

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMARI de TIZI OUZOU
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des Sciences Agronomiques



MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de Magister en Sciences Agronomiques
Spécialité : Sciences de la Vigne et Préservation des Ressources Phylogénétiques

THEME

Contribution à l'étude de la sensibilité au phylloxéra
radicicole *Phylloxera vastatrix* (Homoptera :
Phylloxeridae) des cépages de *Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*
autochtones d'Algérie.

Réalisé par: M^{elle}. SEBKI Salima

Devant le jury

Président :	Mr. KELLOUCHE Abdellah	Professeur à UMMTO.
Encadreur :	Mr. EL-HEIT Kaddour	Maître de Conférences « A » à l'UMMTO.
Examineurs :	Mr. MEDDOUR Rachid	Maître de Conférences « A » à l'UMMTO.
	Mr. BELARBI Baroudi	Maître de Conférences « A » à l'ENSA, Alger.
	Mr. HAMOUM Arezki	Maître de Conférences « B » à l'UMMTO.

2013/2014

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMARI de TIZI OUZOU
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des Sciences Agronomiques



MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de Magister en Sciences Agronomiques
Spécialité : Sciences de la Vigne et Préservation des Ressources Phytogénétiques

THEME

Contribution à l'étude de la sensibilité au phylloxéra
radicicole *Phylloxera vastatrix* (Homoptera :
Phylloxeridae) des cépages de *Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera*
autochtones d'Algérie.

Réalisé par: M^{lle}. SEBKI Salima

Devant le jury

Président :	Mr. KELLOUCHE Abdellah	Professeur à UMMTO.
Encadreur :	Mr. EL-HEIT Kaddour	Maître de Conférences « A » à l'UMMTO.
Examineurs :	Mr. MEDDOUR Rachid	Maître de Conférences « A » à l'UMMTO.
	Mr. BELARBI Baroudi	Maître de Conférences « A » à l'ENSA, Alger.
	Mr. HAMOUM Arezki	Maître de Conférences « B » à l'UMMTO.

2013/2014

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail réalisé au sein de l'équipe « Sciences de la Vigne et Préservation des Ressources Phytogénétiques » sous la direction de Mr. EL- HEIT Kaddour, mes profonds et sincères remerciements vont :

Avant tout au bon DIEU de m'avoir donnée la force et la patience pour mener à terme mon travail.

A mon encadreur Mr. EL-HEIT K. Maître de conférences classe « A » à l'UMMTO pour sa précieuse aide et ses critiques constructives.

A Mr. KELLOUCHE A. Professeur à l'UMMTO pour l'honneur qu'il m'a fait de vouloir présider le jury et surtout pour ses précieux conseils.

A Mr. MEDDOUR R., Mr. HAMOUM A. Maîtres de conférences, enseignants à la faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques à l'UMMTO et Mr. BELARBI B. Maître de conférences classe « A » à l'ENSA d'Alger, d'avoir accepté d'examiner mon travail.

J'exprime aussi ma gratitude à tous mes enseignants qui ont intervenu dans la formation du magister « Sciences de la Vigne et Préservation des Ressources Phytogénétiques ».

Aux responsables de la station régionale d'ITAF de Benchicao (Médéa), d'avoir accepté de me recevoir et de m'aider.

A Mr. OTSMANE propriétaire de la pépinière de production viticole « EAC07 Hamza Mohamed » (Blida) et à tous le personnel, d'avoir rendu possible la réalisation de mon travail.

A Mr. BOUAHMED Abedlkader pour son aide à réaliser les analyses statistiques et aussi pour son soutien moral, sans oublier Mr. METNA et Mr. Alili.

A mes très chers parents, mes frères Mourad, Moukrane, Malik et à mon unique sœur Zina pour leur encouragement durant tout mon cycle d'étude.

Mes vifs remerciements vont aussi à mon futur époux et bien aimé Ahmed qui m'a toujours encouragée et soutenue.

Je ne saurai comment remercier mes chers ami(e)s en particulier Abedrazak, Saida, Karima et Ounissa, qui ont été là pour moi et qui m'ont soutenue et tendue la main quand j'en ai besoin.

Enfin ma reconnaissance va à tous ceux qui m'ont rendue service et qui m'ont aidée d'une façon ou d'une autre au long de mon projet.



Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

- *A la mémoire de mon oncle et mes grands parents paternels et maternels, que DIEU garde leurs âmes dans son vaste paradis.*
- *A mes chers parents, frères et sœur.*
- *A mon fiancé Ahmed et à ma belle famille.*
- *A ma belle sœur Djaouida et à ma nièce Djoudjou et mon neveu Ahcene*
- *A tous mes proches.*
- *A tous mes ami(e)s.*

Liste des figures

Figure 1 : Classification des vitacées (REYNIER, 2007)	4
Figure 2 : Différents organes de la vigne (<i>V. vinifera</i> L.) (ANONYME 1, 2006 et photo SEBKI, 2013).....	7
Figure 3: Différents organes aériens de la vigne : (a) coupe longitudinale du bourgeon latent (REYNIER et CHAUVET, 1979), (b) vrilles et inflorescence, (c) feuilles, grappes et baies d'un cépage noir (Photo SEBKI, 2013)	10
Figure 4: Cycle végétatif et reproducteur de la vigne (REYNIER, 2007).....	11
Figure 5: Symptômes du mildiou sur les feuilles d'un cépage blanc (Photo SEBKI, 2013)...	19
Figure 6 : (a) Symptômes de l'oïdium observés sur feuilles, (b) sur tige et (c) sur baies d'un cépage blanc (CARISSE et <i>al.</i> , 2006).....	20
Figure 7: Symptômes de la pourriture grise observés sur grappe d'un cépage noir (ANONYME 1, 2006).....	20
Figure 8: (a) Symptômes d'acariose et (b) d'erinose observés sur feuilles et inflorescences de la vigne. (c) Araignée rouge observée sur feuilles (VIRET, 2004)	22
Figure 9: Dédoublément des rameaux et des vrilles causé par le court noué (Photo SEBKI, 2013)	23
Figure 10: (a) Déformation des feuilles causée par des pyrales. (b) Tache brunâtre sur la feuille causée par les cicadelles. (c) Amas de cochenilles ravageurs de la vigne (VIRET, 2004)	25
Figure 11: (a) Œufs de phylloxera gallicole vus à la loupe binoculaire (G X 100) (Photo SEBKI, 2013), (b) vus à l'intérieur d'une galle (DUSSUC, 1894).....	28
Figure 12: (a) Phylloxera ailé (LEUTY et KER, 1997). (b) La face dorçale du phylloxera ailé (DUSSUC, 1894). (c) Jeune phylloxera radicicole vu à la loupe binoculaire (G X 100) (Photo SEBKI, 2013). (d) La face ventrale du jaune phylloxera radicicole (DUSSUC, 1894).	29
Figure 13: Diagramme du cycle biologique du phylloxera (LEUTY et KER, 1997).....	31
Figure 14: Racines de vigne atteintes de nodosités à droite et de tubérosités à gauche (Photo SEBKI, 2013).....	32
Figure 15: Feuilles du porte-greffe 41B, envahies par les galles phylloxériques (Photo SEBKI, 2013).....	33
Figure 16 : Photo satellite du germoplasme (www.googleEarth.com)	39
Figure 17: Photo satellite de la pépinière viticole d'EAC 07 Hamza Mohamed (www.googleEarth.com).....	41

Figure 18 : Serre de la pépinière « EAC 07 Hamza Mohamed » vue de l'extérieur (Photo SEBKI, 2013).....	41
Figure 19: Feuilles phylloxérées du porte-greffe 41B (Photo SEBKI, 2013).....	47
Figure 20 : Boutures mises en pots (Photo SEBKI, 2013).....	49
Figure 21: Schéma illustrant l'opération d'inoculation des feuilles phylloxérées dans les pots des boutures à tester (Photo SEBKI, 2013).....	50
Figure 22: Taux des boutures après stratification en chambre chaude	54
Figure 23: Taux de reprise au forçage sous serre.....	56
Figure 24 : Symptômes observés sur les cépages autochtones de germoplasme d'ITAF : (a, b) déformation foliaire, (c, f) dédoublement des vrilles et (e) décoloration des feuilles. (d) Attaque d'Insectes (Photo SEBKI, 2013).	58
Figure 25: Galles phylloxériques sur les feuilles du porte-greffe SO4 et Rupestris du Lot (Photo SEBKI, 2013)	60
Figure 26: Galles phylloxériques vues sous loupe binoculaire '(G X 40) (Photo SEBKI, 2013)	61
Figure 27: Œufs et adultes de phylloxera gallicole vus sous loupe binoculaire '(G X 100) (Photo SEBKI, 2013)	62
Figure 28: Symptômes du mildiou sur le cépage Aberkane à gauche et sur le porte-greffe SO4 à droite (Photo SEBKI, 2013)	62
Figure 29: Tubérosités et nodosités sur les racines des cépages autochtones dues au phylloxera radicole, vues sous loupe binoculaire '(G X 40) (Photo SEBKI, 2013).	63
Figure 30: Jeune phylloxera radicole vu sous loupe binoculaire '(G X 100) (Photo SEBKI, 2013).	64
Figure 31: Moyennes du nombre de tubérosités et de nodosités observées pour chaque cépage	65
Figure 32: Poids moyen de la biomasse sèche des racines de chaque cépage	76

