, ceci parce qu'elle présente un meilleur ensoleillement.

I-2-Etude des caractères physiques :

1-2-1-Le poids d'une baie :

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 (Lacompagne, 2010).

Les conditions climatiques lors de la floraison et l'état physiologique des plants lié au type de fonctionnement de la parcelle peuvent expliquer les différences de poids, comme il existe un lien entre le poids de la baie et le nombre de pépins qu'elle contient. En effet, le poids de la baie dépend aussi d'autres facteurs comme l'alimentation hydrique (Carbonneau, 1998 ; Champagnol, 1984 ; Ojeda et al ,2002).

Figure n° 24: Le poids d'une baie selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle A.

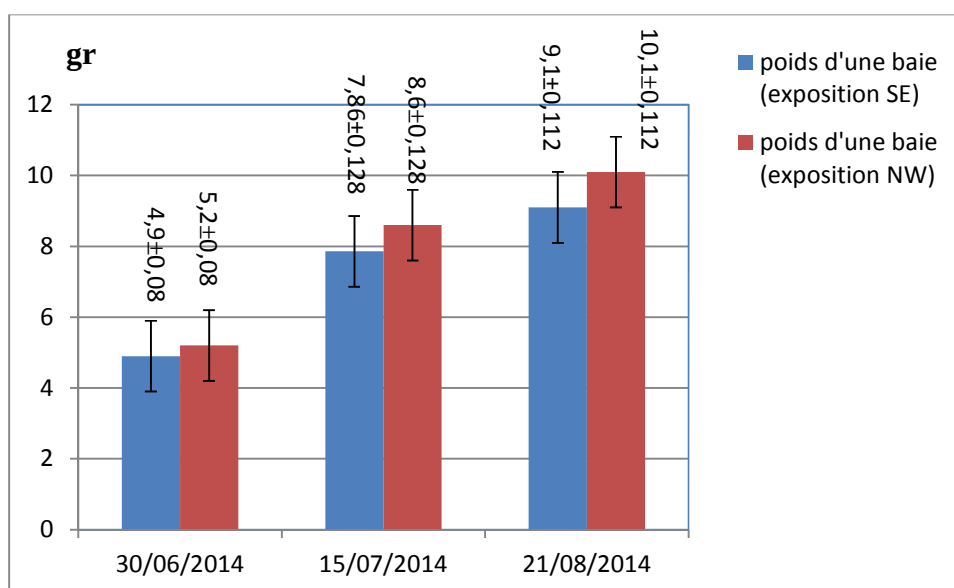
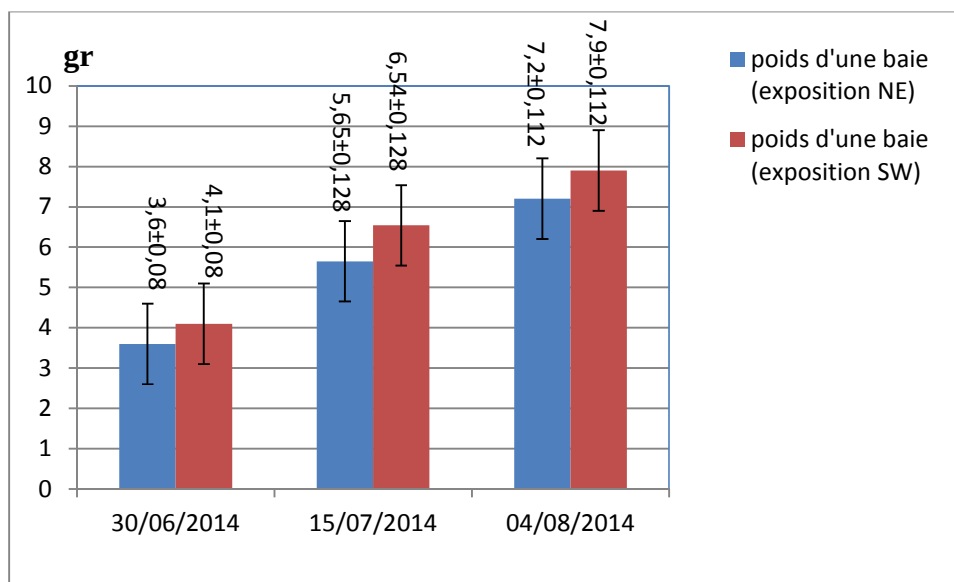


Figure n° 25: Le poids d'une baie selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle B.



Les figures 24 et 25, regroupent les poids des baies: Le poids le plus élevé est enregistré avec l'exposition NW pour la parcelle A avec 10,1 g et le poids le plus faible est enregistré avec l'exposition NE pour la parcelle B avec 3,6 g.

Le 3^{ème} échantillonnage présente un poids d'une baie plus important que les autres échantillonnages pour les deux parcelles A et B.

1-2-2-Le poids de 100 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 **Reynier (2000)**, la grosseur finale dépend de cépage, des conditions climatiques, de l'alimentation en eau, des pratiques culturales et du volume des raisins portés par la vigne, cette grosseur est aussi liée au taux de nouaison.

Figure n°26: Le poids de 100 baies selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle A.

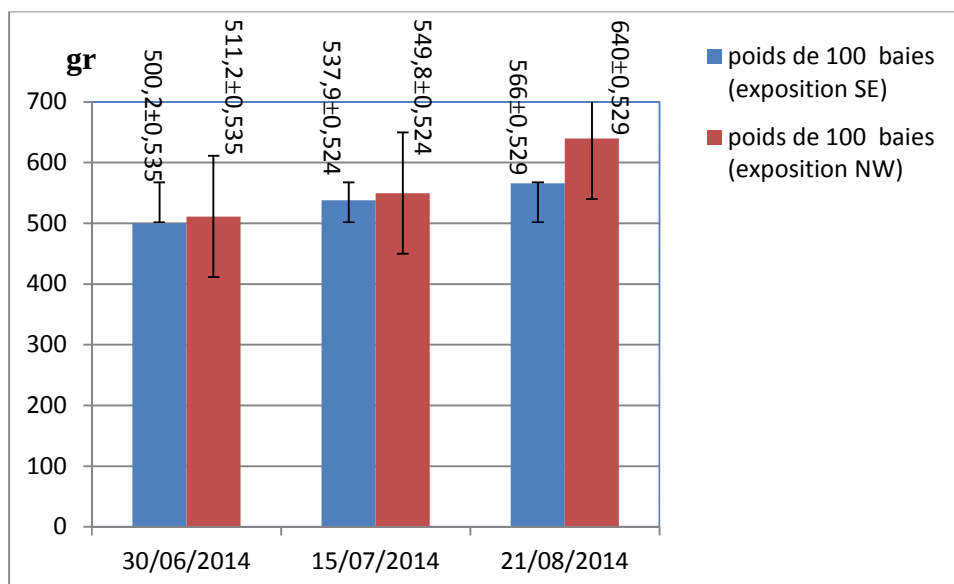
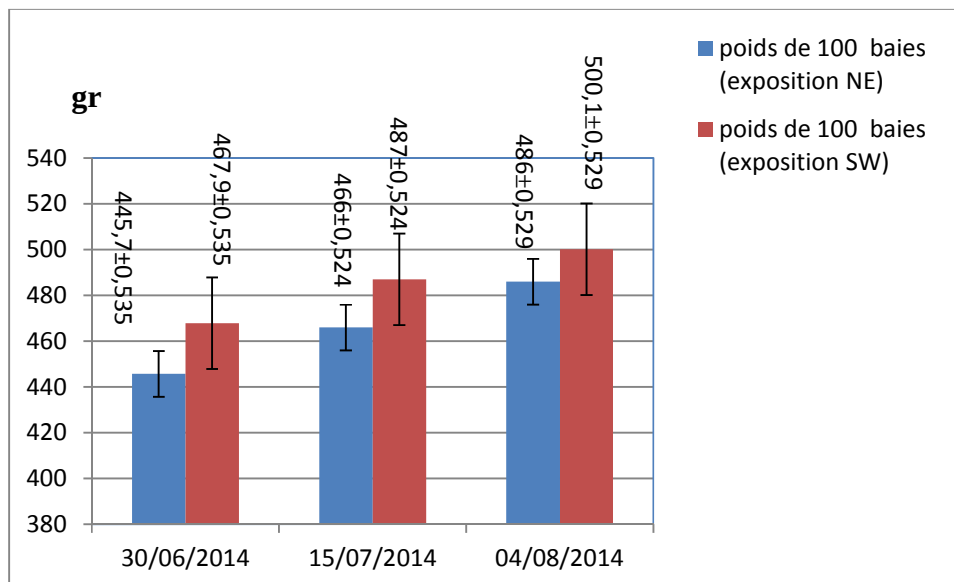


Figure n° 27 : Le poids de 100 baies selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle B.



Selon les résultats du poids de 100 baies (figure 26 et 27), le poids le plus élevé est enregistré pour l'exposition NW de la parcelle A avec 640 g. Alors que le poids le plus faible est enregistré pour l'exposition NE de la parcelle B avec 445,7 g.

Le 3^{ème} échantillonnage présente un poids de 100 baies plus important que les autres échantillonnages pour les deux parcelles A et B.

1-2-3-Le poids de 200 baies : (voir figure 28 et 29).

Figure n° 28: Le poids de 200 baies selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle A.

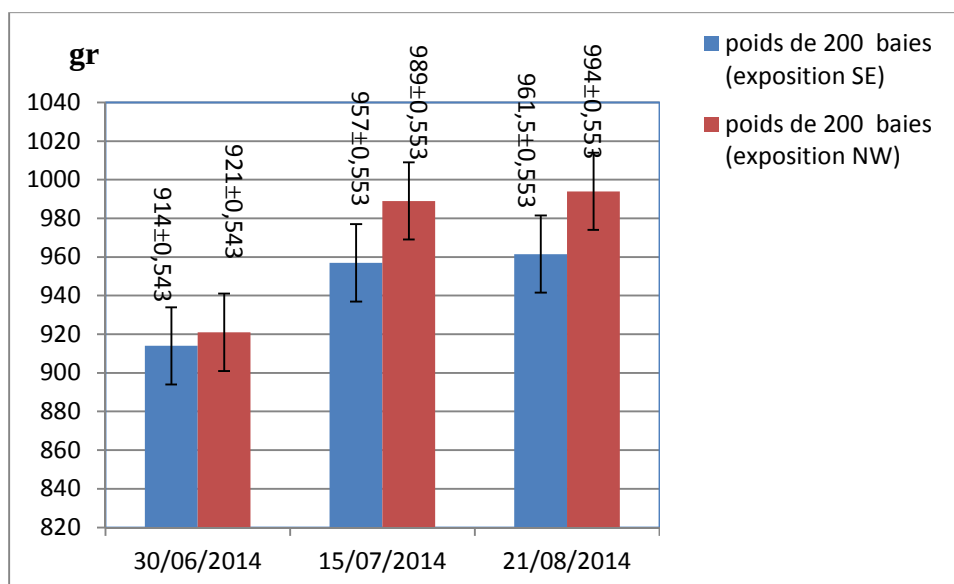
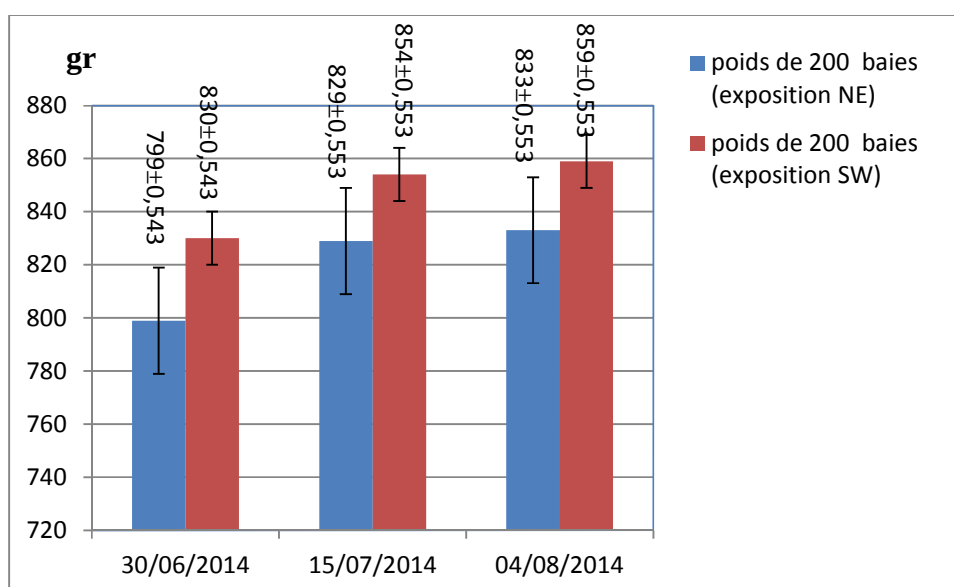


Figure n° 29 : Le poids de 200 baies selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle B.



Selon les résultats du poids moyen de 200 baies est plus élevé pour l'exposition NW de la parcelle A est 994 g, Alors que celui-ci n'est que de 859 pour la parcelle B.

Concernant l'exposition le poids le plus élevé est enregistré pour l'exposition NW avec une valeur de 994g et 961.5 g pour le SE pour la parcelle A. De même que pour la parcelle B, elle est de 859 g pour l'exposition SW et de 833 g pour le NE.

1-2-4-Le poids d'une grappe:

Le poids moyen d'une grappe est la composante du rendement qui contribue plus à la variation de la production. Le nombre de fleurs par inflorescence explique à lui seul environ 75% de la variabilité du nombre de baies par grappe et plus de 70% du poids de la grappe (**Lopez Miranda, 2004**). Selon **Galet (2000)**, le poids de la grappe dépend du nombre et du poids des baies.

Figure n° 30:Le poids d'une grappe selon l'exposition pour la parcelle A.

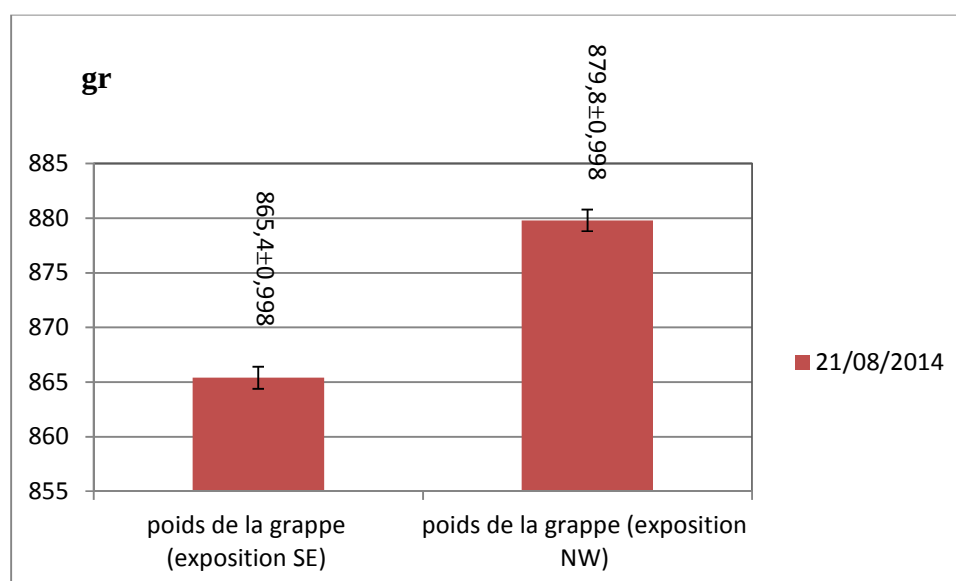
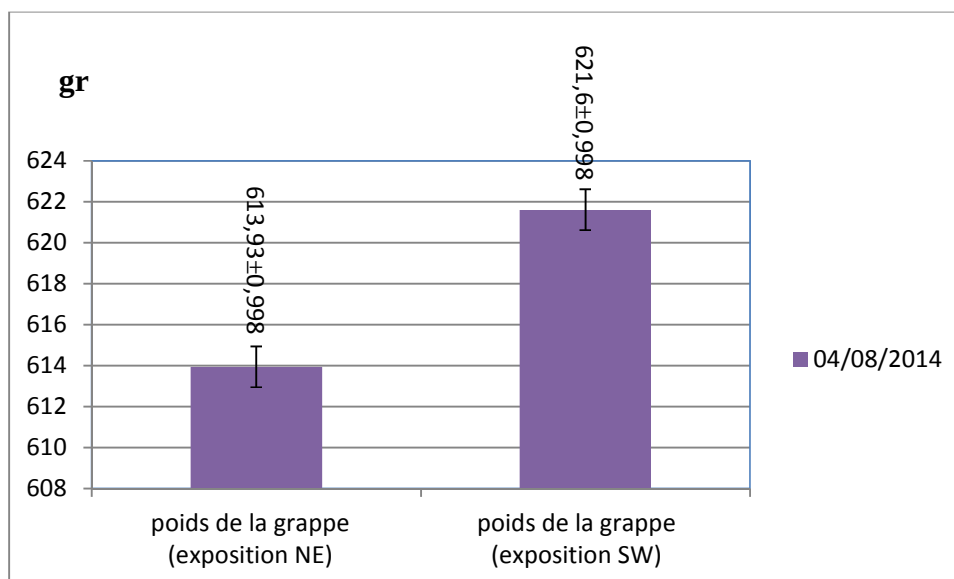


Figure n° 31 : Le poids d'une grappe selon l'exposition pour la parcelle B.

Selon les résultats du poids moyen d'une grappe (figure 30 et 31), le poids le plus élevé est enregistré pour l'exposition NW de la parcelle A avec 879,8 g. Alors que le poids le plus faible est enregistré pour l'exposition NE de la parcelle B avec 613,93 g. En comparant les résultats pour les deux parcelles, selon l'exposition, le NW et SW présente des valeurs supérieures respectives de 879.80 g (A) et de 621.60 g (B); alors que pour l'exposition NE et SE, elles sont de l'ordre de 865.40 g (A) et 613.93 (B).

La parcelle A, présente une meilleure alimentation hydrique, exprimée par un poids de baies et grappes conséquent.

I-3- Etudes des caractères biochimiques :

I-3-1- Acidité totale :

L'acidité des raisins est due à la présence de deux acides principaux, l'acide malique et l'acide tartrique (Song et al. 2012).

Reynier (2007), indique que la dégradation de la teneur en acidité, augmente avec la température, pour l'acide malique, elle est atteinte à 30°C et l'acide tartrique au dessus de 30°C.

Les résultats de l'acidité totale des jus extraits du cépage étudié sont représentés dans les figures n° 32 et 33.

Figure n°32 : L'acidité totale selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle A.