Liste des tableaux

Tableau 1 : Caractères des <i>Euvitis</i> et <i>Muscadinia</i> (REYNIER, 2007)	4
Tableau 2: Superficie et production vitivinicole dans le monde pendant les dernières douze années (OIV, 2013)	15
Tableau 3: Superficie, production, rendement et taux d'accroissement des vignobles en Algérie (2011-2012) (INRA, 2012)	17
Tableau 4: Schéma de la parcelle expérimentale (ITAF, 2008)	42
Tableau 5: Caractères généraux de la parcelle expérimentale (ITAF, 2008)	43
Tableau 6: Cépages utilisés dans le cadre de notre étude	43
Tableau 7: Caractérisation phénologique des cépages étudiés (AMMOUCHE, 2008)	44
Tableau 8: Nombre de plants confectionnés par cépage, obtenus après stratification et mis en pots	49
Tableau 9 : Echelle d'évaluation de la sensibilité des cépages au phylloxera radicole (POUGET et KIM, 1978).....	53
Tableau 10: Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le nombre moyen de tubérosités selon les cépages.....	65
Tableau 11: Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le nombre moyen de nodosités selon les cépages	65
Tableau 12: Groupes homogènes des cépages étudiés selon le nombre moyen de tubérosités	66
Tableau 13: Groupes homogènes des cépages étudiés selon le nombre moyen de nodosités	67
Tableau 14: Coefficients de corrélation « r » de chaque cépage	73
Tableau 15: Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le poids moyen de la biomasse sèche selon les cépages	76
Tableau 16: Groupes homogènes formés pour le poids moyen de la matière sèche (g) des racines de chaque cultivar étudié	77

Liste des abréviations

- **%** : Pourcentage.
- **°C** : Degré Celsius.
- **ANOVA** : Analysis of variance.
- **cm**: Centimètre.
- **Ed.**: Edition.
- **FAO**: Food and Agriculture Organization.
- **Fig.** : Figure.
- **G.** : Agrandissement.
- **g** : Gramme.
- **H%** : Humidité.
- **h.** : Heure.
- **ha**: Hectare.
- **INRA** : Institut National de la Recherche Agronomique.
- **ITAF**: Institut Technique de l'Arboriculture Fruitière et de la Vigne.
- **Mqx** : Millions de quintaux.
- **M.** : *Muscadinia*.
- **Mhl** : Millions d'hectolitres.
- **mhl** : Milliers d'hectolitres.
- **Mha**: Million d'hectares.
- **mm** : Millimètre.
- **N°** : Numéro.
- **Nov.** : Novembre.
- **Oct.** : Octobre.
- **OIV** : Organisation International de la Recherche Agronomique.
- **p.** : Pages.
- **PCR** : Polymerase Chain Reaction.
- **r** : Coefficient de corrélation.
- **Sept.** : Septembre.
- **Sous emb.** : Sous embranchement.
- **Ssp. et subsp.** : Sous espèce.
- **Tab.** : Tableau.
- **V.** : Version.
- **V.** : *Vitis*.
- **Vol.** : Volume.

Sommaire

Introduction.....	1
I- partie bibliographique	
1- Généralité sur la vigne et la viticulture.....	3
1.1- Répartition géographique de la vigne	3
1.2- Présentation génétique et systématique	3
1.3- Morphologie de la vigne	5
1.3.1- Racines	5
1.3.2- Tige	6
1.3.3- Rameaux.....	7
1.3.4- Bourgeons	7
1.3.5- Feuilles	8
1.3.6- Fleurs.....	9
1.3.7- Vrilles et inflorescences	9
1.3.8- Grappes et baies	10
1.4- Physiologie de la vigne	11
1.4.1- Cycle végétatif	11
a- Pleurs	11
b- Débourrement	12
c- Croissance	12
d- Aoûtement	12
e- Chute des feuilles	12
1.4.2- Cycle reproducteur	13
a- Inflorescences.....	13
b- Floraison.....	13
c- Pollinisation	13
d- Fécondation	14
e- Fructification et croissance des baies	14
e-1- Nouaison de la fleur à la baie	14
e-2- Véraison	14
e-3- Maturation et maturité	14

1.5- Importance de la vigne.....	15
1.5.1- Dans le monde	15
1.5.2- En Algérie	16
2- Maladies et ravageurs de la vigne	18
2.1- Maladies fongiques	18
2.1.1- Mildiou (<i>Plasmopara viticola</i>)	18
2.1.2- Oïdium (<i>Erysiphe necator</i>).....	19
2.1.3- Pourriture grise (<i>Botrytis cinerea</i> Pers.).....	20
2.1.4- Lutte contre les maladies fongiques	20
2.2- Acariens	21
2.2.1- Araignée rouge (<i>Panonychus ulmi</i>).....	21
2.2.2- Acariose et érinose	21
a- Acariose (<i>Calepitrimerus vitis</i>)	22
b- Erinose (<i>Colomerus vitis</i>).....	22
2.2.3- lutte contre les acariens	22
2.3-Viroses	23
2.3.1- Court noué.....	23
2.3.2- Lutte contre le court noué	23
2.4- Insectes	24
2.4.1- Pyrale de la vigne ; <i>Sparganothis pilleriana</i> Schiffermuller (Lepidoptera : Tortricida).....	24
2.4.2- Cicadelle ; <i>Jacobiasca spp- Empoasca spp.</i> (Hemiptera : Cicadellidae).....	24
2.4.3- Cochenille farineuse ; <i>Pseudococcus citri</i> Risso (Homoptera : coccidae).....	25
2.4.4- Lutte contre les insectes nuisibles	25
3- Phylloxera de la vigne.....	26
3.1- Introduction.....	26
3.2- Origine et répartition géographique.....	26
3.3-Position systématique	27
3.4- Description de différents stades biologiques de phylloxera	27
3.5- Cycle biologique	29
3.5.1- Au niveau de la vigne américaine	29
3.5.2- Au niveau de la vigne européenne	31

3.6- Symptômes observés	32
3.7- Dégâts et pertes occasionnées	33
3.8- Conditions de développement et de propagation de phylloxera	34
3.9- Méthodes de lutte	35
3.9.1- Lutte culturale	35
3.9.2- Lutte chimique	35
3.9.3- Lutte biologique	36
II- Matériels et méthodes	
1- Objectif de notre étude	39
2- Lieu de l'expérimentation	39
2.1- Présentation de la ferme de l'ITAF	39
2.2- Présentation du lieu de l'expérimentation	40
3- Matériels utilisés	42
3.1- Matériel végétal	42
3.1.1- Cépages autochtones	44
3.1.2- Hybrides des porte-greffes	45
a- Porte-greffe SO4	45
b- Porte greffe Rupestris du Lot	45
3.1.3- <i>V. vinifera</i> subsp. <i>sylvestris</i>	45
3.2- Substrat utilisé	46
3.3- Matériel de contamination	46
4- Méthodes	47
4.1- Récolte de bois à l'ITAF	47
4.2- Préparation et entretien des boutures à la pépinière	47
a- Mise en chambre froide	47
b- Trempage dans l'eau	48
c- Confection des boutures	48
d- Mise en caisse et stratification en chambre chaude	48
e- Mise en pots et entretien des boutures	48
4.3- Inoculations des feuilles phylloxérées	50
4.4- Dépotage des plants	51
5- Estimation du taux des plants repris	51
6- Evaluation de la sensibilité des cépages au phylloxera radicole	51
a- Dénombrement de nodosités et tubérosités	51

b-	Pesage et mesure des racines	51
c-	Analyse statistique des résultats obtenus	52
d-	Echelle d'évaluation de la sensibilité de la vigne au phylloxera radicole	53
III- résultats et discussion		
1-	Taux de reprise des cépages étudiés	54
1.1-	Taux de reprise après stratification	54
1.2-	Taux de reprise au forçage	56
2-	Symptomatologie	60
2.1-	Au niveau de la partie aérienne	60
2.2-	Au niveau de la partie souterraine (racines).....	63
3-	Evaluation de la sensibilité des cépages au phylloxera radicole.....	64
4-	Etude de corrélation	72
5-	Evaluation de la biomasse sèche des racines	75
Conclusion.....		79
Références bibliographiques		
Annexes		

Introduction

La vigne, culture ancestrale et véhicule d'un art de vivre, est une ligneuse à grande importance. Grâce à sa rusticité, elle permet de mettre en valeur les sols à fortes pentes, rocheux et pauvres (KAPPEL, 2010).

A travers le temps, cette liane a connu une importance culturelle liée à une longue tradition de culture dans de nombreux pays du monde, qui remontait en moins à 6000 ans. Avec l'utilisation de la multiplication végétative qui a facilité la fixation de nouveaux caractères, l'homme a pu entraîner le maintien des variétés adaptées à chaque type de production et elles appartiennent toutes à l'espèce *Vitis vinifera* L. qui fait l'état de cinq à dix milles cultivars (REYNIER, 2007)

Cette espèce cultivée occupe la 14^{ème} culture au niveau mondial (CARRIER, 2011). D'après OIV (2013), en 2012, elle a atteint une superficie de 7, 528 Mha et une production totale de raisin estimée à 691 Mqx. Sa grande valeur se situe surtout au niveau de la production du vin, du raisin commercialisé comme le raisin de table ou transformé comme le jus de raisin.

Sa domestication est enracinée aussi dans les traditions maghrébines. En Algérie, avant la colonisation, sa superficie était estimée à quelques 5000 ha. Les variétés locales du raisin de table constituaient un potentiel génétique important pour ce pays (FOUDIL, 1989 et TAYEB, 1990).

EL-HEIT et *al* (2013) signalent que pendant la colonisation, des cépages allochtones introduits par l'arrivée des colons français ont conduit la viticulture traditionnelle du raisin de table à devenir une culture d'exportation principalement de vins, nécessaire aux consommateurs de la métropole. Malheureusement, ce n'est pas le seul facteur qui a causé l'érosion génétique des cépages autochtones d'Algérie, une importante crise induite par l'apparition d'une grave maladie, provoquée par le puceron *Phylloxera vastatrix*, a engendré aussi la disparition progressive de ces cépages locaux.

Selon REYNIER (2005), cet insecte se manifeste sur les feuilles de la vigne américaine en provoquant des galles, mais la deuxième forme dite radicicole reste la plus dangereuse et dévastatrice. Elle a eu des répercussions économiques, sociales et politiques considérables à l'échelle mondiale, car l'espèce issue de cette forme s'attaque aux racines des variétés à fruits.

C'est dans cette optique que notre étude trouve sa justification. Elle vise à évaluer la sensibilité de 16 cépages de *V. vinifera* L. ssp. *vinifera* autochtones d'Algérie au phylloxera radicicole et de connaître le degré de nuisibilité de ce puceron à leur égard en appliquant la méthode de BOUBALS (1966), laquelle consistait à réaliser des inoculations avec des feuilles phylloxérées au niveau des racines des plants mis en pots.

Cet étude entre également dans le cadre de la sauvegarde du patrimoine génétique autochtone. La mise en valeur des cépages locaux est indispensable pour la sélection des meilleurs génotypes nécessaire au développement de la viticulture durable.

En dehors de quelques travaux réalisés sur les cépages autochtones (AKKAK et *al.*, 2007; LAIADI et *al.*, 2009 et EL HEIT et *al.*, 2013), aucune autre recherche n'a été approfondie dans ce domaine aussi important.

I- Partie bibliographique

1. Généralité sur la vigne et la viticulture

1.1- Répartition géographique de la vigne

Il y a une centaine de millions d'années apparaissent enfin les angiospermes après les gymnospermes, c'est un sous embranchement auquel appartiennent les vitacées. La découverte des graines de fossile de vigne datant de l'éocène au pliocène prouve l'existence de cette famille depuis le début de tertiaire (WINKLER, 1965 ; HUGLIN, 1986 et VILLA, 2005). La séparation des continents et les périodes de glaciation ont provoqué l'isolement des populations qui a conduit à des événements de spéciation (PEROS *et al.*, 2010).

La localisation de la vigne concerne le Groenland, l'Angleterre, l'Europe centrale, la France, le Japon et les Etats-Unis (HUGLIN, 1986). Au cours des siècles, les hommes ont transporté les cépages de cette espèce dans toute l'Europe tempérée, l'Afrique du nord et du sud, dans presque tous les pays américains (depuis le Canada jusqu'au Chili), dans de nombreux pays asiatiques et en Océanie (Australie et nouvelle Zélande) (GALET, 2000). La pression de sélection de l'homme s'est continuellement accentuée, provoquant l'apparition des formes qui ont fini par donner des cépages actuels (HUGLIN, 1986).

En Algérie, la culture de la vigne existait depuis longtemps et se basait sur la domestication des cépages autochtones (EL-HEIT *et al.*, 2003). Les cultivars introduits par les différentes invasions du pays par des peuples arrivés du bassin méditerranéen: Romains, Turcs et Français, avaient orienté cette culture vers la production vinicole, elle se localisait dans les meilleures terres, à savoir les plaines de l'Oranie, de la Mitidja et de la Kabylie. Actuellement, les vignobles cultivés sont destinés à la production des raisins plus que du vin et ils se situent surtout au nord du pays et même dans la partie sud ; dans quelques oasis sahariennes.

1.2- Présentation génétique et systématique

La vigne appartient à la famille des vitacées. Les plantes de cette famille sont des lianes à tige plus ou moins sarmenteuse, mais parfois herbacée, possédant des vrilles opposées aux feuilles (REYNIER, 2007).

Selon GALET (2000), cette famille est appelée autre fois Ampélidées ou Ampelidacées et elle compte plus d'un millier d'espèces. Les vitacées sont des phanérogames (végétaux ayant des fleurs), elles appartiennent aux angiospermes (ovules toujours cachés dans un ovaire) de la classe des dicotylédones.

On distingue actuellement dix neuf genres d'importance inégale, parmi eux le genre *Vitis* qui comprend 108 espèces (dont vingt huit fossiles et quinze espèces douteuses) et deux

espèces indo-européennes, *V. sylvestris* et *V. vinifera*, qui sont à l'origine de nos cépages cultivés (Fig. 1).

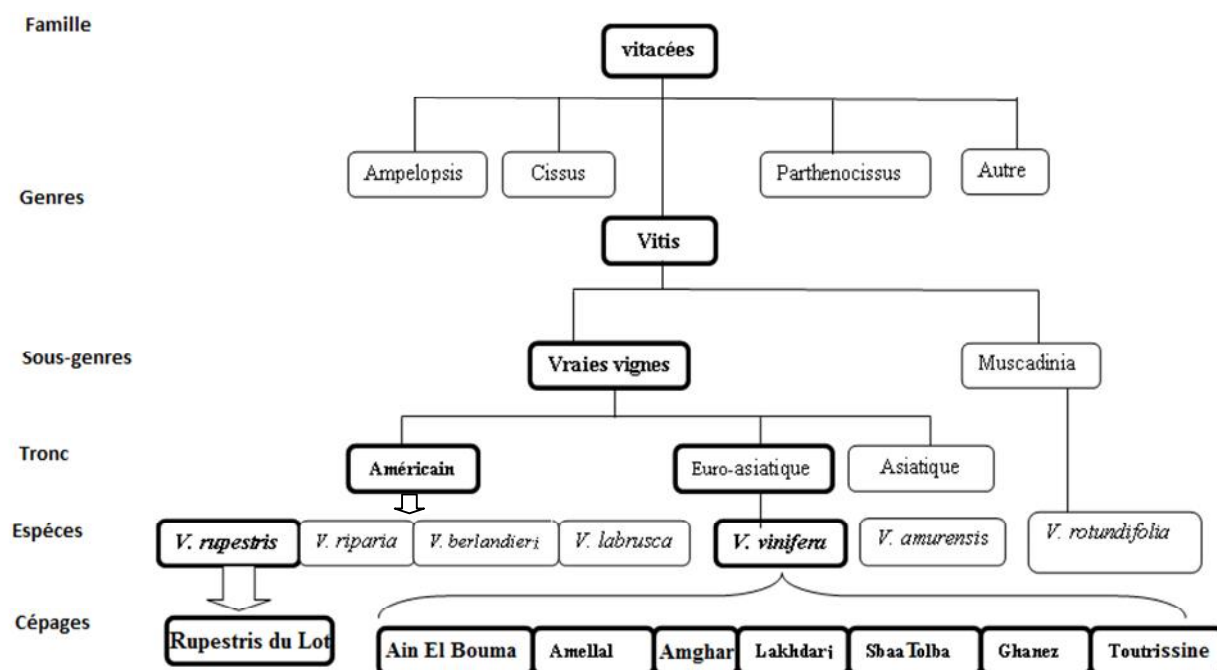


Figure 1 : Classification des vitacées (REYNIER, 2007).

D'après REYNIER (2007), le genre *Vitis*, auquel appartiennent les vignes cultivées, est divisé en deux sections ou sous genres : les vraies vignes et *Muscadinia* (Tab. 1). GALET (2000) signale que ce genre, anciennement appelé *Eu vitis* par PLANCHON, ne contient que les vraies vignes dont le nombre de base chromosomique est $n=19$, avec la possibilité d'avoir des cépages triploïdes à $2n=57$ ou tétraploïdes à $2n=76$, qui sont des mutations. Toutes les espèces de *Vitis* peuvent se croiser entre elles et donner des descendants viables et fertiles.

Tableau 1 : Caractères des *Eu vitis* et *Muscadinia* (REYNIER, 2007).

	Vraies vignes	<i>Muscadinia</i>
Vrilles	Fourchues	Simple
Ecorce du sarment	Non adhérente	Adhérente, à l'enfices
Diaphragme du nœud	Présent	Absent
Nombre chromosomique	$2n=38$	$2n=40$

Le sous-genre *Euvitis* comprend une soixantaine d'espèces diploïdes dont :

- *V. vinifera* L., cette espèce appartient à la vigne euro-asiatique et elle regroupe l'ensemble des cépages cultivés appartenant à la sous espèce *V. vinifera* subsp. *Vinifera* et les vignes sauvages de la sous espèce ; *V. vinifera* subsp. *silvestris* (HUGLIN, 1986).
- La vigne américaine, elle rassemble une vingtaine d'espèces et elle est utilisée comme porte-greffe ou croisée avec *V. vinifera* pour produire des hybrides. Ces derniers présentent généralement une bonne résistance aux pathogènes, notamment au puceron phylloxera, mais sans intérêt œnologique. Nous pouvons citer les espèces *V. labrusca*, *V. riparia*, *V. rupestris* et *V. berlandieri* (BRANAS et al., 1946 et LEVADOUX, 1956).
- la vigne asiatique, OLMO (1976) montre que cette espèce, y compris *V. amurensis*, est utilisée surtout dans les programmes d'amélioration pour sa tolérance au froid.