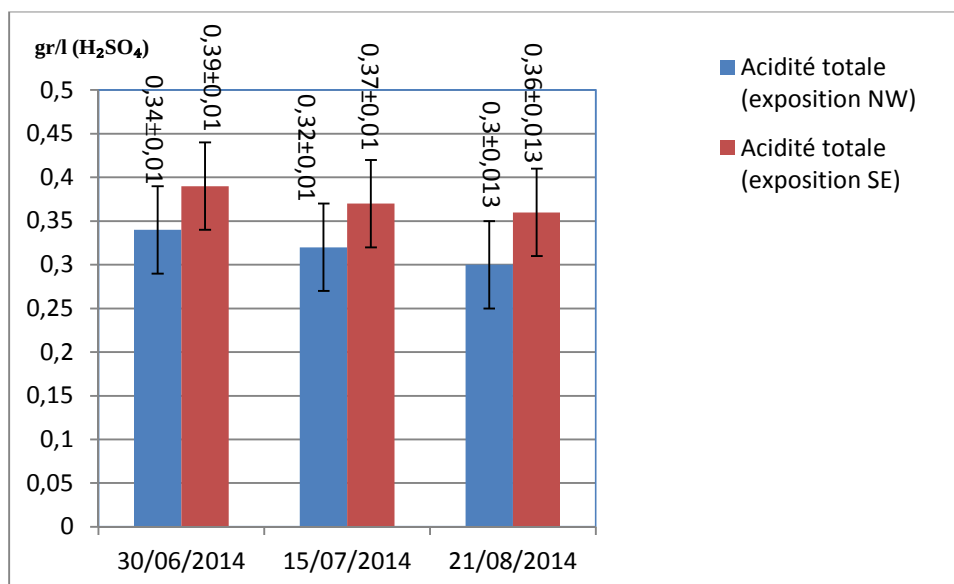
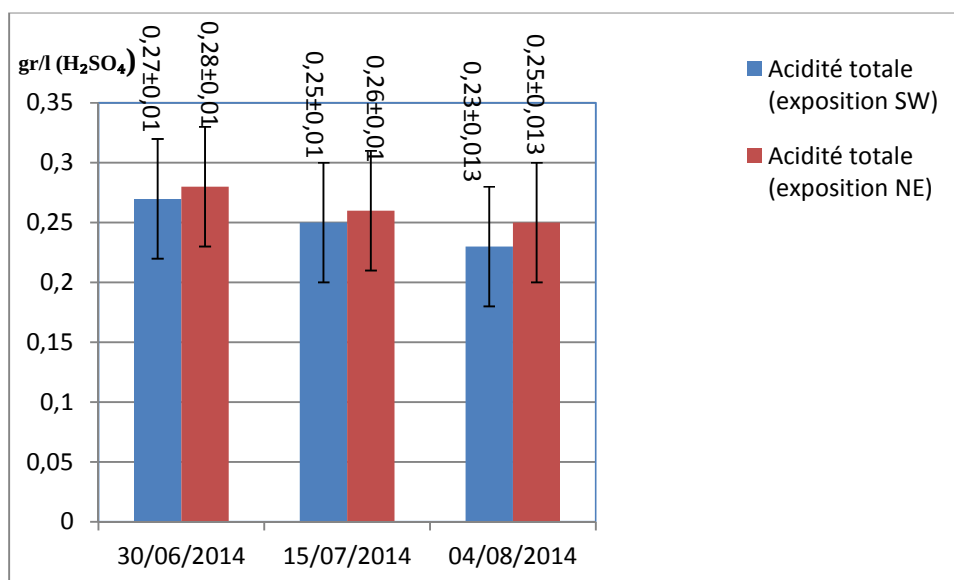


Figure n° 33 : L'acidité totale selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle B.



D'après ces résultats, la première période d'échantillonnage a donnée un taux le plus élevé d'acidité qui est compris entre 0,39 (SE) et 0,34 (NW) gr/l (H_2SO_4) pour la parcelle A et 0,28 (NE) et 0,27 (SW) gr/l (H_2SO_4) pour la parcelle B.

Quant aux taux les plus faibles, ils sont donnés pour la 3^{ème} période d'échantillonnage, ils sont compris entre 0,30 (SE) et 0,36 (NW) gr/l (H_2SO_4) pour la parcelle A et 0,23 (NE) et 0,25 (SW) gr/l (H_2SO_4) pour la parcelle B.

La parcelle A est celle qui présente un taux élevé d'acidité par rapport à la parcelle B, parce qu'elle se situe en aval (plus froide et moins ensoleillée).

I-3-2- Acidité titrable:

L'acidité titrable est également un facteur important de la qualité d'une vendange. Durant la maturation, l'acidité titrable des baies diminue, cette diminution étant principalement due à celle de l'acide malique (**Huglin, 1986**).

Les acides organiques : l'acide malique et l'acide tartrique représentent plus de 90% de la teneur en acides organiques contenus dans la baie (**Huglin, 1986**). Leurs teneurs ainsi que leur rapport sont modifiés au cours de la maturation et peuvent également varier en fonction des conditions du milieu (**Ruffner, 1982**). Leur accumulation dans la baie se fait pendant la phase de croissance puis leur concentration diminue fortement de la véraison jusqu'à la maturité.

Figure n°34 : L'acidité titrable selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle A

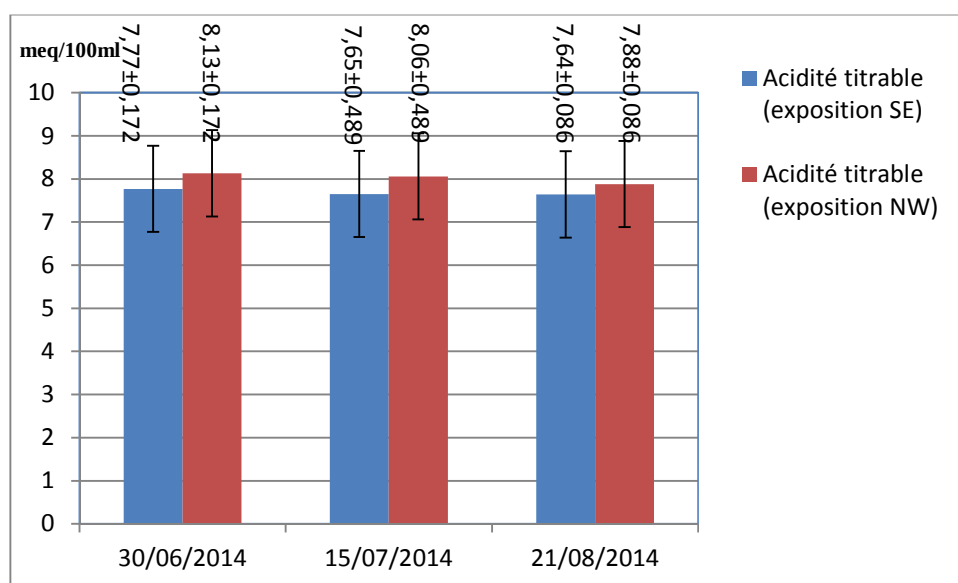
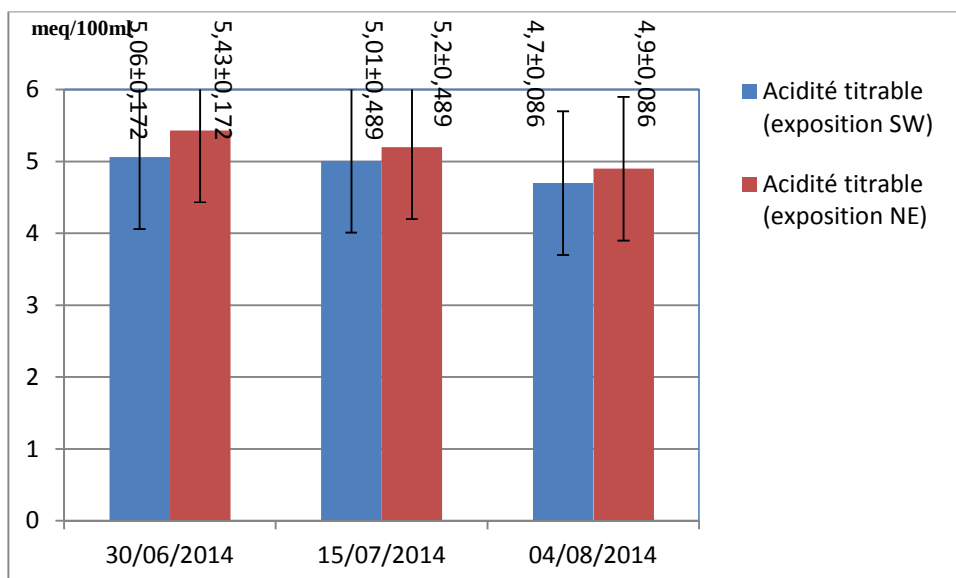


Figure n° 35 : L'acidité titrable selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle B.



Selon les résultats des figures 34 et 35, l'acidité titrable diminue progressivement du premier au dernier échantillonnage. Elle est de 7,77 à 7,64 meq/100 ml pour l'exposition SE et de 8,13 à 7,88 meq/100ml pour l'exposition NW pour la parcelle A. Alors elle est de 5,06 à 4,7 meq/100 ml pour l'exposition SW et de 5,43 à 4,9 pour l'exposition NE pour la parcelle B. La parcelle B, présente une acidité titrable la plus faible, celle-ci se trouve justifiée par l'exposition.

I-3-3- Le pH

Selon **Huglin (1998)**, le pH du moût est surtout lié aux taux d'acide tartrique et les différences qui peuvent exister proviennent de l'année viticole (millésime), de la maturation, des caractères génétiques de cépage et l'état sanitaire.

Les résultats du pH des jus de cépage étudié sont illustrés dans les figures 36 et 37.

Figure n°36: Le pH selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle A

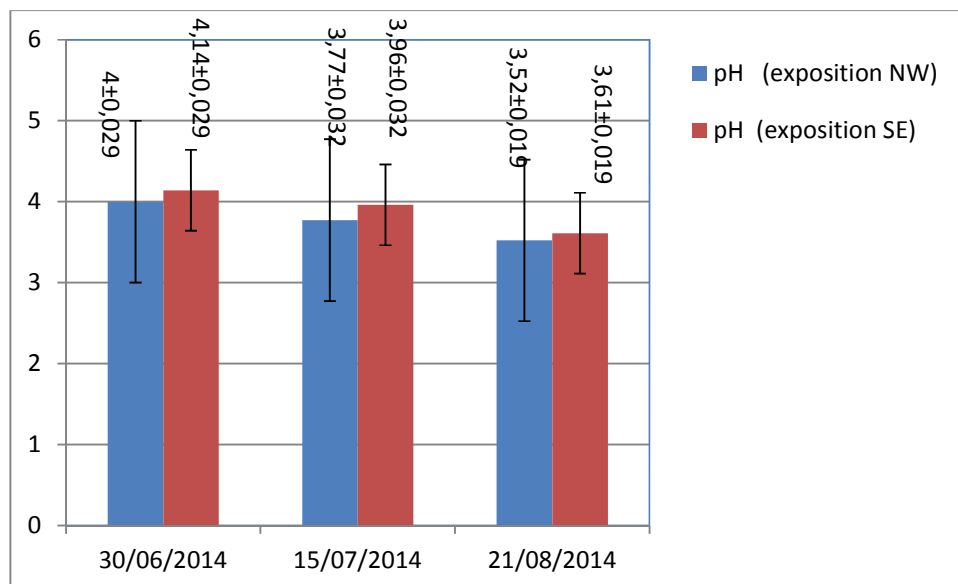
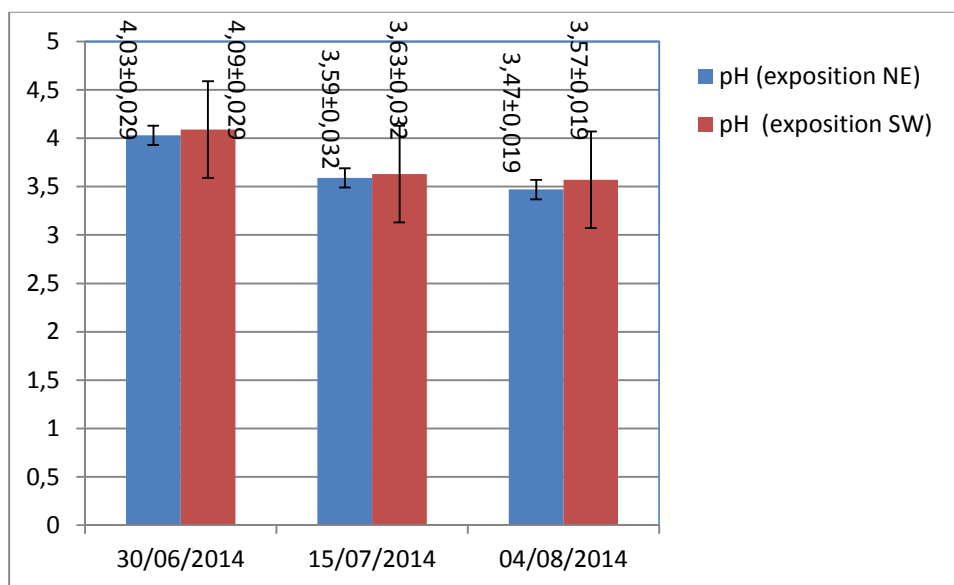


Figure n°37: Le pH selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle B.



L'ensemble des périodes présente un pH acide qui varie de 3,47 à 4,14.

I-3-4- Sucres totaux:

Selon (Jones *et al.* 2005), l'augmentation du rendement diminue le taux de sucres des raisins et par conséquent la qualité du fruit. L'augmentation de la température environnante accélère la phénologie et l'accumulation des sucres.

Figure n° 38: Les sucres totaux selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle A

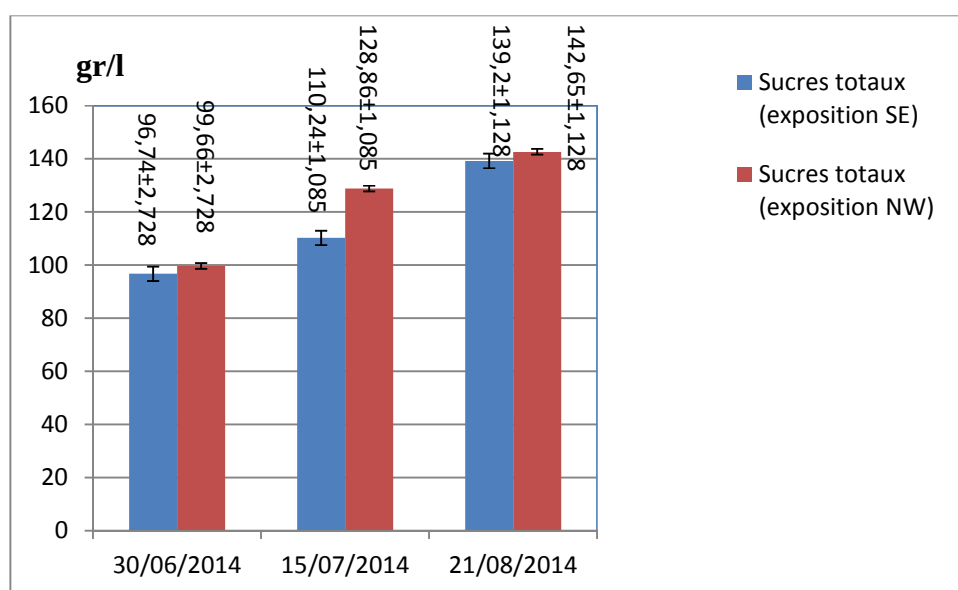
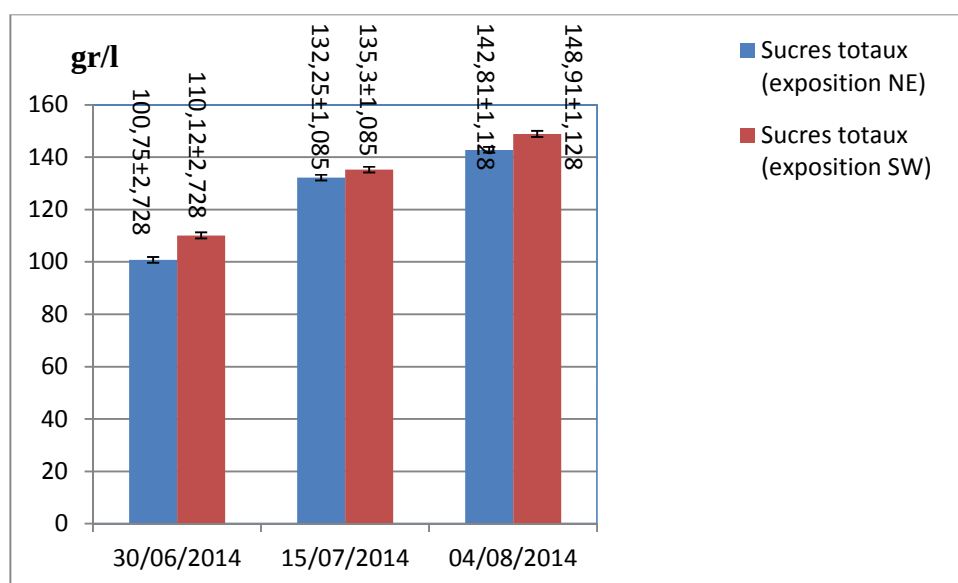


Figure n°39 : Les sucres totaux selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle B.



D'après les résultats représentés dans les figures n° 38 et 39, la teneur la plus élevée est donnée par le 3^{ème} échantillonnage pour la parcelle B avec un taux de 148,91 gr/l pour l'exposition SW.

Au niveau de la parcelle A : C'est au niveau de la 3^{ème} période d'échantillonnage (21/08/2014) de l'exposition NW que la teneur la plus élevée est enregistrée avec un taux de 142,65 gr/l. Les teneurs les plus faibles sont enregistrés au niveau de 1^{er} échantillonnage (30/06/2014) de l'exposition SE avec 96,74 gr/l.

Au niveau de la parcelle B : C'est au niveau de l'échantillonnage 3 de l'exposition SW que la teneur enregistrée est la plus élevée avec 148,91 gr/l.

Les taux de sucres totaux sont plus élevés au niveau de la parcelle B (exposition Sud-ouest) qui est plus ensoleillée engendrant des températures optimales à la maturation.

I-3-5- Sucres réducteurs :

Selon **Delanoe (2001)**, les sucres réducteurs constituent la plus grande partie des sucres simples du moût ou du vin. On y trouve :

Le glucose et le fructose ; ils constituent l'essentiel des moûts. Ce sont les sucres fermentescibles qui vont disparaître en fin de fermentation. L'arabinose et le xylose ; qui se présentent en faible quantité dans les moûts (< 2 gr/l) et ils ne sont pas fermentescibles.

Figure n° 40: Les sucres réducteurs selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle A.