1.3- Morphologie de la vigne

Comme toutes les plantes supérieures, la vigne comprend des racines, une tige et des feuilles (organes végétatifs). Les bourgeons sont situés à l'aisselle des feuilles, tandis que les vrilles et les inflorescences paraissent être opposées à ces organes. Les fleurs (organes reproducteurs) groupées sur les inflorescences donneront après fécondation les grains et les baies (RIBEREAU-GAYON et PEYNAUD, 1980) (Fig. 2).

Elle vit dans les forêts, elle se développe d'abord dans les sous bois à l'abri de la lumière, puis en quelques années, elle atteint la cime des arbres ; zone tout particulièrement ensoleillée. Ces faits permettent d'expliquer en partie ou moins les grandes facilités d'adaptation de la vigne (RIBEREAU-GAYON et PEYNAUD, 1980). Les formes rencontrées en vignobles sont sans exception le résultat d'une taille annuelle souvent associée à un palissage, il varie de plus rudimentaire au plus complexe (HUGLIN, 1986).

1.3.1- Racines

Les racines constituent avec la portion enterrée de la tige la partie souterraine de la vigne et elles ont un rôle très important. D'après GALET (2000), plus de la fonction principale dont elles disposent à puiser l'eau et les matières minérales dans le sol et à fixer la vigne, elles ont aussi tendance à produire des hormones de croissance (gibbérélines et cytokinines) et elles constituent aussi un organe de réserve ; dans leurs tissus se déposent l'amidon.

Chez les vignes issues de semis, on observe une racine principale ou pivot provenant de l'allongement de la radicule, sur laquelle naissent des racines secondaires ou radicales.

Chez les vignes produites par la multiplication végétative (boutures et greffes-boutures), il naît plusieurs racines principales au niveau des nœuds. Ces racines divergent à partir de leur point d'insertion dans plusieurs directions et elles se ramifient plusieurs fois (GALET, 2000). Elles atteignent généralement 2 à 5 m de longueur, mais elles peuvent s'enfoncer dans le sol jusqu'à 12 à 15 m (MORLAT, 1981). Il est bien évident que sa répartition est conditionnée par la nature du sol, sa profondeur, sa compacité, la quantité d'eau disponible (RIBEREAU-GAYON et PEYNAUD, 1980). Les divers travaux réalisés en Espagne ou en Californie ont montré que la majorité des racines se trouve concentrée dans la zone la plus favorable, ni trop sèche, ni trop humide (GALET, 2000).

Dans les conditions chaudes et humides, on peut observer un développement racinaire aérien. VANNUCCINI et ROSETTI (1898) sont les premiers à l'avoir vu sur plusieurs cépages en Italie (GALET, 2000).

1.3.2- Tige

Le tronc de la vigne 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 (GALET, 2000). Il est recouvert d'une écorce crevassée ou rhytidome d'autant plus épaisse que la vigne est plus âgée. Dans ce cas proviennent des greffes boutures, le tronc est évidemment constitué de deux parties d'origine différente ; l'une issue du porte greffe, l'autre de greffon.

A l'état sauvage, il peut atteindre des dimensions considérables, plus d'un mètre de circonférence (RIBEREAU-GAYON et PEYNAUD, 1980). Si les vignes cultivées dérivent de *V. vinifera*, leur développement serait faible ou moyen, cela tient au mode de conduite adopté et à la taille annuelle (GALET, 2000).

Les divers charpentes d'un cépage sont des tiges d'âges différents, le tronc et les bras (cornes) forment le vieux bois issus généralement de bois de deux ans, tandis que les sarments représentent le bois d'un an (SIMON et *al.*, 1992).

1.3.3- Rameaux

Le tronc porte des rameaux qu'on utilise pour la préparation des boutures et des greffes boutures. Ils sont également des tiges, ceux-ci portent la récolte, les feuilles et les autres organes (RIBEREAU-GAYON et PEYNAUD, 1980 et GUILLAUME, 2001).

Au début de la période végétative, les rameaux longs ont un aspect herbacé, ils sont verts, flexibles, riches en eau et ils sont composés d'une succession d'entrenœuds, séparés par des nœuds plus ou moins renflés (RIBEREAU-GAYON et PEYNAUD, 1980).

La croissance de ces rameaux se poursuit jusqu'au cœur de l'été et il se produit alors un phénomène de maturation, appelé aoûtement, qui aboutit à formation des sarments. Ces derniers se présentent sous une forme plus dure, d'une couleur qui tend vers le marron foncé.

D'après GUILLAUME (2001), les rameaux issus de vieux bois sont couramment appelés gourmands et leurs bourgeons comportent des inflorescences, on peut donc les utiliser à la taille. Les rameaux issus du porte-greffe sont appelés américains et ne doivent pas être utilisés à la taille (HUGLIN et SCHNEIDER, 1998).

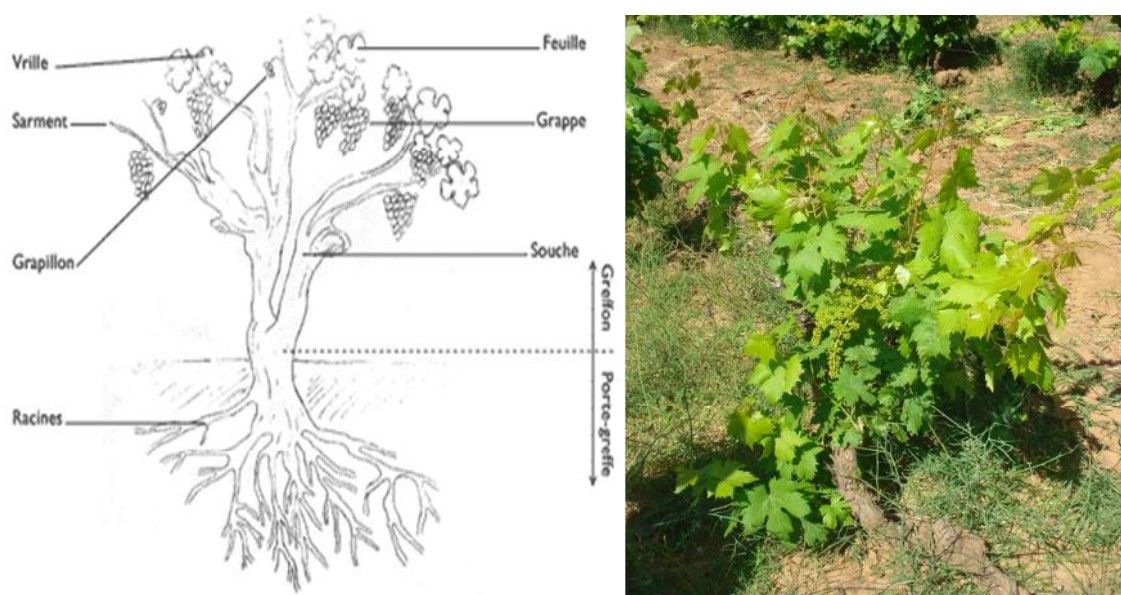


Figure 2 : Différents organes de la vigne (*V. vinifera* L.)
(ANONYME 1, 2006 et photo SEBKI, 2013).

1.3.4- Bourgeons

Les bourgeons, qui sont des petits rameaux en réduction recouvertes 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 (bouturage, marcottage et greffage) (GALET, 2000).

- Un premier type est constitué par le bourgeon terminal qui assure la formation et la croissance des différents organes. Vers la fin de la période végétative, le méristème apical de ce bourgeon cesse de fonctionner et après un temps plus ou moins long, celui-ci se dessèche et tombe (HUGLIN et SCHNEIDER, 1998).

Tous les autres sont axillaires, c'est à dire qu'elles naissent obligatoirement à l'aisselle d'une feuille (GALET, 2000).

- Le prompt bourgeon peut développer des rameaux secondaires, appelés entre-cœurs et ils ne débourrent qu'en cas d'accident climatique (CHAMPAGNOL, 1984 et GUILLAUME, 2001).
- Les bourgeons latents, qui ne sont pas développés l'année suivant leur formation, donnent les bourgeons du vieux bois. Ils peuvent rester à l'état latent plusieurs années (GALET, 1993 et JOLY, 2005).

Le prompt bourgeon est formé d'un seul bourgeon, par contre la structure de l'œil latent est plus complexe ; elle est un assemblage principal de trois bourgeons distincts (Fig. 3a).

- Le bourgeon principal placé au milieu possède un axe central conique qui en fait un rameau en miniature, feuilles, inflorescence et vrilles. La production potentielle d'un cep est donc déterminée l'année qui précède la récolte (SIMON *et al.*, 1992).
- au-dessus et au-dessous de lui se trouve un ou deux bourgeons secondaires, on peut même rencontrer des bourgeons tertiaires (HUGLIN et SCHNEIDER, 1998).

La fertilité de ces yeux varie selon leur position sur le sarment et selon les cépages (SIMON *et al.*, 1992).

1.3.5- Feuilles

Les feuilles jouent un rôle physiologique important ; la transpiration et la photosynthèse. Elles possèdent du point de vue ampélographique des caractères propres à chaque espèce et variété (REYNIER, 2005) ; sa forme, ces découpures (sinus) et les poils (villosités) sont des caractéristiques variétales et permettent d'identifier les vignes (SIMON *et al.*, 1992) (Fig. 3c).

Chaque feuille est constituée de deux parties : le pétiole et le limbe (RIBEREAU-GAYON et PEYNAUD, 1980) où s'insère cinq nervures principales, un sinus petiolaire et deux sinus latéraux de chaque côté de limbe (HUGLIN et SCHNEIDER, 1998). Elles sont en général simples, toutefois on rencontre chez certaines espèces asiatiques (*V. davidii*, *V. piasezkii*) des feuilles composées de 2 à 5 folioles (GALET, 2000).