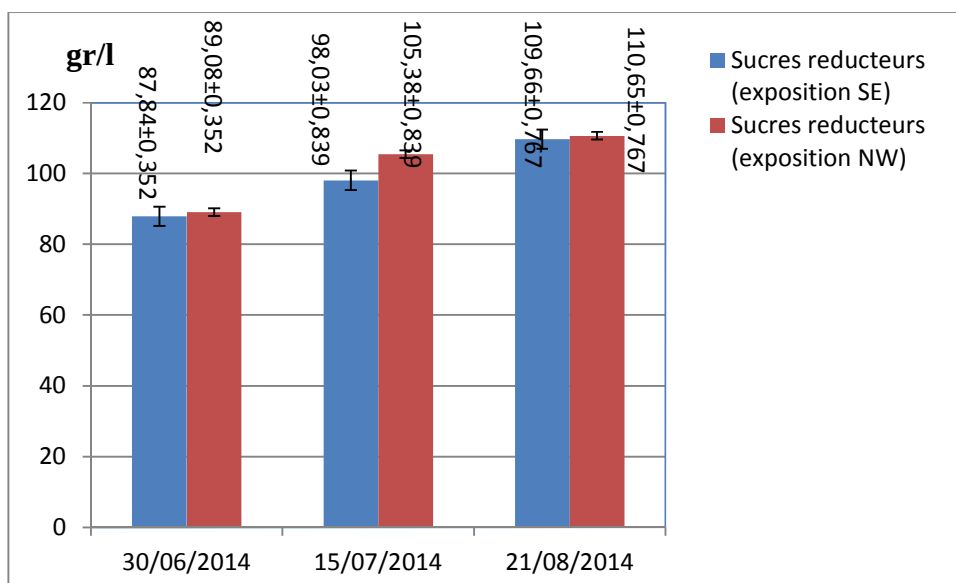
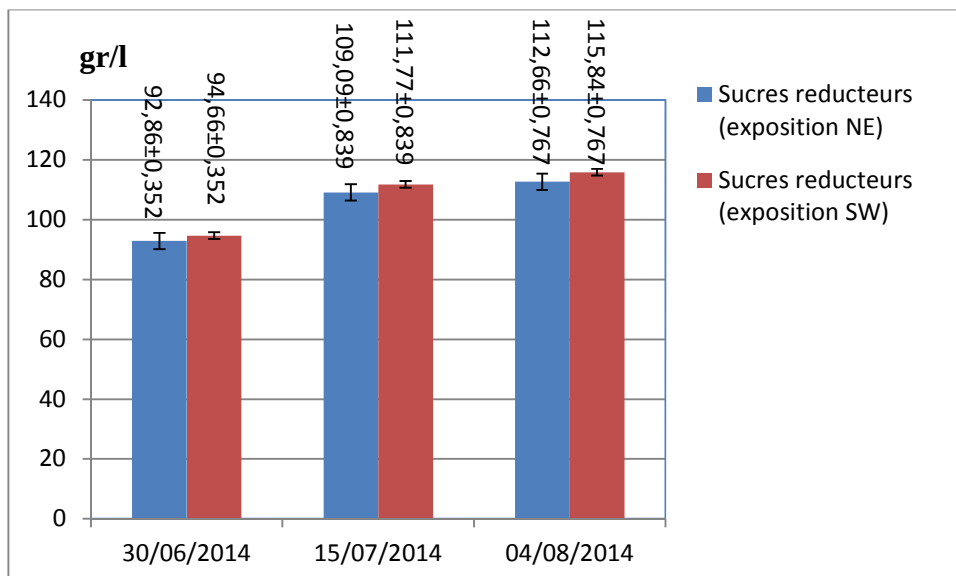


Figure n°41: Les sucres réducteurs selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle B.



Les résultats relatifs à la quantité des sucres réducteurs des différentes expositions sont présentés dans les figures suivantes (40 et 41) où nous remarquons que les teneurs les plus élevées en sucres réducteurs ont été enregistrés pour le 3^{ème} prélèvement au niveau de la parcelle B (exposition SW) avec 115,84 gr/l et pour la parcelle A (exposition NW) avec 110,65 gr/l.

L'échantillonnage 1(30/06/2014) présente les taux de sucres réducteurs les plus faibles pour les deux parcelles A et B avec respectivement 87,84 gr/l (exposition SE) et 92,86 gr/l (exposition NE).

Les taux de sucres réducteurs sont plus élevés au niveau de la parcelle B (effet topographie).

I-3-6-Saccharose :

Les teneurs en saccharose sont étroitement liés à la teneur en sucres totaux et à la teneur en sucres réducteurs. Les résultats relatifs à la teneur en saccharose de cépage étudié sont représentés dans les figures suivantes (42et 43).

Figure n°42: Le saccharose selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle A

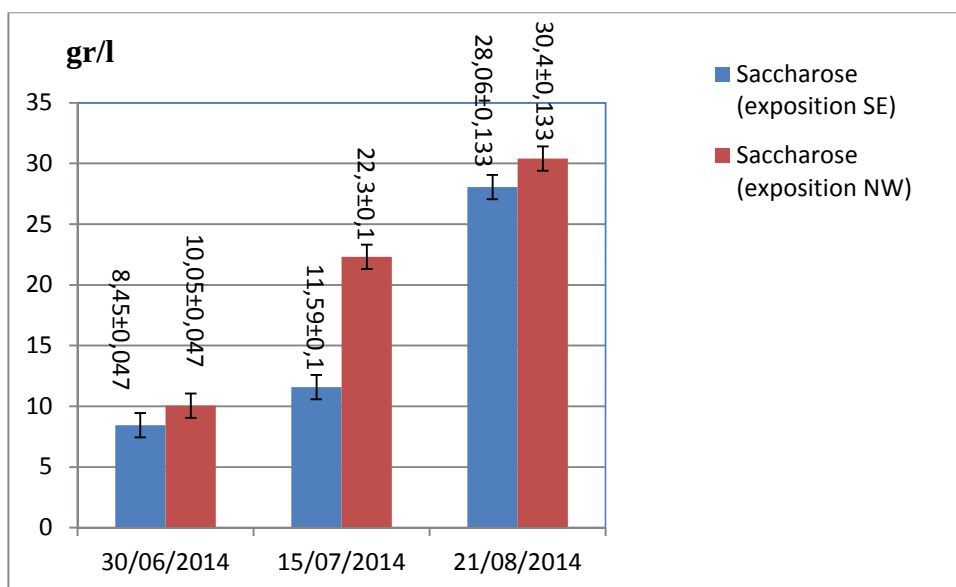
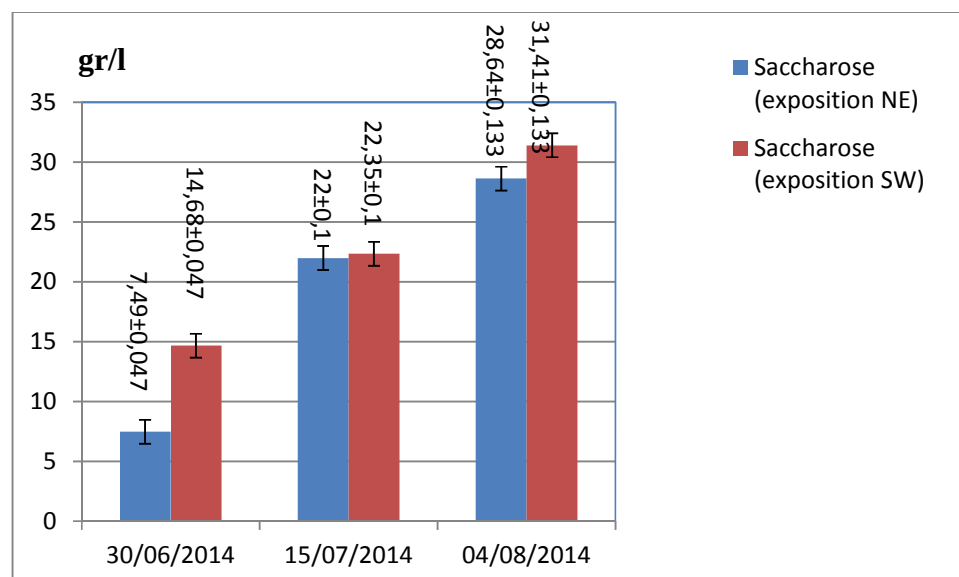


Figure n°43: Le saccharose selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle B.



Les teneurs les plus élevées sont enregistrées au niveau de la parcelle B (exposition SW) avec 31,41 gr/l et 30,4 gr/l pour la parcelle A (exposition NW). L'échantillonnage 1 présente les taux de saccharose les plus faibles avec 8,45 gr/l pour la parcelle A

(exposition SE) et 7,49 gr/l pour la parcelle B (exposition NE). C'est la parcelle B qui présente un taux de saccharose le plus élevé.

I-3-7-les polyphénols totaux:

Les polyphénols sont des constituants importants du raisin à cause de leur rôle sur la coloration des fruits et leurs particularités gustatives qui donnent au vin ses caractéristiques spécifiques. Ils sont caractérisés par la présence d'un noyau benzénique portant un ou plusieurs groupements hydroxyles, pouvant être acylés ou glucosylés. Les composés polyphénoliques dérivent d'une voie du métabolisme des sucres donc les facteurs qui agissent sur la teneur en composés phénoliques (**Champagnol, 1984**).

La synthèse des polyphénols est fortement influencée par le microclimat des grappes, notamment la température et la lumière. La quantité et la qualité de la lumière agissent sur la composition des baies. Les baies ombrées pendant la véraison sont moins concentrées en sucres, phénols et anthocyanes et plus acides que celles directement exposées (**Smart et al. 1988 ; Keller et al. ,1998**).

Figure n° 44: Les polyphénols totaux selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle A

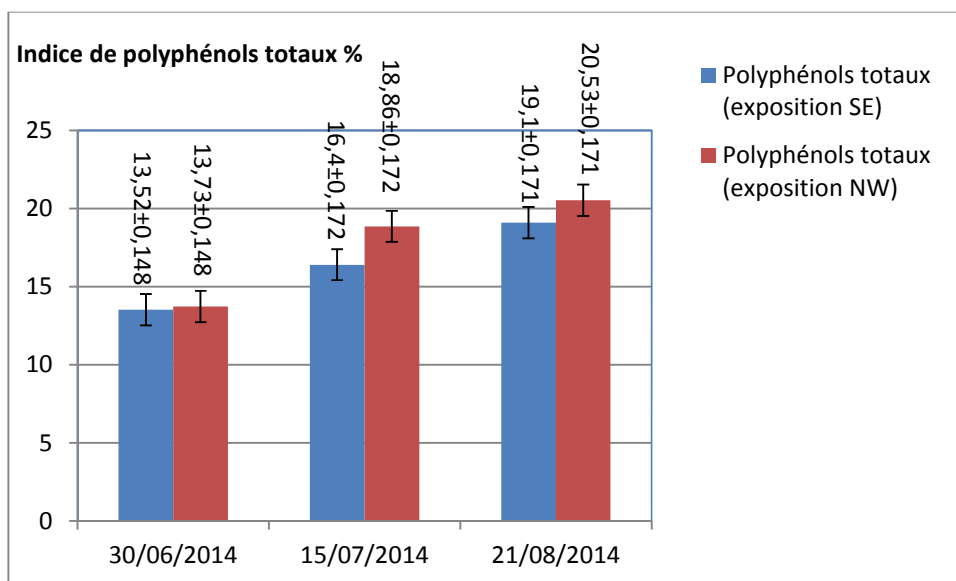
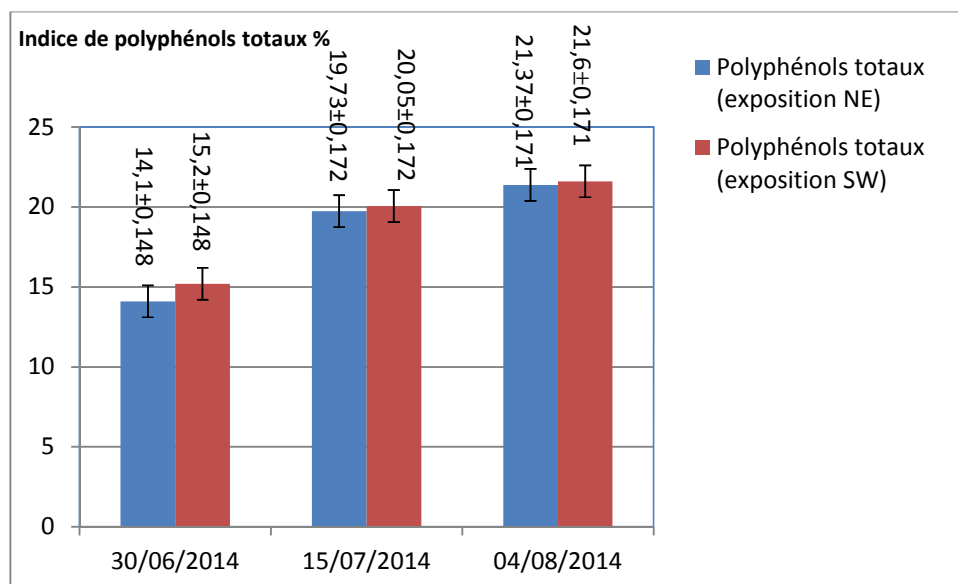


Figure n° 45: Les polyphénols totaux selon l'exposition et la période d'échantillonnage pour la parcelle B.



Les résultats de dosage des polyphénols totaux dans les jus du cépage étudié sont représentés dans les figures N°44 et 45, les jus obtenus par les prélèvements des grappes à maturité, ont manifesté une certaine richesse en polyphénols totaux par rapport aux autres échantillonnages; il diffère aussi selon les expositions et les parcelles. Il est plus élevé au niveau des expositions Sud-ouest. C'est la parcelle B qui présente un taux en polyphénols totaux le plus élevé que la parcelle A. Il ya une augmentation du taux des polyphénols totaux quelle que soit l'exposition Est ou Ouest au fur et a mesure de la maturité, ceci en rapport avec l'ensoleillement et l'élévation des températures (microclimat des grappes).

I-4-Les caractéristiques édaphiques :

Les analyses physico-chimiques du sol de la région d'études sont réalisées dans le laboratoire de pédologie de la faculté de Sciences agronomiques et biologiques de Tizi-Ouzou et énumérées dans les tableaux (13 et 14), suivants :

Tableau n°15 : analyse physico-chimique du sol de la parcelle A.

Profondeur Analyse	10cm	20cm	30cm	40cm	50cm et plus	moyenne
Analyses physiques (Granulométrie)						
Argile %	14,66	16,25	11,92	17,76	17,88	15,69
Limon fin %	25,18	27,55	29,83	30,84	31,70	29,02
Limongrossier%	15,76	08,75	06,32	07,77	07,29	09,17
Sable fin %	24,35	29,30	27,43	25,38	27,38	26,76
Sable grossier %	20,05	18,15	24,5	18,25	15,75	19,34
Analyses chimiques						
pH	07,46	06,94	6,77	7,91	7,59	7,33
MO%	03,46	02,45	2,56	2,55	3,34	2,87
Carbone (C%)	02,01	01,42	1,48	1,48	1,94	1,66

Tableau n°16: analyse physico-chimique du sol de la parcelle B.

Profondeur Analyse	10cm	20cm	30cm	40cm	50cm et plus	moyenne
Analyses physiques (Granulométrie)						
Argile%	14.43	8.75	14.47	13.44	10.70	12,35
Limon fin%	25,35	23,84	20,48	21,53	22,68	22,78
Limon gossier%	24,15	15,83	25,23	15,47	13,07	18,75
Sable fin %	27,00	29,00	30,75	29,98	30,50	29,44
Sable grossier%	9,07	22,58	9,07	19,58	23,05	16,67
Analyses chimiques						
pH	7,65	8,23	6,82	5,61	6,55	6,97
MO %	3,42	3,51	2,11	2,07	3,08	2,83
Carbone (C%)	1,98	2,04	1,22	1,20	1,79	1,64

La vigne est une plante qui s'adapte à tous type du sol à condition que celui-ci repose sur un sous-sol perméable a l'eau, sans excès d'humidité ni sécheresse du sol.

Les analyses physico-chimiques du sol du site d'étude, nous indique que la structure physique est de nature sablo-limoneuse favorable à la rétention en eau, caractérisée par un taux de sable et de limon prédominants avec des pourcentages qui varient respectivement selon les horizons de 25,18 % à 31,70 % et 24,35 % à 27,38 % pour la parcelle A et de 27 % à 30,50 % et 25,35 % à 22,68 % pour la parcelle B.

Le taux d'argile et de limon est supérieure dans la parcelle A par rapport a la parcelle B, alors que le taux de sables est plus élevée dans la parcelle B.

En conclusion, on peut dire que ce type de sol convient parfaitement à la culture de vigne car il ne présente pas un excès d'humidité ce qui évite le risque d'asphyxie racinaire. De plus, il permet une bonne aération et un bon développement du système racinaire de la vigne.

L'analyse chimique révèle une teneur en matière organique conforme à la norme (supérieure à 2,5%), qui est favorable à la stabilité des sols et à leur capacité de rétention d'eau pour les deux parcelles avec des pourcentages qui varient respectivement selon les horizons de 3,46 % à 3,34 % pour la parcelle A et de 3,42 % à 3,08 % pour la parcelle B. C'est la parcelle A qui présente une teneur en matière organique plus élevé par rapport à la parcelle B.

Le pH des cinq horizons est neutre à légèrement acide, il est variable d'un horizon à un autre, il est compris entre 6,77 et 7,59 pour la parcelle A ; et de 5,61 à 8,23 pour la parcelle B.

La parcelle B est légèrement plus acide que la parcelle A.

I-5-la Surface foliaire exposée :

De nombreuses publications (**Bertamini et al, 1991 ; Smart et Robinson, 1991 ; Murisier, 1996**) ont mis en évidence l'influence de l'équilibre entre la surface foliaire exposée et le rendement sur le taux de sucre de la vendange.

Le calcul de la surface exposée du couvert végétal (SECV) a donné les résultats suivants dans le tableau n° 15

Tableau n°17: la Surface foliaire exposée.

	Parcelle A	Parcelle B
Hauteur de la végétation (m)	01	01
Largeur de la végétation (m)	0,8	0,6
Pourcentage des trous	23,39 %	27,77 %
SECV(m ² / m ²)	2,14	1,87
Rendement (T/ha)	6,14	5,80
SECV/PR (m ² /kg raisin).	3,5	3,22

La surface exposée du couvert végétal(SECV) est plus élevée dans la parcelle A par rapport a la parcelle B, ceci est dû au faite que la parcelle A en aval plus humide, plus froide, le développement végétatif, le poids de la grappe et baies, l'acidité totale et le pH sont plus élevés. Concernant le taux de sucre, saccharose et polyphénols totaux sont plus élevés au niveau de la parcelle B, qui est moins humide et plus exposée au soleil.

II - L'analyse de la variance :

L'analyse de la variance permet de préciser l'importance des paramètres étudiés qu'ils soient physiques ou technologique, susceptibles de définir la meilleure exposition et topographie pour obtenir des raisins de qualité, et ceci en comparant les moyennes observées sur la variété. Sur la base de l'analyse de la variance (ANOVA) au seuil de 5% effectuée pour les 12 paramètres étudiés, avec deux facteurs : Facteur 1 : station, Facteur 2 : exposition. Nous avons remarqué qu'il existe des différences très hautement significatives pour la plupart des paramètres étudiés, comme le montrent les résultats obtenus :

II-1-Température :

L'analyse de la variance de la température du microclimat de 03 échantillonnages du Cardinal, concernant le 1^{er} et 3^{ème} échantillonnage, elle montre une différence non significative entre les deux facteurs, elle est présentée dans les tableaux n°16 et 18. Ce qui nécessite l'examen du coefficient de variation résiduel, indicateur de l'action des facteurs non étudiés, qui peut empêcher l'effet des traitements d'apparaître.

Ce coefficient étant de 5,66% nettement inférieur à 10% (erreur relative à la moyenne). Dans ce cas, nous ne pouvons pas conclure définitivement sur l'effet des facteurs qui peut être masqué par la variabilité, l'hétérogénéité et même l'efficacité de

méthodes étudiées Concernant le 2^{ème} échantillonnage, elle est très hautement significative entre les stations et expositions. Elle est présentée dans le tableau n°17.

Tableau n°18: L'analyse de la variance de la température de l'échantillonnage 1 du Cardinal

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	112,377	23	4,886				
VAR.FACTEUR 1	34,512	1	34,512	11,348	0,00456		
VAR.FACTEUR 2	27,872	3	9,291	3,055	0,06285		
VAR.INTER F1*2	0,342	3	0,114	0,037	0,98948		
VAR.RESIDUELLE 1	42,576	14	3,041			1,744	5,66%

Tableau n°19 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la température chez le Cardinal pendant le 1^{er} échantillonnage.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	st2	32,015	A	
1.0	st1	29,617		B

Tableau n°20: L'analyse de la variance de la température de l'échantillonnage 2 du Cardinal

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	337,131	23	15,569				
VAR.FACTEUR 1	133,216	1	133,412	277,387	0		
VAR.FACTEUR 2	162,414	3	28,885	60,056	0		
VAR.INTER F1*2	1,992	3	0,664	1,363	0,00013		
VAR.RESIDUELLE 1	6,733	14	0,480			0,6936	1,81 %

Tableau n°21 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la température chez le Cardinal pendant le 2^{ème} échantillonnage.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	st2	35,135	A	
1.0	st1	32,017		B

Tableau n°22: L'analyse de la variance de la température de l'échantillonnage 3 du Cardinal

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	45,979	23	2,123				
VAR.FACTEUR 1	16,033	1	16,056	30,893	0,0001		
VAR.FACTEUR 2	31,543	3	5,610	10,793	0,00419		
VAR.INTER F1*2	0,057	3	0,0192	0,036	0,99713		
VAR.RESIDUELLE 1	7,275	14	0,518			0,6936	1,81 %

Tableau n°23 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la température chez le Cardinal pendant le 3^{ème} échantillonnage.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	st2	36,015	A	
1.0	st1	30,217		B

Le test NEWMAN et KEULS (au seuil de 5%) pour ce paramètre a permis de classer le Facteur (station) et le facteur (exposition) en deux groupes homogènes : A et B.

II-2- Le poids de la baie :

L'analyse de la variance du poids de la baie, de 03 échantillonnages du Cardinal, montre pour le 1^{er} et le 2^{ème} échantillonnage, une différence non significative entre les stations et les expositions. Elle est présentée dans les tableaux n°26 et 27. Ce qui nécessite l'examen du coefficient de variation résiduel, indicateur de l'action des facteurs non étudiés, qui peut empêcher l'effet des traitements d'apparaître. Ce coefficient étant de 5,26% nettement inférieur à 10% (erreur relative à la moyenne). Dans ce cas, nous ne pouvons pas conclure définitivement sur l'effet des facteurs qui peut être masqué par la variabilité, l'hétérogénéité et même l'efficacité de méthodes étudiées. L'analyse de la variance pour le 3^{ème} échantillonnage est significative. Elle est présentée dans le tableau n°28.

Tableau n°24: L'analyse de la variance du poids de la baie du 1^{er} échantillonnage du Cardinal

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	4,881	11	0,444				
VAR.FACTEUR 1	4,32	1	4,32	677,646	0		
VAR.FACTEUR 2	0,48	1	0,48	75,294	0,00004		
VAR.INTER F1*2	0,03	1	0,03	4,706	0,0601		5,26%
VAR.RESIDUELLE 1	0,051	8	0,006			0,08	1,79%

Tableau n°25: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour le poids moyen d'une baie chez le Cardinal pendant le 1^{er} échantillonnage.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	st1	5,05	A	
2.0	st2	3,85		B

Tableau n°26: L'analyse de la variance du poids de la baie du 2^{ème} échantillonnage du Cardinal

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	15,814	11	1,438				
VAR.FACTEUR 1	13,675	1	13,675	841,142	0		
VAR.FACTEUR 2	1,993	1	1,993	122,564	0,00001		
VAR.INTER F1*2	0,017	1	0,017	1,039	0,33968		
VAR.RESIDUELLE 1	0,13	8	0,016			0,128	1,78%

Tableau n°27: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour le poids moyen d'une baie chez le Cardinal pendant le 2^{ème} échantillonnage

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	st1	8,23	A	
2.0	st2	6,095		B

Tableau n°28: L'analyse de la variance du poids de la baie du 3^{ème} échantillonnage du Cardinal

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	14,943	11	1,358				
VAR.FACTEUR 1	12,608	1	12,608	1006,591	0		
VAR.FACTEUR 2	2,168	1	2,168	173,055	0		
VAR.INTER F1*2	0,067	1	0,067	5,389	0,04737		
VAR.RESIDUELLE 1	0,1	8	0,013			0,112	1,31%

Tableau n°29: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour le poids moyen d'une baie chez le Cardinal pendant le 3^{ème} échantillonnage.

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
1.0 2.0	st1 ouest	10,1	A			
1.0 1.0	st1 est	9,1		B		
2.0 2.0	st2 ouest	7,9			C	
2.0 1.0	st2 est	7,2				D

Le test NEWMAN et KEULS (au seuil de 5%) pour ce paramètre a permis de classer le Facteur (station) et le facteur (exposition) en quatre groupes homogènes : A, B, C et D.

II-2- Le poids de 100 baies :

L'analyse de la variance du poids de 100 baies de 03 échantillonnages du Cardinal, montre une différence très hautement significative entre les stations et expositions. Elle est présentée dans les tableaux n°23, 24 et 25.

Tableau n°30: L'analyse de la variance du poids de 100 baies du 1^{er} échantillonnage du Cardinal.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	8096,689	11	736,063				
VAR.FACTEUR 1	7173,64	1	7173,64	25044,3	0		
VAR.FACTEUR 2	826,683	1	826,683	2886,081	0		
VAR.INTER F1*2	94,075	1	94,075	328,431	0		
VAR.RESIDUELLE 1	2,292	8	0,286			0,535	0,11%

Tableau n°31: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour le poids moyen de 100 baies chez le Cardinal pendant le 1^{er} échantillonnage.

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
1.0 2.0	st1 ouest	511,2	A			
1.0 1.0	st1 est	500,2		B		
2.0 2.0	st2 ouest	467,9			C	
2.0 1.0	st2 est	445,7				D

Tableau n°32: L'analyse de la variance du poids de 100 baies du 2^{ème} échantillonnage du Cardinal

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	14484,19	11	1316,745				
VAR.FACTEUR 1	13608,08	1	13608,08	49501,49	0		
VAR.FACTEUR 2	811,805	1	811,805	2953,066	0		
VAR.INTER F1*2	62,109	1	62,109	225,933	0		
VAR.RESIDUELLE 1	2,199	8	0,275			0,524	0,10%

Tableau n°33: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour le poids moyen de 100 baies chez le Cardinal pendant le 2^{ème} échantillonnage.

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
1.0 2.0	st1 ouest	549,8	A			
1.0 1.0	st1 est	537,9		B		
2.0 2.0	st2 ouest	487			C	
2.0 1.0	st2 est	466				D

Tableau n°34: L'analyse de la variance du poids de 100 baies du 3^{ème} échantillonnage du Cardinal

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	44781,46	11	4071,042				
VAR.FACTEUR 1	36267,01	1	36267,01	129398,7	0		
VAR.FACTEUR 2	5821,184	1	5821,184	20769,66	0		
VAR.INTER F1*2	2691,031	1	2691,031	9601,449	0		
VAR.RESIDUELLE 1	2,242	8	0,28			0,529	9,66E-04

Le test NEWMAN et KEULS (au seuil de 5%) pour ce paramètre à permis de classer le Facteur (station) en quatre groupes homogènes : A, B, C et D.

Tableau n°35: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour le poids moyen de 100 baies chez le Cardinal pendant le 3^{ème} échantillonnage.

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
1.0 2.0	st1 ouest	640	A			
1.0 1.0	st1 est	566		B		
2.0 2.0	st2 ouest	500,1			C	
2.0 1.0	st2 est	486				D

II-3- Le poids de 200 baies :

L'analyse de la variance du poids de 200 baies de 03 échantillonnages du Cardinal, montre une différence très hautement significative entre les stations et expositions. Elle est présentée dans les tableaux n°20 ,21 et 22

Tableau n°36: L'analyse de la variance du poids de 200 baies du 1^{er} échantillonnage du Cardinal

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	33344,36	11	3031,305				
VAR.FACTEUR 1	31827	1	31827	108095,7	0		
VAR.FACTEUR 2	1083	1	1083	3678,249	0		
VAR.INTER F1*2	432,002	1	432,002	1467,23	0		
VAR.RESIDUELLE 1	2,355	8	0,294			0,543	6,27E-04

Tableau n°37: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour le poids moyen de 200 baies chez le Cardinal pendant le 1^{er} échantillonnage

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
1.0 2.0	st1 ouest	921	A			
1.0 1.0	st1 est	914		B		
2.0 2.0	st2 ouest	830			C	
2.0 1.0	st2 est	799				D

Tableau n°38: L'analyse de la variance du poids de 200 baies du 2^{ème} échantillonnage du Cardinal

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	54352,7	11	4941,154				
VAR.FACTEUR 1	51876,75	1	51876,75	169447,5	0		
VAR.FACTEUR 2	2436,742	1	2436,742	7959,247	0		
VAR.INTER F1*2	36,754	1	36,754	120,051	0,00001		
VAR.RESIDUELLE 1	2,449	8	0,306			0,553	6,10E-04

Tableau n°39: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour le poids moyen de 200 baies chez le Cardinal pendant le 2^{ème} échantillonnage

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
1.0 2.0	st1 ouest	989	A			
1.0 1.0	st1 est	957		B		
2.0 2.0	st2 ouest	854			C	
2.0 1.0	st2 est	829				D

Tableau n°40: L'analyse de la variance du poids de 200 baies du 3^{ème} échantillonnage du Cardinal

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	54673,37	11	4970,307				
VAR.FACTEUR 1	52074,18	1	52074,18	512730,4	0		
VAR.FACTEUR 2	2566,699	1	2566,699	25272,12	0		
VAR.INTER F1*2	31,676	1	31,676	311,885	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,813	8	0,102			0,319	3,49E-04

Tableau n°41: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour le poids moyen de 200 baies chez le Cardinal pendant le 3^{ème} échantillonnage

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
1.0 2.0	st1 ouest	994	A			
1.0 1.0	st1 est	961,5		B		
2.0 2.0	st2 ouest	859			C	
2.0 1.0	st2 est	833				D

Le test NEWMAN et KEULS (au seuil de 5%) pour ce paramètre à permis de classer le Facteur (station) en quatre groupes homogènes : A, B, C et D.

II-4-Le poids de la grappe :

L'analyse de la variance de poids de la grappe, montre une différence très hautement significative entre les stations et expositions. Elle est présentée dans le tableau n°19.

Tableau n°42: L'analyse de la variance du poids de la grappe du Cardinal.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	195230	11	17748,19				
VAR.FACTEUR 1	194822,8	1	194822,8	195586,8	0		
VAR.FACTEUR 2	365,328	1	365,328	366,761	0		
VAR.INTER F1*2	33,953	1	33,953	34,086	0,00046		
VAR.RESIDUELLE 1	7,969	8	0,996			0,998	0,13%

Le test NEWMAN et KEULS (au seuil de 5%) pour ce paramètre a permis de classer le Facteur (station) en quatre groupes homogènes : A, B, C et D.

Tableau n°43 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour le poids moyen d'une grappe chez le Cardinal pendant le 3^{ème} échantillonnage.

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
1.0 2.0	st1 ouest	879,8	A			
1.0 1.0	st1 est	865,4		B		
2.0 2.0	st2 ouest	621,6			C	
2.0 1.0	st2 est	613,93				D

II-6- l'acidité titrable:

L'analyse de la variance de l'acidité titrable, de 03 échantillonnages du Cardinal, montre une différence non significative entre les stations et expositions. Elle est présentée dans les tableaux n°29,30 et 31. Ce qui nécessite l'examen du coefficient de variation résiduel, indicateur de l'action des facteurs non étudiés, qui peut empêcher l'effet des traitements d'apparaître. Ce coefficient étant de 2,61%, 7,55% et 1,37%, nettement inférieur à 10% (erreur relative à la moyenne). Dans ce cas, nous ne pouvons pas conclure définitivement sur l'effet des facteurs t qui peut être masqué par la variabilité, l'hétérogénéité et même l'efficacité des méthodes étudiés.

Tableau n°44: L'analyse de la variance de l'acidité titrable du 1^{er} échantillonnage du Cardinal

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	22,588	11	2,053				
VAR.FACTEUR 1	21,951	1	21,951	742,852	0		
VAR.FACTEUR 2	0,4	1	0,4	13,526	0,00627		
VAR.INTER F1*2	0	1	0	0,003	0,95662		
VAR.RESIDUELLE 1	0,236	8	0,03			0,172	2,61%

Tableau n°45 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en acidité titrable chez le Cardinal pendant le 1^{er} échantillonnage.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	st1	7,95	A	
2.0	st2	5,245		B

Tableau n°46: L'analyse de la variance de l'acidité titrable du 2^{ème} échantillonnage du Cardinal.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	24,91	11	2,265				
VAR.FACTEUR 1	22,688	1	22,688	94,738	0,00002		
VAR.FACTEUR 2	0,27	1	0,27	1,127	0,32059		
VAR.INTER F1*2	0,036	1	0,036	0,152	0,70691		
VAR.RESIDUELLE 1	1,916	8	0,239			0,489	7,55%

Tableau n°47 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en acidité titrable chez le Cardinal pendant le 2^{ème} échantillonnage.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	st1	7,855	A	
2.0	st2	5,105		B

Tableau n°48: L'analyse de la variance de l'acidité titrable du 3^{ème} échantillonnage du Cardinal.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	26,491	11	2,408				
VAR.FACTEUR 1	26,285	1	26,285	3538,456	0		
VAR.FACTEUR 2	0,145	1	0,145	19,551	0,00234		
VAR.INTER F1*2	0,001	1	0,001	0,16	0,69941		
VAR.RESIDUELLE 1	0,059	8	0,007			0,086	1,37%

Le test NEWMAN et KEULS (au seuil de 5%) pour ce paramètre à permis de classer le Facteur (station) et le facteur (exposition) en deux groupes homogènes : A et B

Tableau n°49 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en acidité titrable chez le Cardinal pendant le 3^{ème} échantillonnage.

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0	st1	7,76	A	
2.0	st2	4,8		B

II-7- L'acidité totale :

L'analyse de la variance de l'acidité totale, de 03 échantillonnages du Cardinal, montre pour le 1^{er} et le 2^{ème} échantillonnage, une différence hautement significative entre les stations et les expositions. Elle est présentée dans les tableaux n°32 et 33. Elle est significative pour le dernier échantillonnage et présentée dans le tableau n°34.

Tableau n°50: L'analyse de la variance de l'acidité totale du 1^{er} échantillonnage du Cardinal.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,029	11	0,003				
VAR.FACTEUR 1	0,024	1	0,024	243	0		
VAR.FACTEUR 2	0,003	1	0,003	27	0,00093		
VAR.INTER F1*2	0,001	1	0,001	12	0,00848		
VAR.RESIDUELLE 1	0,001	8	0			0,01	3,13%

Tableau n°51 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en acidité totale chez le Cardinal pendant le 1^{er} échantillonnage.

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
1.0 1.0	st1 est	0,39	A		
1.0 2.0	st1 ouest	0,34		B	
2.0 1.0	st2 est	0,28			C
2.0 2.0	st2 ouest	0,27			C

Tableau n°52: L'analyse de la variance de l'acidité totale du 2^{ème} échantillonnage du Cardinal

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,033	11	0,003				
VAR.FACTEUR 1	0,027	1	0,027	270,75	0		
VAR.FACTEUR 2	0,004	1	0,004	36,75	0,00037		
VAR.INTER F1*2	0,002	1	0,002	18,75	0,00263		
VAR.RESIDUELLE 1	0,001	8	0			0,01	3,31%

Tableau n°53: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en acidité totale chez le Cardinal pendant le 2^{ème} échantillonnage.

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
1.0 1.0	st1 est	0,38	A		
1.0 2.0	st1 ouest	0,32		B	
2.0 1.0	st2 est	0,26			C
2.0 2.0	st2 ouest	0,25			C

Tableau n°54: L'analyse de la variance de l'acidité totale du 3^{ème} échantillonnage du Cardinal

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,032	11	0,003				
VAR.FACTEUR 1	0,024	1	0,024	138,857	0,00001		
VAR.FACTEUR 2	0,005	1	0,005	27,429	0,00089		
VAR.INTER F1*2	0,001	1	0,001	6,857	0,02985		
VAR.RESIDUELLE 1	0,001	8	0			0,013	4,64%

Le test NEWMAN et KEULS (au seuil de 5%) pour ce paramètre à permis de classer le facteur (station) et le facteur (exposition) en trois groupes homogènes : A, B et C.

Tableau n°55: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en acidité totale chez le Cardinal pendant le 3^{ème} échantillonnage.

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
1.0 1.0	st1 est	0,36	A		
1.0 2.0	st1 ouest	0,3		B	
2.0 1.0	st2 est	0,25			C
2.0 2.0	st2 ouest	0,23			C

II-8- le pH :

L'analyse de la variance de pH, de 03 échantillonnages du Cardinal, montre une différence très hautement significative entre les stations et les expositions. Elle est présentée dans les tableaux n°35, 36 et 37.

Tableau n°56: L'analyse de la variance de pH du 1^{er} échantillonnage du Cardinal.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,042	11	0,004				
VAR.FACTEUR 1	0	1	0	0,353	0,57405		
VAR.FACTEUR 2	0,005	1	0,005	5,648	0,04345		
VAR.INTER F1*2	0,03	1	0,03	35,329	0,00042		
VAR.RESIDUELLE 1	0,007	8	0,001			0,029	0,72%

Tableau n°57 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en pH chez le Cardinal pendant le 1^{er} échantillonnage

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
1.0 1.0	st1 est	4,14	A	
2.0 2.0	st2 ouest	4,09	A	
2.0 1.0	st2 est	4,03		B
1.0 2.0	st1 ouest	4		B

Tableau n°58: L'analyse de la variance de pH du 2^{ème} échantillonnage du Cardinal.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,26	11	0,024				
VAR.FACTEUR 1	0,195	1	0,195	185,785	0		
VAR.FACTEUR 2	0,017	1	0,017	16,071	0,004		
VAR.INTER F1*2	0,04	1	0,04	37,786	0,00034		
VAR.RESIDUELLE 1	0,008	8	0,001			0,032	0,87%

Tableau n°59 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en pH chez le Cardinal pendant le 2^{ème} échantillonnage.