1.3.6- Fleurs

La grande majorité des variétés à fruits possède des fleurs hermaphrodites (HUGLIN et SCHNEIDER, 1998). Ces dernières participent d'une manière décisive à la fonction de la reproduction de la plante et la production viticole (REYNIER, 2005). Avant la floraison, elles ont l'apparence des petites valves cylindriques, parfois un peu conique et d'une couleur verte. Celles de *V. labrusca* ont 4 à 5 mm de hauteur, celles de *V. vinifera* 3 à 4 mm et celles des autres espèces américaines 2 à 3mm (HUGLIN et SCHNEIDER, 1998).

La fleur de la vigne typique est pentamère; sa formule florale est 5 sépales, 5 pétales, 5 étamines et 2 carpelles (GALET, 2000). Les pistils normaux contiennent un ovaire à deux loges abritant chacune deux ovules. Cet ovaire est surmonté par un style et un stigmate destiné à recueillir les grains de pollen. Les nectaires alternent avec les étamines, chez la plupart des variétés, ils ne décréètent pas de nectar (HUGLIN, 1986 ; KHELIL, 1989 et SIMON et *al.*, 1992).

1.3.7- Vrilles et inflorescences

Les vrilles ou les inflorescences paraissent oppositifoliées (opposées aux feuilles) dans tout le genre *Vitis*. Chez la majorité des variétés de *V. vinifera*, elles sont en succession discontinue régulièrement sur deux nœuds successifs, alors que le troisième en est dépourvu.

Les fleurs sont groupées en inflorescences. Selon la variété et le milieu, elles peuvent varier d'une centaine à quelques milliers (HUGLIN et SCHNEIDER, 1998).

L'inflorescence est à deux bras dont l'un deux est plus réduit, absent ou transformé en vrilles (RIBEREAU-GAYON et PEYNAUD, 1980 et GALET, 2000), dès qu'un support est atteint, elles s'enroulent rapidement autour de lui, permettant à la vigne de se fixer (SIMON et *al.*, 1992).

1.3.8- Grappes et baies

Après la nouaison des fleurs, les inflorescences sont communément appelées grappes. Elles sont composées d'un ensemble de ramifications qui dépendent de l'espèce, de la variété, de la position sur le rameau et de la vigueur (REYNIER, 2005).

Un ovule fécondé donne naissance à un pépin de vigne ; c'est un organe de reproduction sexuée, il contient un embryon enfermé dans un tégument très solide, quant à la fleur, il se transforme en baie qui peut contenir jusqu'à quatre pépins, riches en tannins (GUILLAUME, 2001) (Fig. 3b). REYNIER (2005) a montré que ces derniers sont entourés d'un ensemble de tissus formant le péricarpe.

Une coupe dans le plan médiane permet de distinguer dans le péricarpe : la pellicule et la pulpe.

Au niveau de la pellicule, on trouve les composés phénoliques. À sa face supérieure, une matière cireuse (pruine) la recouvre et elle la rend imperméable (MARTINS, 2012).

D'après KAPPEL (2010), la pulpe représente la plus grande partie du volume de la baie, elle est riche en sucre (glucose et fructose en particulier), acides organiques (acide malique et tartrique) et eau.

Selon les variétés et les conditions permanentes ou annuelles du milieu, le nombre de baies sera beaucoup plus réduit que celui des fleurs, dû au phénomène de coulure (HUGLIN, 1986).

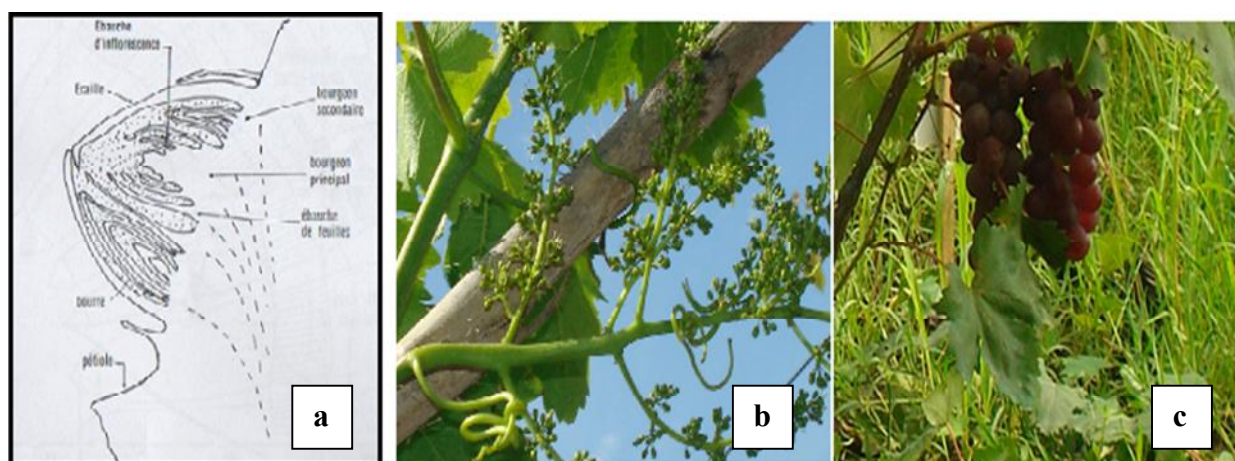


Figure 3: Différents organes aériens de la vigne : (a) coupe longitudinale du bourgeon latent (REYNIER et CHAUVET, 1979), (b) vrilles et inflorescence, (c) feuilles, grappes et baies d'un Cépage noir (Photo SEBKI, 2013).

1.4- Physiologie de la vigne

La vigne est une plante pérenne qui peut être cultivée pendant 30 ou 40 ans (voir un siècle), mais qui n'entre pas en production avant 3 ou 4 ans après sa plantation (LOUVIEAUX, 2004). Son développement se fait sur deux ans et en deux cycles : le cycle végétatif et le cycle reproducteur.

Le cycle végétatif se caractérise par une phase de croissance au printemps et en été, une phase d'accumulation des réserves dans le bois jusqu'à la fin de l'automne et une phase de repos en hiver.

Quant au cycle reproducteur, il mène plutôt au développement et à la maturation des baies de raisin (KAPPEL, 2010) (Fig. 4).

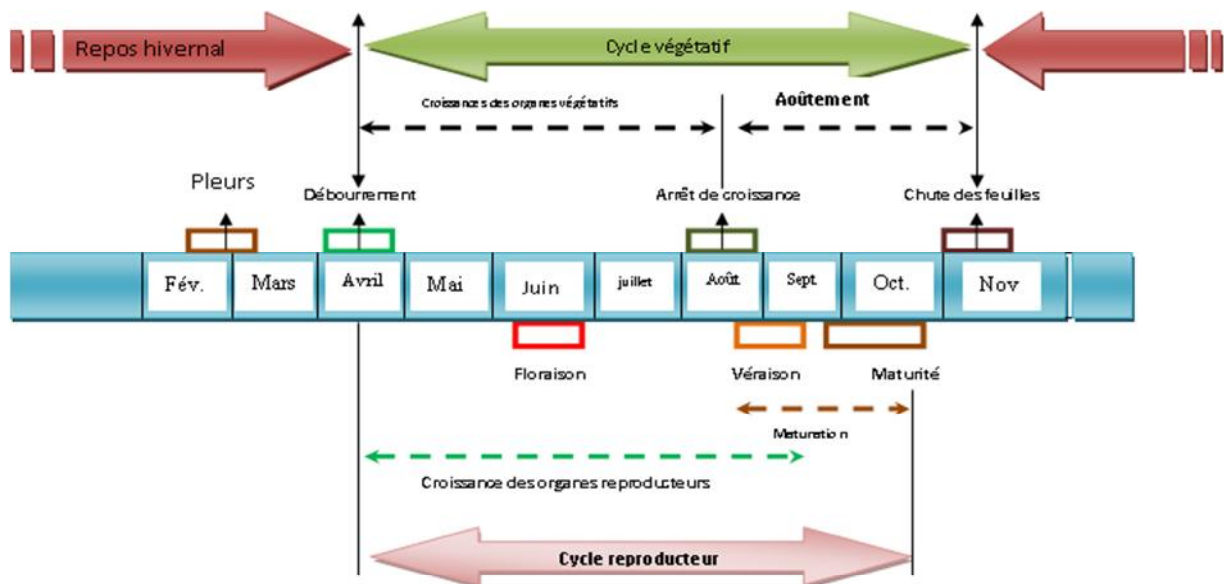


Figure 4: Cycle végétatif et reproducteur de la vigne (REYNIER, 2007).

1.4.1- Cycle végétatif

a- Pleurs

Selon REYNIER (2005), à la fin d'hiver, avant tout départ en végétation, on observe un écoulement au niveau des plaies de taille. La durée des pleurs est généralement de quelques jours, mais elle atteint parfois trois ou quatre semaines. Cet écoulement correspond à l'entrée en activité du système racinaire, sous l'action du relèvement de la température du sol. L'arrêt de ces pleurs est dû à un développement bactérien obstruant les vaisseaux et au développement des feuilles, qui, en transpirant font diminuer les poussées radicales (LOUVIEAUX, 2004).

Cette période est suivie d'un débourrement qui marque la reprise d'activité du bourgeon latent et la croissance (KAPPEL, 2010).

b- Débourrement

Lorsque les bourgeons commencent à gonfler, les écailles protectrices s'écartent et laissent apparaître la bourre, puis les premières feuilles, d'où le nom de débourrement. Tous les bourgeons d'une souche ne débourrent pas en même temps (REYNIER, 2005), la température est le principal facteur influençant la date de débourrement (LOUVIEAUX, 2004).

c- Croissance

Elle se caractérise par l'allongement des rameaux issus des bourgeons, l'étalement, l'accroissement des jeunes feuilles préformées et la naissance des nouvelles feuilles.

Elle débute dès le débourrement à partir des méristèmes apicaux ou méristèmes primaires, c'est le résultat de deux processus biologiques :

- La prolifération ou multiplication cellulaire (méresis) qui a lieu dans les méristèmes terminaux et qui forment des nouvelles cellules.
- Expansion ou élongation cellulaire (auxésis) qui les fait grandir et elle ne se produit qu'à une distance des méristèmes (GALET, 2000).

d- Aoûtement

La phase de croissance se poursuit jusqu'au milieu de l'été, menant à l'aoûtement. Elle se manifeste par le développement d'une assise subérophellodermique, éventuellement de parenchyme libérien et ligneux, suivi de brunissement de l'écorce, des rameaux et des vrilles (HUGLIN et SCHNEIDER, 1998 et KAPPEL, 2010). D'après REYNIER (2005), c'est pendant que les raisins murissent qu'on assiste à ce changement d'aspect et il se poursuit même après la maturité.

e- Chute des feuilles

Le mécanisme de défeuillaison a été mis en évidence par (TISON, 1900 in GALET, 2000) qui a montré que la formation des cals à la base des pétioles provoque la séparation des feuilles de la tige qui les portent. A ce moment, on peut considérer que la plante est dans une phase de repos végétatif.

1.4.2- Cycle reproducteur

On décrit le cycle reproducteur à partir du moment où les inflorescences apparaissent hors des bourgeons, quelques jours après le débourrement (stade F de Baggiolini ou 51 de BBCH) (Annexe 2) (LOUVIEAUX, 2004). Le développement des organes reproducteurs commence l'année précédente par l'initiation des inflorescences dans les bourgeons latents, puis il se poursuit dès le printemps par la différenciation des fleurs, la floraison, la nouaison et la maturation des baies.

a- Inflorescences

Les recherches de CAROLUS (1970) sur le merlot montrent que les méristèmes du bourgeon principal de l'œil latent passent successivement par deux étapes ; d'abord, le stade végétatif où il y'a uniquement la formation des feuilles, puis le stade où l'apex devient inflorescentiel tout en continuant à avoir un fonctionnement végétatif. Les inflorescences et les feuilles sont alors initiées rythmiquement (POUGET, 1981 et GALET, 2000).

Les fleurs apparaissent sous forme de petites masses globuleuses vertes où rouges. Le nombre et la qualité des inflorescences produites expriment la fertilité de la souche, elle peut se mesurer au printemps en comptant le nombre d'inflorescences par rameau et le nombre de fleurs par inflorescence (GUILLAUME, 2007).

b- Floraison

La floraison correspond à l'épanouissement de la fleur par l'ouverture (déhiscence) de la corolle qui se dessèche et tombe. Elle se produit généralement en juin, mais la date varie avec la variété et suivant les conditions climatiques de l'année. Ce sont d'abord les fleurs de la base qui s'épanouissent les premières, alors que les boutons de la pointe s'ouvrent les derniers (GALET, 2000).

c- Pollinisation

Les fleurs hermaphrodites peuvent être pollinisées de deux façons :

- Soit directement par le pollen des étamines, c'est l'autogamie qui serait pour HUGLIN (1986) la règle générale chez les cépages hermaphrodites. Elle se produit par l'ouverture du sac pollinique, provoquant un petit nuage autour de stigmate. La plupart des auteurs l'estiment assez rare.

- Soit par allogamie, c'est-à-dire la fécondation croisée par l'apport étranger amené par les insectes ou par le vent qui est le principal agent de pollinisation (GALET, 2000)

d- Fécondation

Le tube pollinique entre dans l'ovule par l'intermédiaire du micropyle (GALET, 2000). Il en résulte un œuf qui se développe en embryon, entouré d'un albumen et des téguments, c'est le grain de vigne appelé communément pépin, tandis que le reste de l'ovaire va donner le fruit (SIMON *et al.*, 1992 et LOUVIEAUX, 2004).

e- Fructification et croissance des baies

e-1- Nouaison de la fleur à la baie

C'est la transformation des fleurs en baies (GUILLAUME, 2007). À ce stade, la croissance des fruits est lente et elle se manifeste par des divisions cellulaires.

Selon GALET (2000), après la fécondation, les téguments de l'ovule se développent pour former les téguments de la graine ou pépins. Après la nouaison, l'ovaire grossit en restant vert et sa pulpe s'enrichit des substances surtout acides, c'est la période herbacée (CHAUVET, 1979).

e-2- Véraison

La baie change de couleur, on dit qu'elle vère. Elle se comporte comme un organe de stockage (enrichissement en sucres). En même temps qu'elle modifie sa couleur, la baie acquit une consistance élastique et elle grossit à nouveau (BRETAUDEAU et FAUVE, 1990). La véraison a généralement lieu entre mi-août et mi-septembre.

e-3- Maturation et maturité

La phase de maturation débute avec la véraison, accompagnée des changements physiologiques très importants. Les baies ramollissent et leur composition chimique change ; accumulation des composés phénoliques (pigments et tanins), des protéines antifongiques et des précurseurs aromatiques. Le volume de la baie augmente d'une façon importante du fait du grandissement cellulaire (KAPPEL, 2010). Elle se poursuit jusqu'à la maturité ; elle correspond en principe au moment où le grain de raisin contient le maximum de sucre que les baies ne seront plus susceptibles d'en acquérir. Cette phase dure environ 40 jours (MARCHIVE, 2006).

Signalons que cette définition peut varier suivant la qualité recherchée (GALET, 2000).

Selon GALET (2000) et REYNIER (2003), la sur maturation est la période pendant laquelle le raisin flétrit suite à une perte en eau, sa concentration en sucre est élevée. Parfois, ce fruit subit des attaques des champignons, notamment *Botrytis cinerea*. Ce champignon est souhaité par certains viticulteurs pour la production des vins spéciaux.

1.5- Importance de la vigne

1.5.1- Dans le monde

La vigne est l'espèce végétale la plus cultivée dans le monde (MARCHIVE, 2006). Son importance économique considérable se situe au niveau de la production des fruits, le raisin commercialisé comme le raisin de table, le jus de fruit et surtout du vin.

Selon la publication d'OIV (2013), en 2012, le vignoble mondial a atteint une superficie totale de 7528000 ha, tandis que la production globale de raisin est de 691 Mqx. Cette production augmente, malgré le fait que la superficie mondiale plantée en vignes a continué à diminuer. Cette situation peut s'expliquer par une tendance à la hausse des rendements et par les conditions climatiques plus favorables (Tab.2).

La production mondiale de vin (hors jus et moûts) s'est chiffrée à 265 Mhl, donc on peut dire qu'elle a été faible, alors que les estimations de la consommation en vin est de 244,3 Mhl. Cela montre une inversion de la tendance à la baisse.

Tableau 2: Superficie et production vitivinicole dans le monde pendant les dernières douze années (OIV, 2013).

Année	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Superficie (Mha)	7,847	7,873	7,877	7,884	7,829	7,801	7,793	7,766	7,735	7,666	7,628	7,585	7,528
Production (Mqx)	647,6	610,5	614,6	631,1	681	673,6	669,7	655	673,6	681,7	679,5	691,7	691
Production de vin (Mhl)	280	266	257	264	296	273	282	266	269	271	265	265	265

Il existe également d'autres utilisations des produits issus de la culture de la vigne comme la production des dérivés de la vinification (mouts, alcool de distillation), des boissons à base de raisin, des dérivés alimentaires (huile de pépins de raisin) et des produits cosmétiques.

1.5.2- En Algérie

A son tour, l'Algérie est une importante source de richesse en ressources génétiques. Elle est constituée de nombreuses variétés autochtones (*V. vinifera* ssp. *vinifera*) grâce aux populations naturelles isolées de la vigne sauvage (*V. vinifera* ssp. *silvestris*), à sa situation géographique et à sa diversité pédoclimatique (les zones côtières, les zones des plaines, les zones de montagne, les zones steppiques et les zones Sahariennes) (FOUDIL, 1989).

EL-HEIT et *al.* (2010) ont signalé qu'avant la colonisation, sa culture existait depuis l'antiquité, mais l'introduction des variétés européennes et les attaques phylloxériques ont causé une extinction progressive de nombreux cépages autochtones.

Pendant la colonisation, l'agriculture a été orientée beaucoup plus vers la culture des cépages allochtones introduits par les français, destinés presque entièrement à la production du vin avec 14 à 18 millions d'hectolitres par an, y consacrant 390 000 ha (DUPARC, 2013). À cette époque, l'Algérie était le quatrième producteur du vin après la France, l'Italie et l'Espagne.

Après indépendance, l'économie vinicole a été vite bouleversée par un arrachage massif dans les années 70, les terres libérées ont été utilisées pour les cultures maraîchères, les fourrages et l'arboriculture (DIEMER, 2005). La situation dépressive de la vigne (sur exploitation, l'âge avancé, l'arrachage et les difficultés de commercialisation) et les situations climatiques se sont traduites par une chute importante de la production (TAYEB, 1990).