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
1.0 1.0	st1 est	3,96	A		
1.0 2.0	st1 ouest	3,77		B	
2.0 2.0	st2 ouest	3,63			C
2.0 1.0	st2 est	3,59			C

Tableau n°60: L'analyse de la variance de pH du 3^{ème} échantillonnage du Cardinal.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0,036	11	0,003				
VAR.FACTEUR 1	0,006	1	0,006	16,2	0,00391		
VAR.FACTEUR 2	0	1	0	0,2	0,66889		
VAR.INTER F1*2	0,027	1	0,027	72,2	0,00005		
VAR.RESIDUELLE 1	0,003	8	0			0,019	0,55%

Tableau n°61 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en pH chez le Cardinal pendant le 3^{ème} échantillonnage.

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
1.0 1.0	st1 est	3,61	A		
2.0 2.0	st2 ouest	3,57		B	
1.0 2.0	st1 ouest	3,52			C
2.0 1.0	st2 est	3,47			D

Le test NEWMAN et KEULS (au seuil de 5%) pour ce paramètre à permis de classer le facteur (exposition) en quatre groupes homogènes : A, B, C et D.

II-9- Le taux des sucres totaux :

L'analyse de la variance des sucres totaux montre une différence non significative du 1^{er} et dernier échantillonnage pour la variété étudiée (voir tableau n°38 et 40), ce qui nécessite l'examen du coefficient de variation résiduel, indicateur de l'action des facteurs non étudiés, qui peut empêcher l'effet des traitements d'apparaître.

Ce coefficient étant de 2,68 % et 0,79%, nettement inférieur à 10% (erreur relative à la moyenne). Dans ce cas, nous ne pouvons pas conclure définitivement sur l'effet des facteurs qui peut être masqué par la variabilité, l'hétérogénéité et même l'efficacité des méthodes étudiées, mais elle très hautement significative pour le 2^{ème} échantillonnage (voir tableau n°39).

Tableau n°62: L'analyse de la variance des sucres totaux du 1^{er} échantillonnage du Cardinal.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	361,058	11	32,823				
VAR.FACTEUR 1	157,036	1	157,036	21,101	0,00189		
VAR.FACTEUR 2	113,283	1	113,283	15,222	0,00462		
VAR.INTER F1*2	31,202	1	31,202	4,193	0,07273		
VAR.RESIDUELLE 1	59,536	8	7,442			2,728	2,68%

Tableau n°63: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en sucres totaux chez le Cardinal pendant le 1^{er} échantillonnage

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	st2	105,435	A	
1.0	st1	98,2		B

Tableau n°64: L'analyse de la variance des sucres totaux du 2^{ème} échantillonnage du Cardinal.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	1150,477	11	104,589				
VAR.FACTEUR 1	607,051	1	607,051	515,787	0		
VAR.FACTEUR 2	352,191	1	352,191	299,243	0		
VAR.INTER F1*2	181,819	1	181,819	154,485	0,00001		
VAR.RESIDUELLE 1	9,416	8	1,177			1,085	0,86%

Tableau n°65: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en sucres totaux chez le Cardinal pendant le 2^{ème} échantillonnage

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
2.0 2.0	st2 ouest	135,3	A			
2.0 1.0	st2 est	132,25		B		
1.0 2.0	st1 ouest	128,86			C	
1.0 1.0	st1 est	110,24				D

Tableau n°66: L'analyse de la variance des sucres totaux du 3^{ème} échantillonnage du Cardinal.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	156,906	11	14,264				
VAR.FACTEUR 1	73,062	1	73,062	57,444	0,0001		
VAR.FACTEUR 2	68,402	1	68,402	53,78	0,00012		
VAR.INTER F1*2	5,267	1	5,267	4,141	0,07419		
VAR.RESIDUELLE 1	10,175	8	1,272			1,128	0,79%

Le test NEWMAN et KEULS (au seuil de 5%) pour ce paramètre à permis de classer le Facteur (station) et le facteur (exposition) en quatre groupes homogènes : A, B, C et D.

Tableau n°67: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en sucres totaux chez le Cardinal pendant le 3^{ème} échantillonnage

F1	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES	
2.0	st2	145,86	A	
1.0	st1	140,925		B

II-10- Les sucres réducteurs :

L'analyse de la variance des sucres réducteurs montre une différence très hautement significative du 1^{er} et 2^{ème} échantillonnage pour la variété étudiée (voir tableau n°41 et 42), mais elle significative pour le 3^{ème} échantillonnage (voir tableau n°43).

Tableau n°68: L'analyse de la variance des sucres réducteurs du 1^{er} échantillonnage du Cardinal.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	165,058	11	15,005				
VAR.FACTEUR 1	1,92	1	1,92	15,493	0,0044		
VAR.FACTEUR 2	108,722	1	108,722	877,309	0		
VAR.INTER F1*2	53,425	1	53,425	431,106	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,991	8	0,124			0,352	0,38%

Tableau n°69 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en sucres réducteurs chez le Cardinal pendant le 1^{er} échantillonnage.

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
1.0 2.0	st1 ouest	98,08	A			
2.0 2.0	st2 ouest	94,66		B		
2.0 1.0	st2 est	92,86			C	
1.0 1.0	st1 est	87,84				D

Tableau n°70: L'analyse de la variance des sucres réducteurs du 2^{ème} échantillonnage du Cardinal.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	325,821	11	29,62				
VAR.FACTEUR 1	228,377	1	228,377	324,147	0		
VAR.FACTEUR 2	75,451	1	75,451	107,091	0,00002		
VAR.INTER F1*2	16,357	1	16,357	23,216	0,00144		
VAR.RESIDUELLE 1	5,636	8	0,705			0,839	0,79%

Tableau n°71 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en sucres réducteurs chez le Cardinal pendant le 2^{ème} échantillonnage

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
2.0 2.0	st2 ouest	111,77	A			
2.0 1.0	st2 est	109,09		B		
1.0 2.0	st1 ouest	105,38			C	
1.0 1.0	st1 est	98,03				D

Tableau n°72: L'analyse de la variance des sucres réducteurs du 3^{ème} échantillonnage du Cardinal.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	71,653	11	6,514				
VAR.FACTEUR 1	50,307	1	50,307	85,505	0,00003		
VAR.FACTEUR 2	13,042	1	13,042	22,167	0,00164		
VAR.INTER F1*2	3,597	1	3,597	6,113	0,03743		
VAR.RESIDUELLE 1	4,707	8	0,588			0,767	0,68%

Le test NEWMAN et KEULS (au seuil de 5%) pour ce paramètre à permis de classer le facteur (station) et le facteur (exposition) en trois groupes homogènes : A, B et C.

Tableau n°73 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en sucres réducteurs chez le Cardinal pendant le 3^{ème} échantillonnage

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
2.0 2.0	st2 ouest	115,84	A		
2.0 1.0	st2 est	112,66		B	
1.0 2.0	st1 ouest	110,65			C
1.0 1.0	st1 est	109,66			C

II-11- Saccharose :

L'analyse de la variance du saccharose montre une différence très hautement significative du 1^{er} et 2^{ème} échantillonnage pour la variété étudiée (voir tableau n°44 et 45), mais elle significative pour le 3^{ème} échantillonnage (voir tableau n°46).

Tableau n°74: L'analyse de la variance du saccharose du 1^{er} échantillonnage du Cardinal

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	91,504	11	8,319				
VAR.FACTEUR 1	10,102	1	10,102	4494,089	0		
VAR.FACTEUR 2	57,948	1	57,948	25779,59	0		
VAR.INTER F1*2	23,436	1	23,436	10426,3	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,018	8	0,002			0,047	0,47%

Tableau n°75 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en saccharose chez le Cardinal pendant le 1^{er} échantillonnage.

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
2.0 2.0	st2 ouest	14,68	A			
1.0 2.0	st1 ouest	10,05		B		
1.0 1.0	st1 est	8,45			C	
2.0 1.0	st2 est	7,49				D

Tableau n°76: L'analyse de la variance du saccharose du 2^{ème} échantillonnage du Cardinal.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	254,379	11	23,125				
VAR.FACTEUR 1	82,058	1	82,058	8145,045	0		
VAR.FACTEUR 2	91,743	1	91,743	9106,376	0		
VAR.INTER F1*2	80,497	1	80,497	7990,048	0		
VAR.RESIDUELLE 1	0,081	8	0,01			0,1	0,51%

Tableau n°77 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en saccharose chez le Cardinal pendant le 2^{ème} échantillonnage

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
2.0 2.0	st2 ouest	22,35	A		
1.0 2.0	st1 ouest	22,3	A		
2.0 1.0	st2 est	22		B	
1.0 1.0	st1 est	11,59			C

Tableau n°78: L'analyse de la variance du saccharose du 3^{ème} échantillonnage du Cardinal

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	21,761	11	1,978				
VAR.FACTEUR 1	1,896	1	1,896	106,823	0,00002		
VAR.FACTEUR 2	19,584	1	19,584	1103,342	0		
VAR.INTER F1*2	0,139	1	0,139	7,813	0,02278		
VAR.RESIDUELLE 1	0,142	8	0,018			0,133	0,45%

Le test NEWMAN et KEULS (au seuil de 5%) pour ce paramètre à permis de classer le Facteur (station) en deux groupes homogènes : A et B et le facteur (exposition) en quatre groupes homogènes : A, B, C et D.

Tableau n°79 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en saccharose chez le Cardinal pendant le 3^{ème} échantillonnage.

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES			
2.0 2.0	st2 ouest	31,41	A			
1.0 2.0	st1 ouest	30,4		B		
2.0 1.0	st2 est	28,64			C	
1.0 1.0	st1 est	28,06				D

II-12. Polyphénols totaux :

L'analyse de la variance des polyphénols totaux, montre une différence très hautement significative de 03 échantillonnage pour la variété étudiée (voir tableau n°47,48 et 49).

Tableau n°80: L'analyse de la variance des polyphénols totaux du 1^{er} échantillonnage du Cardinal

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	5,208	11	0,473				
VAR.FACTEUR 1	3,152	1	3,152	144,416	0,00001		
VAR.FACTEUR 2	1,287	1	1,287	58,973	0,00009		
VAR.INTER F1*2	0,594	1	0,594	27,22	0,00091		
VAR.RESIDUELLE 1	0,175	8	0,022			0,148	1,04%

Tableau n°81: Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en polyphénols totaux chez le Cardinal pendant le 1^{er} échantillonnage

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
2.0 2.0	st2 ouest	15,2	A		
2.0 1.0	st2 est	14,1		B	
1.0 2.0	st1 ouest	13,73			C
1.0 1.0	st1 est	13,52			C

Tableau n°82: L'analyse de la variance des polyphénols totaux du 2^{ème} échantillonnage du Cardinal

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	24,79	11	2,254				
VAR.FACTEUR 1	15,323	1	15,323	519,858	0		
VAR.FACTEUR 2	5,796	1	5,796	196,651	0		
VAR.INTER F1*2	3,435	1	3,435	116,53	0,00001		
VAR.RESIDUELLE 1	0,236	8	0,029			0,172	0,92%

Tableau n°83 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en polyphénols totaux chez le Cardinal pendant le 2^{ème} échantillonnage.

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
2.0 2.0	st2 ouest	20,05	A		
2.0 1.0	st2 est	19,73	A		
1.0 2.0	st1 ouest	18,86		B	
1.0 1.0	st1 est	16,4			C

Tableau n°84: L'analyse de la variance des polyphénols totaux du 3^{ème} échantillonnage du Cardinal

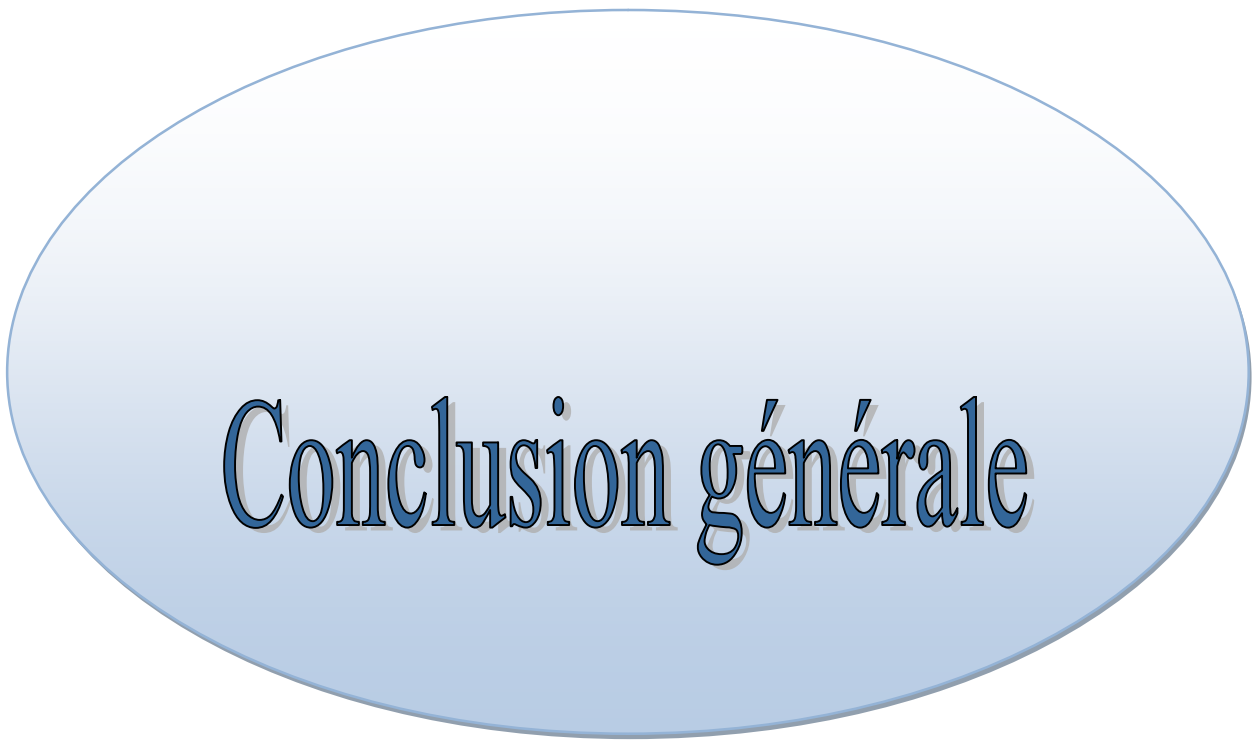
	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	11,747	11	1,068				
VAR.FACTEUR 1	8,367	1	8,367	286,757	0		
VAR.FACTEUR 2	2,067	1	2,067	70,835	0,00005		
VAR.INTER F1*2	1,08	1	1,08	37,016	0,00036		
VAR.RESIDUELLE 1	0,233	8	0,029			0,171	0,83%

Le test NEWMAN et KEULS (au seuil de 5%) pour ce paramètre à permis de classer le facteur (station) en deux groupes homogènes : A et B et le facteur (exposition) en quatre groupes homogènes : A, B, C et D.

Tableau n°85 : Groupes homogènes de test Newman-keuls au seuil de 5% pour la teneur en polyphénols totaux chez le Cardinal pendant le 3^{ème} échantillonnage.

F1 F2	LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES		
2.0 2.0	st2 ouest	21,6	A		
2.0 1.0	st2 est	21,37	A		
1.0 2.0	st1 ouest	20,53		B	
1.0 1.0	st1 est	19,1			C

En conclusion, les résultats de nos analyses statistiques confirment l'impact des facteurs climatiques et édaphiques sur les paramètres bioproductifs du cépage étudié.



Conclusion générale

Conclusion générale

Au terme de notre travail, dont l'objectif consiste en la caractérisation technologique et biochimique de cépage cardinal provenant d'une exploitation privée à Draa-Ben-Khedda; nous avons contribué à l'étude de l'impact des facteurs exposition et topographie sur la dynamique microclimatique et la qualité physico-chimique du raisin, en occurrence le Cardinal greffé sur le porte-greffe SO4.

Compte tenu des résultats des analyses, nous pouvons différencier les souches de la station A en aval (bas fond) des souches de la station B en amont (en pente de 25 %), les meilleures appréciations sont données par la parcelle B, laquelle présente une bonne aération, un meilleur ensoleillement, constatés par des températures optimales à la maturation et la qualité des fruits récoltés, par rapport à celles de la station A qui offre seulement une meilleure disponibilité hydrique.

Cependant nous avons remarqué des températures plus élevées chez les souches orientées vers l'exposition Sud-ouest de la station B que celles orientées vers la même exposition de la station A.

En effet, l'analyse des différents paramètres étudiés montre que la température est le facteur le plus discriminant dans cette étude.

Du point de vue physique, notamment le poids des baies et de la grappe, les souches orientées vers l'exposition Nord-ouest de la station A, ont un rendement plus important que les rangs qui ont la même orientation pour la station B; ceci s'explique par une température importante et une meilleure alimentation en eau (caractéristique particulière d'un bas fond), qui constitue un facteur intéressant pour la production des raisins de table.

Concernant les caractéristiques biochimiques étudiées notamment le taux de sucre, les rangs orientés vers l'exposition Sud-ouest de la station B sont élevés. Ils sont de l'ordre de 148,91 g/l, ce qui est dû essentiellement à l'effet positif de l'altitude, or les taux moins importants sont enregistrés chez les souches de la parcelle A.

La lumière, influe sur l'évolution de la composition de la baie: accumulation des sucres, dégradation des acides, synthèse et dégradation des composés phénoliques, évolution des arômes.

Conclusion générale

Le taux d'acidité totale est plus élevé chez les souches orientées vers l'exposition Sud-est de la station A, contrairement aux souches orientées vers l'exposition Nord-est de la station B avec respectivement 0.36 g/l et 0.25g/l.

L'incidence du milieu naturel sur la qualité et la typicité du raisin est largement reconnue par les propriétés physiques du milieu qui joue un rôle important sur le fonctionnement de la vigne en terme de précocité de son cycle, de vigueur, de composition des baies.

Cependant, nous avons constaté une différence dans les caractéristiques physico-chimiques entre les fruits récoltés dans la station A et B, ce dernier présente des grappes plus intéressantes avec un taux de sucre plus élevé et une qualité gustative meilleure, ce qui est due à une différence de terroir. Le vignoble planté sur pente et orienté vers Sud-ouest reçoit les plus fortes radiations et il est plus favorable à la maturation des baies qui voient leur acidité baissée et la qualité organoleptique et aromatique augmentée. Le rendement est en corrélation hautement significative avec le nombre et le poids des grappes.

Concernant, La surface exposée du couvert végétal(SECV) est plus élevée dans la parcelle A, ceci est dû au fait qu'elle est plus humide, plus froide, le développement végétatif plus élevé. Quant à l'état sanitaire, la parcelle A en aval est plus favorable à l'apparition des maladies cryptogamiques telles que le mildiou, l'oïdium et pourriture grise, ce qui a conduit le propriétaire à réaliser des traitements phytosanitaires contre ces maladies.

Une étude statistique est réalisée afin de mettre en évidence le paramètre le plus discriminant, à savoir, la température. Cependant, l'analyse de la variance et un coefficient de variation appréciable pour la plupart des paramètres étudiés, avec deux facteurs (station, exposition), a révélé qu'il existe des différences très hautement significatives pour la plupart des paramètres étudiés, il apparaît ainsi que tous les paramètres sont corrélés positivement avec la température exception faite aux pH et l'acidité, ce qui permet de conclure que la température du microclimat conditionne la qualité agro technologique des raisins.

Conclusion générale

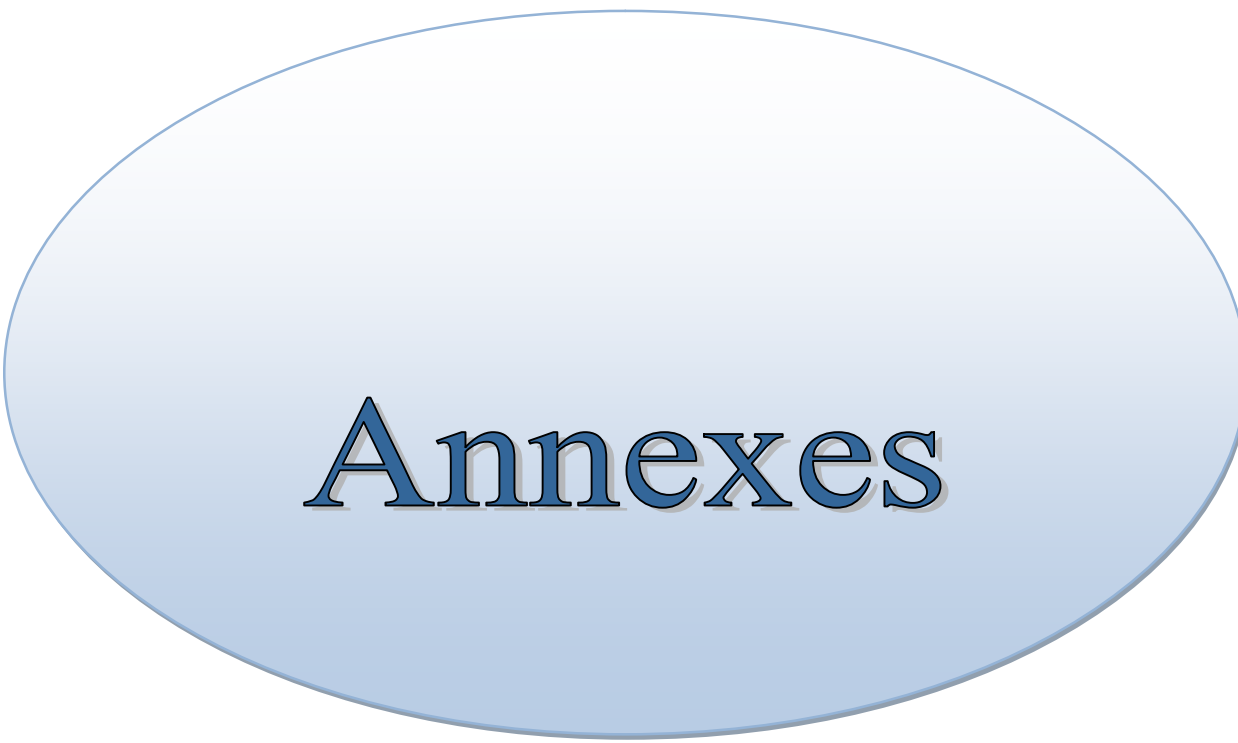
En effet, les résultats obtenus dans ce travail, doivent être appuyés par d'autres études complémentaires avec plus de paramètres tels que : les conditions édaphique et hydrique, l'hygrométrie du microclimat et l'intensité du rayonnement solaire reçue par la vigne, ainsi que des analyses chimiques telles que la composition minérale et protéique, l'analyse organoleptique, microbiologique et la teneur en vitamine C et glucose, afin de mieux élucider toutes les caractéristiques des raisins.

Résumé : Le raisin est le fruit de la vigne (*Vitis vinifera* de la famille des Vitacées), le plus cultivé dans le monde .Au terme de notre travail, dont l'objectif consiste en la caractérisation technologique et biochimique de cépage cardinal. L'étude s'est déroulée au niveau d'une exploitation privée à Draa-Ben-Khedda ,dans ce contexte, nous avons contribué à l'étude de l'impact des facteurs exposition et topographie sur la dynamique microclimatique et la qualité physico-chimique du raisin, en occurrence le Cardinal greffé sur le porte greffe SO4, a partir de prélèvements et la pesée des baies de la station A (bas fond) et de la station B (en pente de 25 %). A partir du mout nous avons déterminé la teneur en sucres, l'acidité totale, l'indice des polyphénols totaux. Le vignoble planté sur pente et orienté vers le Sud-ouest est plus ensoleillé, favorable à la maturation des baies, voient leur acidité baissée et la qualité organoleptique et aromatique augmentée. Les méthodes d'analyse OIV étaient notre principale référence. La surface exposée du couvert végétal(SECV) est plus élevée dans la parcelle A, ceci est dû au fait qu'elle soit plus humide, plus froide; favorable au développement végétatif par conséquent aux maladies cryptogamiques telles que le mildiou, l'oïdium et pourriture grise. Une étude statistique est réalisée afin de mettre en évidence le paramètre le plus discriminant : la température. Cependant, l'analyse de la variance, avec deux facteurs (station, exposition), a révélée qu'il existe des différences très hautement significatives et un coefficient de variation appréciable pour la plupart des paramètres étudiés, il apparait ainsi que tous les paramètres sont corrélés positivement avec la température exception faite aux pH et à l'acidité, ce qui permet de conclure que la température du microclimat conditionne la qualité agro technologique des raisins.

Mots clés : l'impact, dynamique microclimatique, station, exposition, Cardinal, qualité du raisin, analyse physico-chimique.

Summary: The grape is the fruit of the vine (*Vitis vinifera* family Vitaceae), the most cultivated in the world. At the end of our work, whose objective is the technological and biochemical characterization of Cardinal variety. The study took place at a private farm in Draa Ben Khedda in this context, we have contributed to the study of the impact of topography and exposure factors on microclimate dynamics and quality physicochemical grapes, in this case the Cardinal grafted on rootstock SO4, from harvesting and weighing of berries from station A (low background) and station B (25% slope). From the must we determined the sugar content, total acidity, total polyphenol index. The vineyard planted on slopes oriented to the south-west is more sunny, favorable to the ripening of the grapes, saw their lowered acidity and increased sensory and aromatic quality. The OIV analysis methods were our main reference. The exposed surface of the vegetation cover (SECV) is higher in Parcel A; this is due to made it more wet, colder; favorable crop development therefore to fungal diseases such as downy mildew, powdery mildew and botrytis. A statistical study is performed to highlight the most discriminating parameter: temperature. However, analysis of variance, with two factors (station exposure), has revealed that there are very highly significant differences and a significant coefficient of variation for most of the parameters studied, and it appears that all parameters are positively correlated with temperature except against pH and acidity, allowing to conclude that the microclimate temperature conditions the agro technological quality of the grapes.

Key-words: impact, dynamic microclimate, station, exposure, Cardinal, grape quality, physico-chemical analysis.



Annexes

ANNEXE I

Stades repères de la vigne Code Biaggiolini

Figure n° 46: les stades repères de la vigne de **Biaggiolini**

Stade repère	Description	Code Biaggiolini
	<u>BOURGEOON D'HIVER</u> Période d'hiver (dormance). Stade de repos, œil presque entièrement recouvert par deux écailles brunâtres. Les bourgeons sont pointus à arrondis selon les cépages.	 A
	<u>LA VIGNE PLEURE</u> Premier signe visible de la reprise végétative.	 A
	<u>GONFLEMENT DU BOURGEOON</u> Début du gonflement des bourgeons, ils s'allongent à l'intérieur des écailles.	
	<u>BOURGEOON DANS LE COTON</u> Les écailles s'écartent, la protection cotonneuse (bourre) brunâtre est nettement visible.	 B



POINTE VERTE

Débourrement, l'extrémité verte de la jeune pousse est nettement visible.

C



Développement des feuilles



SORTIE DES FEUILLES

Apparition des feuilles rudimentaires qui sont rassemblées en rosette, dont la base est encore protégée par la bourre progressivement rejetée hors des écailles.



D



DÉVELOPPEMENT DES FEUILLES

Première feuille étalée et écartée de la pousse.



D - E

	<u>DÉVELOPPEMENT DES</u> <u>FEUILLES</u> Deux feuilles étalées	 E
	<u>DÉVELOPPEMENT DES</u> <u>FEUILLES</u> Trois feuilles étalées.	 E
	<u>DÉVELOPPEMENT DES</u> <u>FEUILLES</u> Quatre feuilles étalées, stade 51 possible.	 E - F

Apparition des inflorescences

	<u>GRAPPES VISIBLES</u> Inflorescences visibles, 4 à 6 feuilles étalées.	 F
	<u>GRAPPES SÉPARÉES</u> Les inflorescences s'agrandissent, les boutons floraux sont encore agglomérés	 G
	<u>BOUTONS FLORAUX SÉPARÉS</u> Les boutons floraux de l'inflorescence sont séparés..	 H

Floraison

	<u>DÉBUT FLORAISON</u> Les premières fleurs poussent le capuchon (pétales).	
	<u>FLORAISON</u> 20 à 30% des fleurs sont ouvertes.	

	<u>PLEINE FLEURE</u> 50% des fleurs sont ouverte (capuchons tombés). L’ovaire reste nu, tandis que les cinq étamines s’étalent en rayon autour de lui	I 
	<u>Fin De La Floraison</u> Floraison en phase terminale, la plupart des capuchons sont tombés.	

Développement des fruits

	<u>NOUAISON</u> Les ovaires commencent à grossir après la fécondation. Les étamines flétrissent, mais restent souvent fixées à leur point d’attache.	J 
	<u>DÉVELOPPEMENT DES BAIES</u> Les baies ont atteint la grosseur de plombs de chasse, les grappes commencent à s’incliner vers le bas	
	<u>DÉVELOPPEMENT DES BAIES</u> <u>(stade petit pois)</u> Les baies atteignent 50% de leur taille finale, soit la grosseur d’un petit pois. Les grappes basculent en position verticale et prennent la forme typique du cépage.	K 

	<u>FERMETURE DE LA GRAPPE</u> Les baies ont atteint environ 70% de leur taille finale et commencent à se toucher. Selon les cépages, la fermeture est plus ou moins lente et dans certains cas incomplète.	 L
---	--	---

Maturation des baies

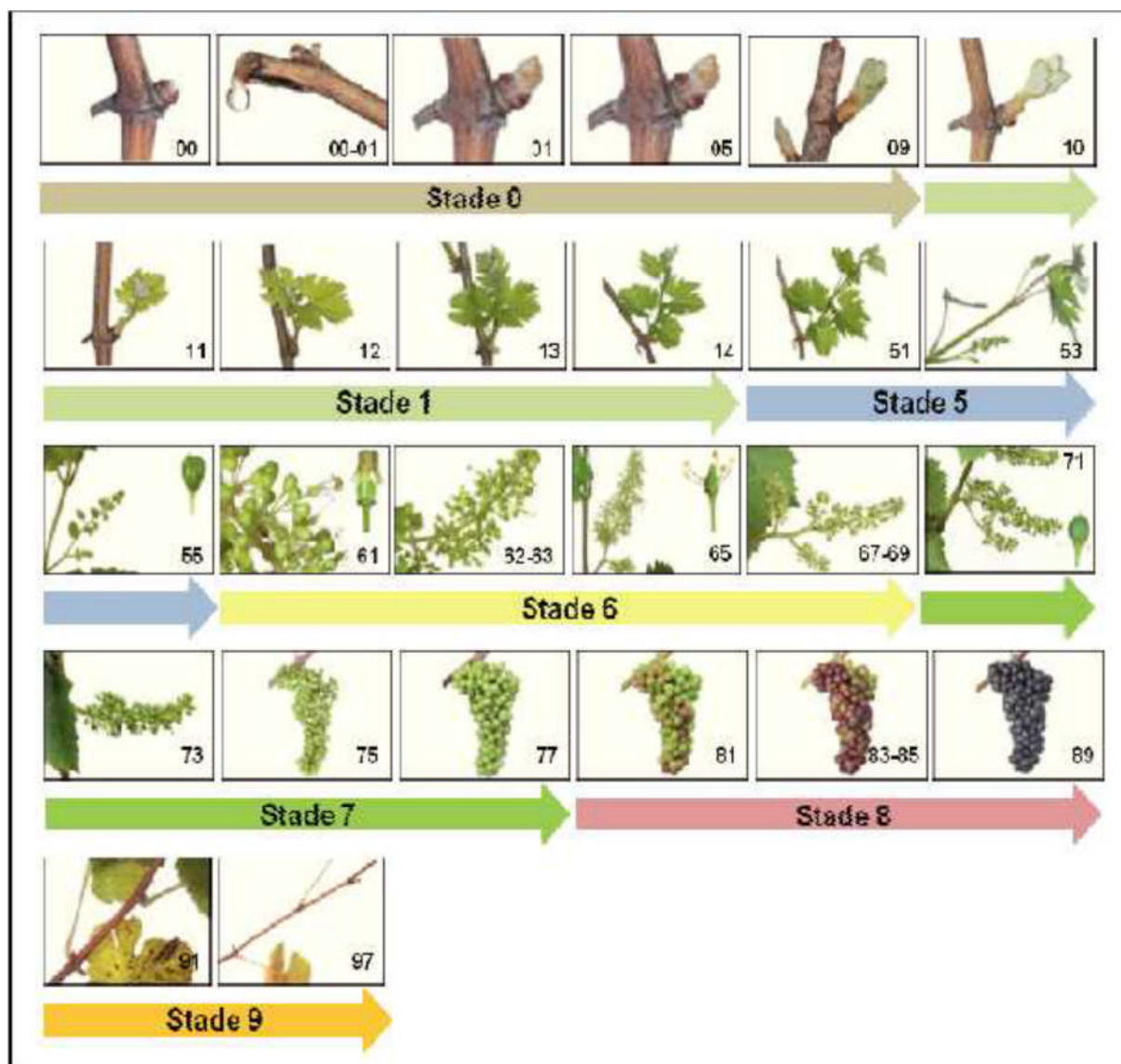
	<u>VÉRAISON</u> Les baies commencent à «traluire» et/ou changent de couleur selon le cépage. La grappe devient plus compacte, c'est la première étape de la maturation.	 M
	<u>VÉRAISON</u> Poursuite de la véraison. Les baies deviennent translucides (cépages blancs) et continuent à se colorer. Elles deviennent molles au toucher.	
	<u>RÉCOLTE</u> Pleine maturité. Les baies sont mûres. Leur développement est maximal. L'augmentation des sucres et la diminution de l'acidité se stabilisent.	 N

Sénescence

	<u>MATURITÉ DES BOIS</u> Les sarments principaux prennent un aspect brunâtre, ils se lignifient. Ce phénomène s'amorce dès la véraison et s'achève après la récolte.	 O
	<u>CHUTE DES FEUILLES</u> Les feuilles se colorent et chutent progressivement. Début du repos végétatif.	 P

ANNEXE II
Stades repères de la vigne
code BBCH

Figure n°47: les stades repères de la vigne, code BBCH, Source (Deluc, 2010).



ANNEXE III
Résultats des prélèvements
thermiques

Tableau n°86: Résultats des prélèvements thermiques sur Cardinal.

Date	Parcelle A		Parcelle B	
	Exposition SE	Exposition NW	Exposition NE	Exposition SW
30/06/2014	30,65	36,15	31,60	36,73
07/07/2014	32,13	32,24	33,64	34,1
14/07/2014	32,08	33,42	32,62	34,81
21/07/2014	32,73	34,31	33,24	34,76
28/07/2014	35,75	37,04	36,46	37,94

ANNEXE IV

Les parasites de la vigne

Tableau 87. Les champignons et les parasites de la vigne.

Maladies	Agent causal	Symptômes	Répartition
Oïdium	<i>Uncinula necator</i>	-Le feuillage se couvre d'un feutrage cendré. -légère frisure des bords du limbe puis apparition de plage grise mate à la face supérieure de la feuille. -Sur rameaux on observe des plages brunes rouges. -Sur les grappes : grains couverts d'une poussière gris blanchâtre ; par la suite les grains se fissent, éclatent et laissent voir des pépins. A ce stade les grappes dégagent une odeur de moisi caractéristique. -Les petits gains se rident et flétrissent, puis tombent.	Etats-Unis Tous les pays d'Europe Dans les serres anglaises Angleterre Algérie
Mildiou	<i>Plasmopara viticola</i>	-Plages décolorées huileuse à la face supérieure correspondant à la face inférieure à un duvet blanchâtre. -Les Rameaux prennent une teinte brune et finissent à tomber. -Sur Les inflorescences présence d'un duvet blanchâtre. -Après la nouaison, les grains attaqués se couvrent d'un léger duvet (rot gris). Lors d'une infection tardive ; les grains brunissent et se dessèchent (rot brun) parfois sans tomber.	Etats-Unis Europe Algérie
Botrytis (pourriture grise)	<i>Botrytis cinerea</i>	-Sur Les feuilles on observe des taches diffuse et brunâtres qui s'étendent et se nécrosent rapidement. -On Observe sur les rameaux des taches brunes de 2à5mm qui deviennent noire. -Sur les baies on observe des taches circulaires de couleur lilas.ces taches s'étendent et peuvent recouvrir tout la grain. -Le Champignon altère la pellicule qui brunit devient fragile.	Zones humides Zones chaudes
Excoriose	<i>Phomopsis viticola</i>	-Sur le feuillage, on observe de petites ponctuations circulaires, noires au contour jaune. -Les feuilles fortement atteintes se dessèchent -Les bois attaqués ont une écorce blanche couverts de minuscules points noirs ; ils sont fréquemment crevassés à leur base. -La persistance de pétioles desséchés est aussi caractéristique de la maladie. -Dessèchement de la grappe.	Europe Usa Les régions viticoles tempérées humides Algérie

ESCA et BDA	- <i>Sterum hirsutum</i> - <i>Phellinus ignarius</i> (complexe champignon)	-Sur les feuilles, on observe des pertes de pigmentation chlorophyllienne internervaires. Les zones concernées prennent des teintes jaune et rouge vif, puis se nécrose. -Sur les baies présence des taches blutées ou noires. -Sur une coupe transversale, au niveau de vieux bois, on observe une altération de la partie centrale du bois, du couleur claire. -Présence de carpophres à la surface de l'écorce du vieux bois.	Europe Algérie Maghreb
Eutypiose	<i>Eutypa lata</i>	-La croissance de la vigne est ralentie et n'est pas homogène sur la souche qui peut présenter un bras atteint et un bras sain. -Les Ceps attaqués présentent une végétation rabougris sur tout ou une partie de leur charpente. - Les Entre-nœuds sont courts, les feuilles petites et l'aspect chlorotique et leurs dents sont plus fines. -Les grappes avortent souvent dès la floraison ou présentent quelques rares petites baies apyrènes. -Une Coupe Du vieux bois montre des nécroses sectorielles d'aspect foncé et compact.	France Europe Etats-Unis Australie Algérie
Black-rot	<i>Guignardia bidwelli</i>	-Sur les feuilles on observe des taches à bords nettement délimités par une ligne brune. -Les Rameaux, les pétioles et les rafles sont aussi attaqués et présentent des nécroses tissulaires qui peuvent provoquer des fissures. -Les baies malades ont un aspect rouges-brun, puis deviennent noires et se dessèchent. Finalement elles se vident complètement -La Baie est momifiée.	Europe Etats-Unis
Anthraxnose	<i>Sphaceloma ampelinum</i>	-Sur les feuilles, on observe des petites taches noires dont le centre en se desséchant laisse un trou. -Sur les rameaux, on observe des chancres bordés de noir. -Les inflorescences sont parfois entièrement brûlées.	La maladie se rencontre plus que dans les vignes d'hybrides et dans les champs de pieds-mères.