D'après TAYEB (1990) et la publication d'INRA (2006), actuellement, les pouvoirs publics ont adopté la politique de reconversion, de reconstitution du vignoble et de la production du raisin de table et du raisin sec pour satisfaire les besoins de la consommation intérieure. Un effort particulier est fait pour développer et étendre cette culture dans la partie nord du pays, même dans les oasis sahariennes avec le recours à l'irrigation. En 2012, le vignoble algérien a occupé une superficie de 74114 ha (Tab. 3).

Tableau 3: Superficie, production, rendement et taux d'accroissement des vignobles en Algérie (2011-2012) (INRA, 2013).

	2011			2012			Taux d'accroissement % 2012 /2011		
	Sup. ha	Prod. qx	Rdt qx/ha	Sup. ha	Prod. qx	Rdt qx/ha	Sup.	Prod.	Rdt
Vignobles	77 461	4 025 920	71,7	74 114	5 431 690	74,2	-4	35	3
Vigne de cuve	28 049	525 120	19,5	26 827	697 404	26,9	-4	33	38
Vigne de table	49 338	3 499 150	77,7	47 224	4 732 566	111,0	-4	35	43
Vigne à raisin sec	74	1 650	23,9	63	1 720	29,7	-15	4	24

La conservation des variétés locales de la vigne n'a pas fait l'objet d'action organisée par l'état. Actuellement, juste certains instituts de recherche possèdent encore des germoplasmes locaux sous forme de vieilles collections, également, quelques travaux scientifiques menés par les universitaires, notamment ceux de l'université de Mouloud MAMMERI, essayent d'étudier et d'évaluer l'importance de ces cépages autochtones, les plus récents sont les travaux de : AGOUAZI (2013) sur la caractérisation physico-chimique, ELHIET et *al.* (2013) sur l'Ampélographie et l'Ampélogométrie, MEGHEZZI (2013) sur la possibilité de multiplication et d'amélioration de la qualité des plants greffés soudés produits en pépinière, SEBKI et *al.* (2013) sur la nuisibilité du phylloxera radicicole et TAGUEMOUT (2013) sur la caractérisation de la morphologie des pépins.

Notons que le génotype de ces cépages autochtones d'Algérie peut présenter un intérêt œnologique et agronomique approprié aux conditions climatiques. Malheureusement, la plupart d'entre eux n'ont fait l'objet d'aucune étude pour évaluer leur importance. En raison de l'introduction des cépages étrangers de table et de cuve au détriment des variétés locales, ce matériel végétal inexploré n'est pas à l'abri des pollutions génétiques.

2- Maladies et ravageurs de la vigne

2.1- Maladies fongiques

La vigne est sujette à de nombreuses attaques des agents pathogènes. Ces derniers peuvent entraîner d'importants dégâts en absence des moyens de lutte, ainsi nous citons quelques-uns les plus fréquents sur la vigne des pays viticoles du bassin méditerranéen, notamment celles régulièrement observées en Algérie.

2.1-1- Mildiou (*Plasmopara viticola*)

Il s'agit de la maladie la plus connue des viticulteurs en raison des dégâts très importants qu'elle peut entraîner sur tous les organes verts de la vigne (PEREZ MARIN, 2007). Le champignon *P. viticola* est un parasite obligatoire qui ne peut se développer que sur les tissus vivants (CARISSE et al., 2006).

Les symptômes sur les feuilles se manifestent par des taches d'huile caractéristiques sur la face supérieure. Ces taches prennent la forme d'une mosaïque à la fin du cycle végétatif (Fig. 5). Sur la face inférieure, une poussière blanche apparaît si le temps est humide ; ce sont encore des conidiospores qui portent des conidies.

Les attaques importantes entraînent un dessèchement partiel ou total de ces feuilles, voir leur chute prématurée et un mauvais aoûtement des sarments (PEREZ MARIN, 2007).

D'après GUILLAUME (2001) et BRIEL (2012), Les jeunes grappes et les inflorescences sont excessivement sensibles au mildiou. Lorsque l'inflorescence est touchée, elle prend une forme caractéristique en crosse, c'est le rot gris. En revanche, sur les grappes formées et à partir du stade petit pois, le champignon ne se développe qu'à l'intérieur des baies et il se manifeste d'abord par les coups de pousse, légères dépressions violacées à la surface, puis il provoque le dessèchement total des baies et des rafles ou portion des rafles, c'est le rot brun.

Les pertes quantitatives de la récolte sont alors considérables par un retard de maturité et un degré alcoolique plus faible. Ces derniers ont une incidence défavorable sur la production.



Figure 5: Symptômes du mildiou sur les feuilles d'un cépage blanc (Photo SEBKI, 2013).

I-1-2- Oïdium (*Erysiphe necator*)

L'agent pathogène de l'oïdium est un champignon biotrophe obligatoire, qui établit une interaction au sein des cellules infectées afin de prélever les nutriments nécessaires à la croissance fongique (SCHNEE, 2009). Selon PEREZ MARIN (2007), c'est une maladie quasi-systématique très répandue. En effet, les dommages causés par ce champignon peuvent entraîner des pertes totales de la récolte chez les espèces sensibles dans les zones propices et dans les conditions climatiques favorables à son développement. Par de nombreux aspects, cette maladie est aussi sérieuse que le mildiou, elle est le principal parasite des vignobles chauds, même secs et elle est moins inquiétante aux zones fraîches.

D'après CARISSE et *al.* (2006), les symptômes et les dégâts observés débutent par l'apparition d'un feutre blanc poudreux sur la face inférieure des feuilles. Lorsque la maladie progresse, le nombre de taches augmente et elles deviennent visibles sur les deux faces avec une crispation du bord du limbe. Sur la tige, on observe des taches étoilées qui peuvent mesurer jusqu'à quelques centimètres et qui prennent une coloration brune à noire.

Les grappes peuvent tomber particulièrement lors de la récolte mécanique, alors que les baies attaquées se dessèchent après avoir pris une coloration. Tous ces symptômes les rendent plus sensibles à la pourriture grise (Fig. 6).

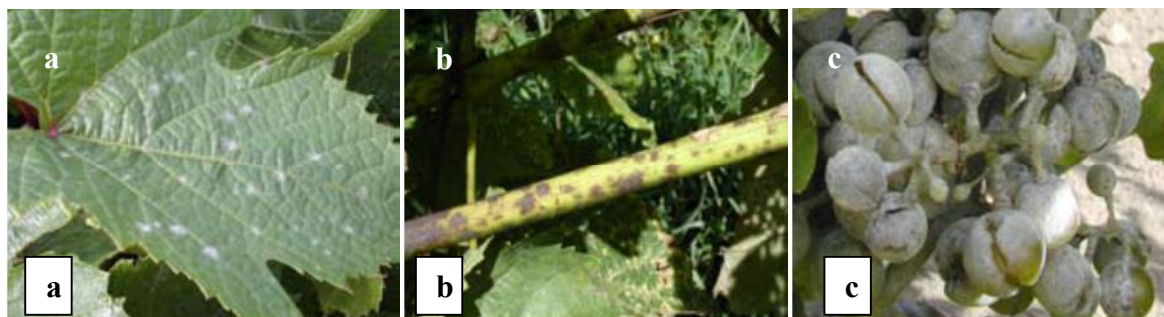


Figure 6 : (a) Symptômes de l'oïdium observés sur feuilles, (b) sur tige et (c) sur baies d'un cépage blanc (CARISSE et al., 2006).

2.1-3- Pourriture grise (*Botrytis cinerea* Pers.)

La pourriture grise est une maladie cryptogamique qui préoccupe l'ensemble des agriculteurs, car le champignon *B. cinerea* s'attaque à un grand nombre de plantes.

Chez la vigne, il se manifeste sur des organes herbacés (feuilles, rameaux, inflorescences), sur les greffe-boutures en chambre chaude de stratification (maladie de la toile) et sur les grappes (YOBREGAT, 2010).

La diminution du rendement est le premier effet, il est le résultat de la fragilisation de la pellicule, de l'éclatement des baies et de perte de jus principalement par évaporation au temps sec (Fig.7).



Figure 7: Symptômes de la pourriture grise observés sur grappe d'un cépage noir (ANONYME 1, 2006).

2.1-4- Lutte contre les maladies fongiques

Les maladies fongiques les plus fréquentes sont l'oïdium, le mildiou et le botrytis. Des programmes de recherche se sont focalisés sur la manière de lutter contre trois de ces maladies.

Avant d'avoir recours à l'utilisation des produits chimiques qui semblent plus efficaces contre ces champignons, le viticulteur doit d'abord utiliser des pratiques culturales pour éviter leur installation et minimiser la gravité de ces maladies, parmi elles :

Une taille équilibrée des ceps et incinération des rameaux contaminés. Un ébourgeonnement ou un effeuillage pour aérer les grappes et la vigne elle-même. Une surveillance régulière du vignoble pour détecter la présence des premiers symptômes (REYNIER, 2007).

Selon PEREZ MARIN (2007), quand il s'agit de la lutte chimique, la stratégie de protection consiste à entreprendre un traitement au moment opportun pour empêcher ou interrompre la germination des spores. La lutte peut être préventive ou curative selon que l'on utilise des produits de contact ou systémiques.

La pourriture grise reste le principal parasite grave, omniprésent. Malgré de nombreux progrès, la lutte reste incomplète aux conditions difficiles, elle impose la coordination de l'étude et des méthodes préventives (PEREZ MARIN, 2007).