(Dubos,1999 ;Dubos,2002 ;Galet,1977 ;Galet,1991 ;Girard,2001 ;Simon et *al.*,1992 ;Berraf et Peros, 2005)

Tableau 88. Les maladies causées par les procaryotes intracellulaires u (jaunisses à phytoplasmes et bactéries de vigne)

Maladies	Agent causal	vecteur	symptômes	Répartition
Flavescence dorée	Phytoplasme de la flavescence dorée	<i>Scaphaideux titanus</i>	En Juin : croissance inhibée, entre-nœuds courts et enroulement des feuilles vers la face inférieure. En été : -enroulement des feuilles accentué, le limbe devient cassant et présente un jaunissement par plages chez les cépages blancs. -rougissement plus ou moins prononcé chez les cépages rouges. -les sarments infectés murissent irrégulièrement ou pas du tout. -fissuration longitudinale de l'écorce. -dessèchement des grappes en cas de symptômes tôt parfois même avant la floraison. -les raisins se rident et chutent à la moindre secousse en cas d'infection plus tardive.	Sud ouest de la France Armagnac, Crose, Italie, Suisse, plusieurs pays
Bois noir	Phytoplasme du bois noir	<i>Hyalostus absoletus</i>	Elle diffère de la flavescence dorée par une évolution beaucoup plus lente de ses symptômes et par son caractère peu épidémique. Les parties non aoûtées des sarments noircissent durant l'hiver.	Allemagne fédérale, Suisse, Roumanie Israël, Chili, Nouvelle Zélande, Jura Français l'Aube et la Bourgogne

(Corbaz, 1990 ; Ferraris, 1979 ; Galet, 1982 ; Martelli, 1993 ; Seddas et *al.*, 1996 ; Walter et *al.*, 2000)

Tableau 89. Les viroïdes de la vigne

Viroïdes	Nombre de nucléotides	Distribution géographique
Hop stunt (HSVd)	297	Probablement mondiale
Grapevine yellow speckle 1 (GYSVd-1)	367	Probablement mondiale
Grapevine yellow speckle 2 (GYSVd-2)	363	Probablement mondiale
Citrus exocortis A (CEVd)	371	Australie, Espagne
Australian grapevine Viroid (AGVd)	369	Australie
Grapevine Viroid cucumber	Non déterminé	Etats Unis (Californie)

(Martelli, 1993)

Tableau 90. Les animaux parasites de la vigne

Parasite	Nom latin	Symptômes	Répartition
Phylloxera (Puceron)	<i>Phylloxera vastatrix</i> <i>Dactylospheara</i> <i>vitifoliae</i>	-Excroissance à la face inférieure des feuilles avec galles sphériques ou ovales. -nodosités sur les racelles, présence de chancre plus ou moins profond sur racines. -Cas de forte attaque : feuilles déformées et desséchées, la racine produit une couche de liège.	Californie France Pérou Maghreb Algérie
Vers de la grappe : -Eudémis -Cochylis -Pyrale		-Cochylis et Eudémis provoquent des perforations de baies en générations 2 et 3. -En génération 1, pas de dégâts graves sur boutons floraux sauf si la population est importante. -les perforations favorisent l'implantation du Botrytis. -la Pyrale attaque les inflorescences et grignote les baies.	Milieus chauds et secs. Zones plus froides et humides. Algérie
Cicadelle verte des grillures	<i>Empoasca vitis</i>	-Grillures des feuilles surtout celles du bas de la plante. -Diminution de la capacité photosynthétique de la plante. -Les feuilles attaquées par la cicadelle sont sensibles au Botrytis si l'humidité est élevée. -Aoûtement difficile et mauvaise maturation en cas de forte attaque.	Régions humides et non ensoleillées. Algérie
Cicadelle de la flavescence dorée	<i>Scaphoideus titanus</i>	L'épidémie peut progresser très rapidement. Perturbation de la photosynthèse puis l'enroulement des feuilles. Dessèchement des inflorescences, flétrissement des baies et absence d'aoûtement des bois et donc un port retombant.	France Italie Suisse
Acariens phytophages	-Acarien rouge : <i>Panonychus ulmi</i> -Acarien jaune : <i>Tetranychus utricae</i> <i>Cotetranychus carpini</i>	-Perturbation de la photosynthèse, déformation des feuilles qui prennent la couleur « Plomb » et se nécrosent. -Aoûtement des bois perturbé et faible teneur en sucre des baies. -Rougisement des cépages rouges. -Effet de stress élevé en périodes de sécheresse et de stress hydrique. -Chute précoce des feuilles engendrant les difficultés d'accumulation des réserves.	France Maghreb Algérie

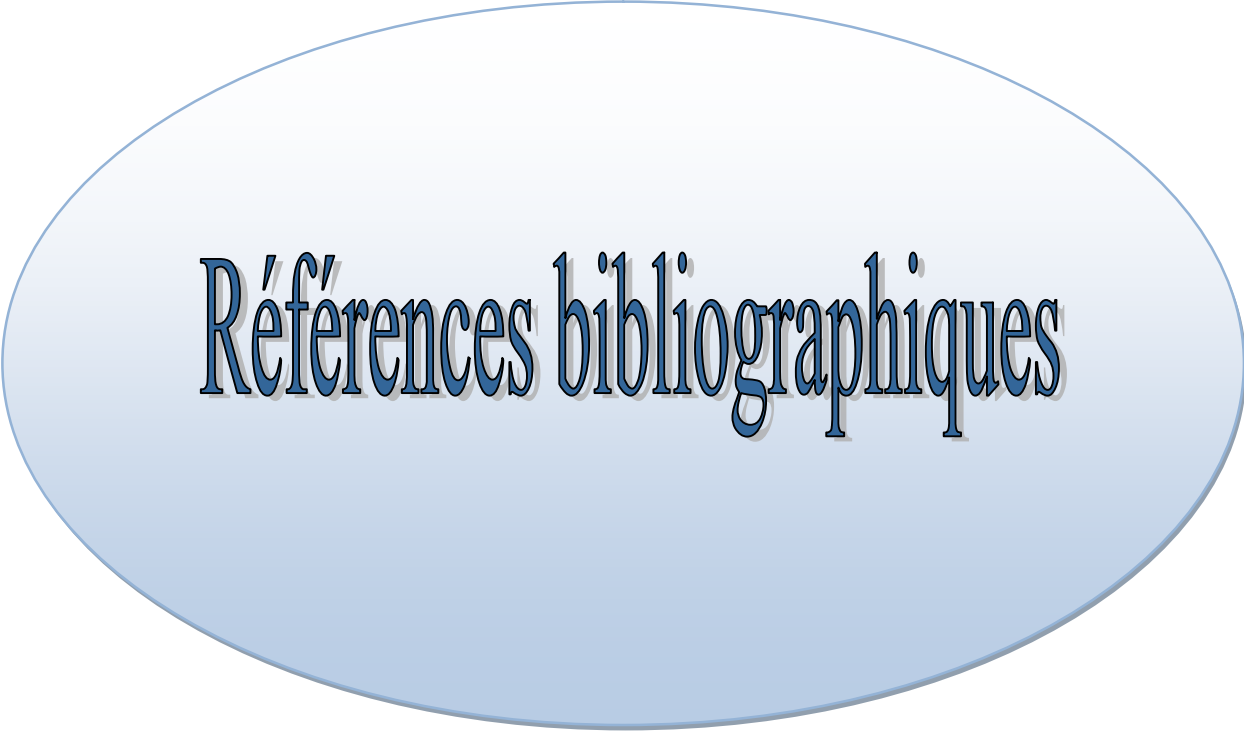
Acariose	<i>Calepiti merus</i>	-Retard au débourrement, petites feuilles boursouflées, entrenœuds courts (Acariose de printemps). -Feuilles bronzées à la face supérieure (Acariose bronzée d'été). -les rameaux poussent difficilement et la souche prend un aspect buissonnant. -Cas d'attaque grave, on a coulure des grappes.	Europe Maghreb Algérie
Erinose	<i>Colemerus</i>	-galles foliaires, bourgeons bloqués, enroulement foliaire. -altération forte de la physiologie de la vigne. -L'erinose est limitée pas la croissance active de la vigne.	Europe Maghreb Algérie
Altise de la vigne (insecte métallique)	<i>Altica chalybea</i>	En hiver, les adultes se nourrissent des boutons et y refugent. Au printemps, ils causent des dégâts décelables sur feuilles.	Algérie
Cochenilles	-Cochenille du chili : <i>Margarodes vitium</i> <i>Giaro</i>	-coulures. -sarments mal aoûtés. -diminution des réserves d'où l'épuisement de la souche. -retard de débourrement.	Monde entier Algérie
Termites	<i>Calotermes flavicollis</i> <i>Termes lucifugus</i>	-affaiblissement des plants, une plus grande vulnérabilité aux parasites. -galeries dans les bois. -dégâts jamais graves.	Monde entier Algérie

(Carter, 2005 ; Galet, 1982)

Tableau 91. Les virus de la vigne et leur classification systématique.

	Famille	Genre	Espèce
Virus appartenant à des genres classés en familles	Bromoviridae	Alfavirus	Alfalfa mosaic (AMV)
		Cucumovirus	Cucumber mosaic (CMV)
		Ilarvirus	Grapevine line pattern (GLPV)
	Bunyaviridae	Tospovirus	Tomato spotted wilt (TSWV)
	Comoviridae	Fabavirus	Broadbean wilt (BBWV)
		Népovirus	Arabis mosaic (ArMV), Artichoke Italian latent (AILV), Blueberry leaf mottle (BBLMV), Grapevine Bulgarian latent (GBLV), Grapevine chrome mosaic (GCMV), Grapevine fanleaf (GFLV), Grapevine Tunisian ringspot (GTRV), Peach rosette mosaic (PRMV), Raspberry ringspot (RRV), Tobacco ringspot (TRSV), Tomato black ring (TBRV), Tomato ringspot (ToRSV), Strawberry latent ringspot (SLRSV).
	Tombusviridae	Tombuvirus	Petunia asteroid mosaic (PAMV), grapevine Algerian latent (GALV).
		Carmovirus	Carnation mottle (CarMV)
		Necrovirus	Tabacco necrosis D (TNV-D)
	Closteroviridae	Closterovirus	Grapevine leafroll-associatesd-2 (GLRaV-2)
		Vinivirus	Grapevine leafroll-associatesd-1, 3, 4, 5 (GLRaV-1, 3, 4, 5)
		Crinivirus	Grapevine leafroll-associatesd-7 (GLRaV-7)
Virus appartenant à des genres non classés en familles		Sobemovirus	Sowbane mosaic (SoMV)
		Potexvirus	Potato X (PVX)
		Tobamovirus	Tabacco mosaic (TMV), Tomato mosaic (ToMV)
		Trichovirus	Grapevine berry internal necrosis (GBINV)
		Vitivirus	Grapevine A/B/C/D (GVA/B/C/D)
		Capillovirus	Pas nommé
		Foveavirus	Gr.Rupestris stem pitting associated (GRSPaV)
Virus non classés taxonomiquement		Genre à créer	Grapevine fleck (GFKV), Grapevine asteroid mosaic assoc (GAMV), Grapevine Redglobe (GRGV)
			Grapevine ajinashia (GAV), Grapevine stunt (GSV), Grapevine labile rod-shaped (GLRSV), Grapevine Unidentified isometric (UIGV).

(Walter, 2000)



Références bibliographiques

- 1. Addicott F, Carns J.L; Lyox O, Mc Means J, 1964.** On the physiologie of abscisins. In: Régulateurs de la croissance végétale; C.N.R.S. Paris, 687p-703p
- 2. Arzouz M, Moussi T, 2014.** Contribution à l'étude de l'impact de la gestion de la végétation sur la dynamique microclimatique et la qualité du raisin ; Mémoire Ing. Département des sciences agronomiques de l'université Mouloud Mammeri de Tizi -ouzou 73pp.
- 3. Amaturda ,1960.** La taille de la vigne. Revue horticole de l'Algérie N° 71, 63 pp.
- 4. Amrani-Joutei K ; Glories Y, 1994a :** Etude en conditions modèles de l'extractibilité des composés phénoliques des pellicules et des pépins de raisins rouges. Journal International des Sciences De La Vigne Et Du Vin 28, 303-317.
- 5. Amrani Joutei , Glories, 1995b :** Tanins et anthocyanes : localisation dans la baie de raisin et mode d'extraction. Revue Française d'oenologie, 153. Article technique.
- 6. Anonyme, 2005 .**<http://www.missioneco.org/algerie>.
- 7. Anonyme, 2011.**<http://www.vitis.org> .
- 8. Anne F, 2005:** Construction and characterization of BAC libraries from major grapevine cultivars. Theoretical and Applied Genetics, 110(8):1363–71, May 2005.
- 9. Alleweldt G, 1957.** Der Einfluss von photoperiode und temperatur auf Wachstum und Entwicklung von holz pflanzen besonderer Berücksichtigung der gattung vitis; vitis 1. PP 159-180.
- 10. Alleweldt G, Engel M, Gebbing H, 1981.** Histological Investigations with Grapevine Berries. Vitis 20: 1-7
- 11. Bagnouls F, Gaussen H, 1953.** Saison sèche et indice xérothermique, tome I, article VIII. Toulouse. Pp1-47. Bailliere. Paris.
- 12. Barbeau G, Morlat R , Asselin C. 2008.** Anjou Villages Brissac, caractérisation sensorielle de la typicité des vins. Le Vigneron du Val de Loire 276, 4.
- 13. Barraff A, Peros J, 2005.** Importance de l'Eutypiose et de l'Esca en Algérie et structure de la communauté fongique associée. Journal International des Sciences de la vigne et du vin. Vol. 39, N°3: 121-128pp
- 14. Barnavon L, Doco T, Terrier N, Ageorges A, Romieu C, Pellerin P, 2000.** Analysis of cell wall neutral sugar composition, beta-galactosidase activity and a related cDNA clone

throughout the development of *Vitis vinifera* grape berries. *Plant Physiology and Biochemistry*.

15. Basler A, 2000. L'environnement international pour le developpement de l'arboriculture et la viticulture en Algérie. *Dentsche Gesellschaft Technische Zusammenarbeit* 70p.

16. Branas J, Bernon G, Levadoux L, 1946. Elément de la viticulture générale. Ed: Nation agri, Montpellier, pp 39-341

17. Baydar NG, Harmankaya N, 2005. Changes in endogenous hormone levels during the ripening of grape cultivars having different berry set mechanisms. *urkish Journal of Agriculture and Forestry*, 29:205–210, 2005. URL

18. Bertamini M, Iacono F, Scienza A, 1991. Manipolazione dei rapporti « sink-source » mediante il diradamento dei grappoli e riflessi sulla qualità (cv. Cabernet Sauvignon). *Vignevini* 10, 41-47

19. Borie B, Jeandet P, Parize A, Bessis R, Adrian M, 2004. Resveratrol and stilbene synthesis mRNA production in grapevine leaves treated with biotic and abiotic phytoalexin elicitors. *American Journal of Enology and Viticulture*,

20. Botha W, Karoo K, 2004. Vine balance: its importance to successful cultivation. Stellenbosch University. (<http://www.wynboer.co.za/recentarticles/articles.php3>).

21. Bugnon F, Bessis R, 1968. Biologie de la vigne. Acquisitions récentes et problèmes actuels. Paris : Masson, 160p

22. Branas J, Bernon G, Levadoux L, 1946. Elément de la viticulture générale. Ed : Nation agri, Montpellier, pp 39-341

23. Bretaudeau , Faure J, 1990. Atlas de l'arboriculture fruitière Vol. 4. P263.

24. Cadot Yves, Teresa M, Castello M, Chevalier M, 2006. Relation between the environmental factors of the terroir system and flavanol composition of grape berry seeds and skin at preveraison stage and harvest. Influence of dedicated viticultural management. 6^{ème} congrès international des terroirs viticoles .Bordeaux, 3-5/07/2006 et Montpellier 6-7/07/2006.

25. Carbonneau A, 1998. Irrigation, vignoble et produits de la vigne. Chapitre IV, traité d'irrigation, Jean-Robert Tiercelin, Edition TEC DOC Lavoisier, Paris, 257-276p

- 26. Carbonneau ,1984 .**Concepts "terroirs". In 'Gesco XIIèmes journées du groupe européen d'étude des systèmes de conduite de la vigne'. (Ed. Agro-Montpellier) p. 669 Montpellier (France).
- 27. Carbonneau A, Deloire A, Jaillard B ,2007.** La vigne Physiologie, terroir, culture, Ed 1 Vol 1. Dunod, Paris
- 28. Carolus M ,1970.** Recherche sur l'organogenèse et l'évolution morphologique du bourgeon latent de la vigne (*Vitis vinifera* L. var Merlot), Bordeaux, 125 p.
- 29. Camps C, 2008;** Etude transcriptomique de la réponse de la vigne (*Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon) au champignon ascomycète vasculaire *Eutypa lata* responsable de l'Eutipiose. Thèse doctorat. Université de Poitiers. Faculté des Sciences Fondamentales et Appliquées. 129p
- 30. Cantin C, Fidelibus M, Crisosto C, 2007.** Application of abscisic acid (ABA) at veraison advanced red color development and maintained postharvest quality of 'Crimson Seedless' grapes. Post-harvest Biology and Technology, 46(3):237–241, December 2007.
- 31. Calo A, Tomasi D, Crespan M, Costacurta A, 1996.** Relation ship between environmental factors and the dynamics of growth and composition of the grapewine. *Acta Horticulturae*, 427, 217-231
- 32. Carter N, 2005;** Altise de la vigne: ravageur printanier sporadique. Ed. Ontario Canada.
- 33. Crespy A, 1987 :** Viticulture d'aujourd'hui. Ed : Tech et Doc Lavoisier. PP 34 -35
- 34. Corbaz R ,1990;** principe de phytopathologie et de lutte contre les maladies des plantes. Presse polytechnique et universitaire Romondes. EPFL Centre midi CH1015 Lausanne. Suisse. 286p.
- 35. Costacurta A, Roselli G ,1980 .** Critères climatiques et édaphiques pour l'établissement des vignobles. Bull .O.I.V. PP 773-785.
- 36. Constantinescu ,1971.** Physiologie de la vigne Symposium VARNA. PP 665-669
- 37. Chauvet, Reynier ,1979 .** Manuel de viticulture Coll. d'enseignement agricole. Ed. Paris Bailliére, 351 pp
- 38. Champagnol F, 1984.** Elément de la physiologie végétale et viticulture générale 351p.

- 39. Chervin C, El-Kereamy A, Roustan J, Latché A, Lamon J, Bouzayen M, 2004.** Ethylene seems required for the berry development and ripening in grape, a nonclimacteric fruit. *Plant Science*, 167(6):1301–1305,
- 40. Chervin C, Tira-Umphon A, Terrier N, Zouine M, Severac D, Roustan J, 2008.** Stimulation of the grape berry expansion by ethylene and effects on related gene transcripts, over the ripening phase. *Physiol Plant* 134: 534-546.
- 41. Chervin C, Tira-Umphon A, Chatelet P, Jauneau A, 2009.** Ethylene and other stimuli affect expression of the UDP glucose-flavonoid 3-O-glucosyltransferase in a non-climacteric fruit. *Vitis*, 48(1):11–16, 2009.
- 42. Choné X, Leeuwen C, Chery P, Ribereau-Gayon P, 2001.** Terroir influence on water status and nitrogen status of non-irrigated Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera*). Vegetation development, must and wine composition (example of a Medoc top estate vineyard, Saint-Julien area, Bordeaux, 1997). *South African Journal for Enology and Viticulture* 22, 8-15.
- 43. Chitarra ,1990, Kader ,1992.** Pos-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manejo. (Ed. ESAL/FAEPE, Lavras-MG-Brasil, 320 p.)
- 44. Coombe BG, 1973.** The regulation of set and development of the grape berry. *Acta Horticulturae* 34, 261-273.
- 45. Coombe BG, 1976 .** Development of Fleshy Fruits. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 27: 207-228.
- 46. Coombe B G, 1992.** Research on development of the grape berry. *Am. J. Vit.* 43:101-110pp
- 47. Coombe B G, Mc Carthy MG, 2000.** Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening. *Australian Journal of grape and wine research* 6: pp: 131-135.
- 48. Conde C, Silva P, Fontes N, Dias A, Tavares R, 2007.** Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. *Americ. J. Enol. Vitic*, 67, pp: 425-433.
- 49. Davies C, Boss PK, Robinson S, 1997.** Treatment of Grape Berries, a Nonclimacteric Fruit with a Synthetic Auxin, Retards Ripening and Alters the Expression of Developmentally Regulated Genes. *Plant physiology*, 115(3):1155–1161, November 1997. ISSN 1532-2548.

50. **Darné, 1991.** Recherche sur la composition en anthocyanes des grappes et des feuilles de vignes. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux.
51. **Delas J, 2000.**Fertilisation de la vigne.
52. **Delanoe D, Maillard C, Maisondieu D, 1987.** Le vin de l'analyse a l'élaboration, Edition technique et documentations – Lavoisier.
53. **Deluc L, Grimplet J, Wheatley M, Tillett R, Quilici D , Osborne C , Schooley D , Schlauch K , Cramer J, 2007.** Identification et caractérisation fonctionnelle de deux gènes régulateurs du métabolisme des composés phénoliques de la baie de raisin. Thèse de doctorat de l'université Bordeaux. 310 p.
54. **Deytieux-Belleau C, Gagné S, Hyvernay A, Donéche B, Geny L, 2007.** Possible roles of both abscisic acid and indolacetic acid in controlling grape berry ripening process.
55. **DSA de Tizi-Ouzou, 2015.** Direction des services agricoles de Tizi-Ouzou. statistique 2015.
56. **DSA de Boumerdes , 2014 :** Direction des services agricoles de Boumerdes .statistique 2014.
57. **Diakou P; Carde J-P, 2001.** In situ fixation of grape berries. *Protoplasma* 218, 225-235.
58. **Di Vecchi S ; 2007.** Caractérisation moléculaire des cépages autochtones Italiens. Thèse doctorat. Université de Florence (Italie). 132p.
59. **Dubos B, 1999.** Maladies cryptogamiques de la vigne Ed. Féret-Bordeaux: 129-140pp.
60. **Dubos B , 2002.** Maladies cryptogamiques de la vigne Ed. Féret-Bordeaux: 9-146pp.
61. **Enjalbert H, 1975 in Joly D, 2005.** Histoire de la vigne et du vin, l'avènement de la qualité.
62. **El-Kereamy A, Chervin C, Roustan J, 2003.** Exogenous ethylene stimulates the long-term expression of genes related to anthocyanin biosynthesis in grape berries. *Physiologia Plantarum*, 119(2):175–182, October 2003.
63. **Ferraris B, 1979.** Flavescenza: il punto della situazione assistenza viticola ultima ora. Ed. Última Ora. 2-18pp.
64. **Fournand D, Vicens A, Sidhoum L, Souquet JM, Moutounet M, Cheynier V, 2006.** Accumulation and extractability of grape skin tannins and anthocyanins at different advanced physiological stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2006, 54(19):7331-7338.

- 65. Galet P, 1993.** Précis de viticulture. 6^e édition. Dehan. Montpellier. 612p
- 66. Galet P, 1998.** Précis d'ampélographie pratique. 7^e édition. Imprimerie JF Impression. Montpellier. 256p
- 67. Galet P, 2000.** Précis de viticulture. 7^{ème} édition. Dehan, Montpellier. 156p.
- 68. Galet P, 2001.** Grands cépages .Hachette. 159p.
- 69. Gary C, Brisson N, Gaudillere J.P, Duarte M, 2003.** Modélisation d'une espèce ligneuse pérenne à fruits charnus: la Vigne. *Séminaire STICS, Arles*: 36-37 PP.
- 70. Giribaldi M, GénY L, Delrot S, Schubert.A, 2010.** Proteomic analysis of the effects of ABA treatments on ripening *Vitis vinifera* berries. *Journal of Experimental Botany* **61**: 2447-2458.
- 71. Giovannoni J, 2004.** Genetic regulation of fruit development and ripening. *The Plant Cell*, 16(Supplement):170–180, 2004.
- 72. Huglin P, 1986.** Biologie et écologie de la vigne 1^{ème} édition. Payot Lausanne, 371p.
- 73. Huglin L, 1978.** Nouveau mode d'évolution des possibilités héliothermiques d'un milieu viticole. Académie d'agriculture de France.
- 74. Hidalgo, 1980.** La viticulture dans les pays semi-arides. *Bull. O.I.V.*, PP 945-971
- 75. Hrazdina G, Parsons GF, Mattick LR, 1984.** Physiological and biochemical during development and maturation of grape berries. *American Journal of Enology and Viticulture*, 35, 220-227
- 76. Huglin P, 1998.** Biologie et écologie de la vigne 2^{ème} édition. Payot Lausanne, 370p
- 77. Huglin, Schneider, 1998.** Biologies et écologie de la vigne 2^{ème} édition 370p
- 78. Huglin P, 1986.** Biologie et écologie de la vigne 1^{ème} édition. Payot Lausanne, 371p.
- 79. IFV 2010.** Institut Français de la vigne et du vin. www.IFV.org
- 80. INRA 2014.** Institut National de Recherche Agronomique de Montpellier .[www. Plant grape plant net-project.org](http://www.Plant grape plant net-project.org).
- 81. ITAFV d'Alger 2015.** Institut technique d'arboriculture fruitière et de la vigne.
- 82. Jackson, 1986.** Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implication for yield and quality. A review. *Am. J. Enol. Vitic.* 36 (3): 230-239

- 83. Jones G, White M, Cooper O, Storchmann K, 2005.** Climate Change and Global Wine Quality. *Climatic Change*, 73(3):319–343.
- 84. Johnson H, 1990.** Une histoire mondiale du vin de l'antiquité à nos jours.
- 85. Kahn, 2006.** Mise en évidence de la stabilisation de la couleur par différents tannins de pépins de raisin. *Revue des oenologues*, 118, 33-36.
- 86. Keller M, Hrazdina G, 1998.** Interaction of Nitrogen Availability during Bloom and Light Intensity during Veraison. II. Effects on Anthocyanin and Phenolic Development During Grape Ripening. *Am. J. Enol. Vitic.* 49: 341 – 349.
- 87. Kennedy J, 2002.** Understanding grape berry development. Department of Food science and technology. Oregon State University. Corvallis. OR
- 88. Kennedy JA, Robinson S, Walker M. 2007.** Grape and wine tannins: Production, Perfection, Perception. *Practical Winery & Vineyard* 2007(May/June):57-67.
- 89. Kingston, Van Epenhuijsen 1992.** Influence of summer pruning of glasshouse, containergrown 'Italia' table grapes on bud break and fruit development in the following season. *Scientia Horticulturae* 51, 25-34.
- 90. 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.
- 91. Laumonnier R, 1960 .** Culture fruitières méditerranéennes. J.B.
- 92. Levadoux L, 1967.** Possibilités naturelles offertes à la culture des raisins de table en Algérie. *Actualisation agricole* N° 2 : 1-8pp
- 93. Lecourieux F, Lecourieux D, Vignault C, Delrot S, 2010.** A Sugar-Inducible Protein Kinase, VvSK1, Regulates Hexose Transport and Sugar Accumulation in Grapevine Cells. *Plant Physiology*, 152(2):1096–1106, 2010.
- 94. Lelievre JM, Alain Latche, Brian Jones, M. 1997.** Ethylene and fruit ripening. *Physiologia Plantarum*, 101(4):727–739, December 1997.
- 95. Lopez Miranda, 2004.** Journal international sur la physiologie de la vigne. Bordeaux(France) 24-27 juin 1986.

- 96. Macheix JJ, Fleuriet A, Jay-Allemand C ,2005.** Les composés phénoliques des végétaux, un exemple de métabolites secondaires d'importance économique. Ed. Lavoisier, Paris, p192.
- 97. Marchive C ,2006.** Identification et caractérisation fonctionnelle d'un gène codant un facteur de transcription de type WRKY chez la vigne, VvWRKY1. Implication dans les mécanismes de défense. Thèse doctorale en sciences du vivant, sciences de l'environnement, option sciences des aliments. Université Bordeaux 1. 137pp
- 98. Martelli G-P, 1993.** Graft transmissible disease of grapevines. Handbook for detection and diagnosis. FAO 1993. Publication Rome. 263p.
- 99. Mailhac, Chervin, 2006.** Ethylene and grape berry ripening. Stewart Postharvest Review, 2(2):1–5, March 2006. ISSN 17459656.
- 100. Mathieu C, 2003.** Analyse physique des sols. p19-p20
- 101. Maugé C, 2010.** Biosynthèse des flavan-3-ols chez *Vitis vinifera* : structure, mécanisme catalytique et première approche cinétique de la leucoanthocyanidine réductase. Thèse doctorale de l'école doctorale des sciences de la vie et de la santé. Université de bordeaux. 207p.
- 102. Morlat R, 2001.** Terroirs viticoles : Etude et valorisation. Aux Editions oenoplurimédia, dans la collection Avenir Oenologie, 120 p.
- 103. Mullins MG, Bouquet A, Williams LE, 1992.** Biology of grapevine: Cambridge University Press.
- 104. Murisier, 1996.** Optimisation du rapport feuille-fruit de la vigne pour favoriser la qualité du raisin et l'accumulation des glucides de réserve. Thèse de Docteur des sciences techniques .Ecole Polytechnique Fédérale de Zurich.
- 105. Nada T, 2006.** Source: <http://www.missioneco.org/algerie>.
- 106. Olmo H.P, 1978.** Development of cultivated varieties for producing wine in California. Ann. Technol. Agric. 27: 15-26pp.
- 107. O.I.V, 1997.** Statistique mondiale de production vitivinicole
- 108. O.I.V, 2011.** Statistique mondiale de production vitivinicole
- 109. O.I.V, 2013.** Statistique mondiale de production vitivinicole
- 110. Ojeda H, Andary C, Kraeva E, Carbonneau A, Deloire A ,2000.** Influence of pre-and postveraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds

during berry growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz. American Journal of Enology and Viticulture 53, 261-267.

111. ONM de Tizi-Ouzou, 2015. Office national de météorologie de Tizi-Ouzou, statistique ,2015.

112. Owen SJ, MD Lafond, Pat Bowen C.2009. Profiles of abscisic acid and its catabolites in developing merlot grape (*Vitis vinifera*) berries. American Journal of Enology and Viticulture, 60(3):277–284, 2009.

113. Pan Q, Li M, Peng C, Zhang N, Zou X, Zou K, Wang X, Yu X, Wang X, Zhang D ,2005 . Abscisic acid activates acid invertases in developing grape berry. Physiologia Plantarum, 125(2):157–170.

114. Peynaud ,1997 . Connaissance et travail du vin.' (Ed. Dunod, Paris, 341 p.)

115. Pilati S, Perazzolli M, Malossini A, Cestaro A, Dematté A, Fontana P, Dal Ri A, Viola R, Velasco R, Moser C, 2007. Genome-wide transcriptional analysis of grapevine berry ripening reveals a set of genes similarly modulated during three seasons and the occurrence of an oxidative burst at veraison. BMC genomics, 8:428.

116. Seok Tae J, Goto-Yamamoto N, Kobayashi S, Esaka M,2004. Effects of plant hormones and shading on the accumulation of anthocyanins and the expression of anthocyanin biosynthetic genes in grape berry skins. Plant Science, 167(2):247–252, August 2004.

117. Ruffner, 1982. The physiological role of malic enzyme in grape ripening. *Planta* 160, 444-448.

118. Reynier A, 1989. Manuel de viticulture. 5^e édition. J.B. Baillière. Paris. 406p.

119. Reynier A, 1991. Manuel de viticulteur. 6^{ème} édition J.L.Baillière, Paris.

120. Reynier A ,2000 . Manuel de viticulteur. 8^{ème} édition. J.L.Baillière, Paris.

121. Reynier A, 2003. Manuel de viticulture. 9^e édition. J.B. Baillière. Paris. 548p.

122. Reynier A, 2007. Manuel de viticulteur. 9^{ème} édition. J.L.Baillière, Paris.

123. Ribereau-Gayon G, Peynaud E, 1971. Sciences et technique de la vigne, T1, biologie de la vigne, sol de vignoble. Ed: Dunaud, Paris. 106-722pp.

124. Rowly A, Ribaut J, 2003. Le vin. Une histoire de gout. Gallimard.

125. Saoudi H, 2005. Contribution à l'étude de quelques caractères analytiques de différents type de vin V.A.O.G, V.C.C et vins de cépages provenant de la région centre. Mémoire Ing. Département des sciences agronomiques de l'université Mouloud Mammeri de Tizi ousou. 120 pp.

126.Seddas A, Meignoz R, Daire X, Boudon-Padieu E, 1996.Generation and characterization of monoclonal antibodies to flavescence doree phytoplasma: serological relationshis and differences in electro blot immune assay profiles of flavescence and yellows phytoplasms. Euro. Jour. Plant Pathol. Vol. 102, N°8: 757-764pp.

127.Saito,Kasai,1978.Conversion of Labeled Substrates to Sugars, Cell-Wall Polysaccharides, and Tartaric Acid in Grape Berries. Plant Physiology 62.

128. Smart RE, Robinson JB, Due GR, Brien CJ, 1985. Canopy microclimate modification for the cultivar Shiraz. II. Effects on must and wine composition. *Vitis* 24.

129. Smart R, Smith S, Winchester R, 1988. Light Quality and Quantity Effects on Fruit Ripening for Cabernet Sauvignon. American Journal of Enology and Viticulture, 39(3):250–258, 369.Smart, R. E.; Smith, S. M.; Winchester, R. V. 1988. Light quality and quantity effects on fruit ripening for Cabernet sauvignon. Am. J. Enol. Vitic. 39 (3): 250-258.

130. Smart, Robinson, 1991.Sunlight into wine.A handbook for winegrape canopy management .Ministry of Agriculture and Fisheries, New Zealand, 88p.

131. Song J, Krista CS, Hua W, Qian MC, 2012. Influence of deficit irrigation and kaolin particle film on grape composition and volatile compounds in Merlot grape (*Vitis vinifera* L.). Foodchemistry, 134, pp: 841-850.

132. Spayd, SE, Tarara JM, Mee DL, Ferguson JC, 2002. Separation of sunlight and temperatureeffects on the composition of *Vitis vinifera* cv Merlot berries. *Am. J. Enol. Vitic.* 53(3): 171-182.

133. Spring, Burgos, 2002. Alimentation hydrique : un élément clé du comportement de la vigne et de la qualité du raisin.Journée d'information viticole .les conferences d'Agrovina .23 janvier 2002 de Martigny.28-36 pp.

134. Staehelin M, Jaquinet A, Simon JL, 1970. Particularités du climat et comportement de la vigne. Rev. Suisse vitic. arbor 1. PP 14 - 19.

135. Symons G, Davies C, ShavrukovY, B Dry L, Reid J, Thomas.M, 2006.Grapes on steroids. Brassinosteroids are involved in grape berry ripening. Plant physiology, 140(1):150–8, January 2006.

136. Tesniere C, Pradal M, El-Kereamy A, Torregrosa L, Chatelet P, Roustan, J et Chervin.C, 2004: Involvement of ethylene signalling in a non-climacteric fruit: new elements regarding the regulation of ADH expression in grapevine. *Journal of Experimental Botany*, 55(406):2235–40.

137. This P, Dettweiler E, 2003. EU- project-genrs CT96 N°81: European vitis data base and results regarding the use of a common set of microsatellite markers. *Acta. Hortic.* 603:59-61pp.

138. Toumi M, 2006. Evaluation de l'état nutritionnel du vignoble de table. Thèse de doctorat d'Etat en sciences agronomiques. Institut National Agronomique El Harrach. Alger.

139. Tregoat O, Van Leeuwen C, Choné X, Gaudillère JP, 2002. Etude du régime hydrique et de la nutrition azotée de la vigne par des indicateurs physiologiques. Influence sur le comportement de la vigne et la maturation du raisin (*Vitis vinifera* L. cv Merlot, 2000, Bordeaux). *J. Int. Sci.Vigne Vin* 36(3) : 133-142.

140. Van Leeuwen C, Tregoat O, Chone X, Bois B, Pernet D, Gaudillere JP ,2004 .The influence of climate, soil and cultivar on terroir. *American Journal of Enology and Viticulture* .55, 207-217.

141. Vidaud J, 1993. Raisin de table 260p. CTIFL.

142. Vidal J P, 1965. Viticulture. Ecole marocaine d'agriculture de Meknes. T2.106 pp

143. Villa P, 2005. La culture de la vigne. Ed Vecchi S.A. Montmartre. 75002 Paris. 151p.

144. Walter B, Boudon-Padieu E, Ridé M, 2000. Les maladies à virus, bactéries et phytoplasmes de la vigne. Ed. Féret. 15-177pp.

145. Weaverand M, 1974. Effect of ethephon on colorationand maturation of wine grapes. *American Journal of Enology and Viticulture*, 25(1):25–27, 1974.

146. Wheeler, Loveys B, Ford C, Davies C,2009.The relationship between the expression of abscisic acid biosynthesis genes, accumulation of abscisic acid and the promotion of *Vitis vinifera* L. berry ripening by abscisic acid. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 15(3):195–204, October 2009.