2.2- Acariens

2.2.1- Araignée rouge (*Panonychus ulmi*)

Elle envahit régulièrement les vignobles avec une intensité variable selon les exploitations et même les parcelles. Au printemps, les attaques se manifestent dès débourrement (en avril-mai). Les larves sont petites et d'une couleur rouge-orangée vive. Les adultes sont d'une couleur rouge foncée avec des soies dorsales, ils piquent les limbes à la face inférieure des feuilles pour se nourrir. La végétation est freinée dans son développement, les mérithales restent courts, les feuilles sont rabougries et les grappes peuvent couler (Fig. 8c).

En été, les dégâts redeviennent visibles. Le feuillage prend un aspect gris plombé dû aux nombreuses piqûres qui vident les cellules de limbe. La réduction de la surface foliaire et la chute prématurée des feuilles nuisent à la maturation et à l'aoûtement (REYNIER, 2007).

2.2.2- Acariose et érinose

Deux acariens de la famille des Eriophyidae sont à l'origine de deux maladies habituellement bénignes pour les vignobles : acariose et érinose.

Ils se développent rapidement pendant les années à printemps chaud et humide. Leurs pièces buccales sont dotées d'un stylet, au moyen duquel des feuilles sont piquées à leur face inférieure. Sous certaines conditions, la physiologie d'un végétal peut être fortement altérée (GUILLAUME, 2001).

a- Acariose (*Calepitrimerus vitis*)

C. vitis est un ravageur observé pour la première fois dans les vignobles de la Rioja, en Navarre et dans la province d'Alava (pays basque) en 1975. Ce ravageur est également connu sous le nom de court noué parasite de la vigne, l'appellation la plus courante est celle d'acariose (PEREZ MARIN, 2007). Il retarde le débourrement, les feuilles boursoufflées restent petites et les entrenœuds courts : acariose de printemps.

Quant à l'Acariose bronzée d'été, elle se traduit par des feuilles bronzées à la face supérieure et par des ponctuations jaunes visibles par transparence (GUILLAUME, 2001) (Fig. 8a). Lorsque les conditions sont favorables, les dégâts peuvent être importants.

b- Erinose (*Colomerus vitis*)

Selon GUILLAUME (2001), *C. vitis* provoque des symptômes de trois natures différentes : des galles foliaires (boursoufflures avec feutrage sous jacent), des bourgeons bloqués (débourrement retardé, entrenœuds courts, feuilles et grappes petites) et des enroulements foliaires (Fig. 8b).

Les rameaux poussent alors difficilement et la souche prend un aspect buissonnant. En cas d'attaque grave d'Eriophyidae, une coulure des grappes est éventuellement induite.

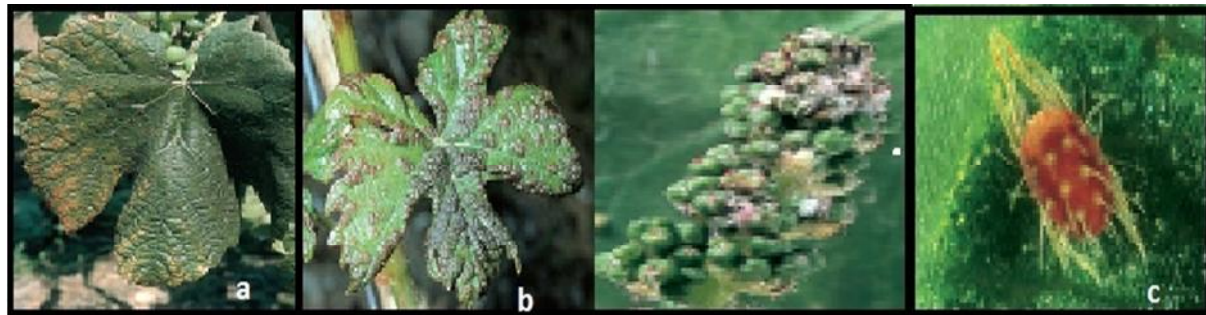


Figure 8: (a) Symptômes d'acariose et (b) d'erinose sur feuilles et inflorescences de la vigne. (c) Araignée rouge observée sur feuilles (VIRET, 2004).

2.2.3- Lutte contre les acariens

D'après REYNIER (2007), la lutte contre les acariens s'inscrit dans une stratégie globale de choix des techniques de l'exploitation, visant à préserver l'équilibre naturel de la faune et n'intervenir que si les populations des acariens dépassent un seuil critique de nuisibilité. Dans le cas de la lutte, il faut utiliser un bon produit à bonne action (comme l'Acafor, Péropal) sur les larves, les adultes et sur les œufs en intervention précoce (SKIREDJ et al., 2003).

2.3- Viroses

2.3.1- Court noué

Il est répandu dans le monde entier, le virus du court noué est le plus important des virus de la vigne. Il se présente sous deux formes ; ArMV et le GFLV qui appartiennent au genre *Nepovirus*, de la famille des *Comoviridae* qui font partie des supers groupes de virus *Picornalike*. Il peut infester aussi bien les porte-greffes que les cépages issus des espèces de *Vitis* d'Amérique du nord ou *V. vinifera* L. (BOUDON-PADIEU, 2000).

Il agit à la fois sur le rendement et sur la longévité des ceps, les symptômes et leurs gravités varient selon les souches de virus présentes dans la plante (BOVEY et *al.*, 1980). BOUDON-PADIEU (2000) montre que sur les sarments, ils se traduisent par raccourcissement et déformation des entrenœuds : double nœud, fasciation (Fig. 9). Sur les feuilles, il y a une déformation et réduction de la surface foliaire ; la feuille a un aspect d'un éventail d'où la dénomination « Fanleaf ». Sur les grappes, il y'a une réduction de nombre et de taille, coulure, millerandage et retard à la maturation. Les racines des plantes infectées sont moins développées que celles des plantes non infectées. Le stade ultime de syndrome peut être un dépérissement généralisé.



**Figure 9: Dédoublé des rameaux et des vrilles dû au court noué
(Photo SEBKI, 2013).**

2.3.2- Lutte contre le court noué

Selon ESMENJAUD et *al.* (2005), en absence de produits de lutte contre ce virus, on le combat en visant son vecteur *Xiphimena index* (nématode). Le viticulteur emploie la lutte chimique qui s'avère intéressante, mais c'est difficile d'atteindre les nématodes en profondeur, les pesticides utilisés dans ce cas sont alors très solubles dans la solution du sol ou à diffusion rapide sous forme gazeuse.

En effet, d'autres études ont démarré depuis 35 ans et qui ont porté sur la résistance ou la tolérance des *Vitis* aux nématodes. En Californie, plusieurs hybrides entre *V. vinifera* x *M. rotundifolia*, créés en 1948 par l'université de Davis, ont été sélectionnés et testés dans des sols contaminés. Deux d'entre eux (O39-16 et O43-43) semblaient intéressants, ils laissent passer le virus dans le greffon, mais avec des effets limités sur le taux de nouaison et de rendement.

2.4- Insectes

2.4.1- Pyrale de la vigne ; *Sparganothis pilleriana* Schiffermuller (Lepidoptera : Tortricidae)

S. pilleriana est un papillon dont les chenilles se nourrissent des bourgeons et des feuilles de la vigne. Cette tordeuse très anciennement connue, redoutée et très polyphage, est aujourd'hui d'importance ponctuelle (RODRIGUES PEREZ, 2007). Les dégâts sont principalement dus à la déprédation des bourgeons terminaux. L'infestation est facilement détectable, puisque la plante connaît une croissance ralentie. Les jeunes rameaux sont rabougris, tordus et garnis des feuilles qui sont trouées, desséchées et rapprochées par des fils de soie. En outre, la plante perd en vitalité, parfois jusqu'à la mort à cause de la mobilisation répétée des réserves nécessaires au développement des bourgeons dormants (AUDOUIN, 1942 in BARTIER, 2012) (Fig. 9a).

2.4.2- Cicadelle ; *Jacobiasca spp- Empoasca spp.* (Hemiptera : Cicadellidae)

D'après REYNIER (2007), les cicadelles sont des insectes dont les pièces buccales sont allongées en un rostre piqueur-suceur. Elles ont des ailes membraneuses et vivent sur les plantes, y compris la vigne, dont elles se nourrissent en suçant la sève. Leur nuisibilité directe est le plus souvent faible ou insignifiante, sauf lorsque la densité de leur population devient intolérable. Cependant, leur nuisibilité indirecte peut être grave.

Selon TOLEDO PANOS (2007), les dégâts directs se limitent aux feuilles, ces dernières se rétractent et se plient sur la face inférieure avec l'apparition des taches sombres, leur pourtour jaunit chez les cépages blancs et rougit chez les cépages rouges. Des entrenœuds courts et des pousses précoces apparaissent. Si l'attaque se produit à un stade plus avancé, fin juillet, août ou septembre, les symptômes se concentrent sur les feuilles déjà formées.

Les dégâts indirectes d'une telle attaque parasitaire entraînent un manque de maturité des fruits. Les attaques importantes peuvent causer une perte de feuillage, des rejets et généralement une perte de vigueur du cep l'année suivante.

2.4.3- Cochenille farineuse ; *Pseudococcus citri* Risso (Homoptera : coccidae)

D'après TOLEDO PANOS (2007), Cochenille farineuse est un insecte extrêmement prolifique, elle peut nuire à la vigne par des dégâts indirectes en transmettant des virus ou par le développement de la fumagine.

L'œuf de cet insecte est de forme ovale et d'une couleur jaune pâle. Les jeunes larves sont de couleur jaune rose et sont ovales. Ensuite, l'insecte adulte apparaît, il a un corps allongé, la tête brun-rouge (Fig. 10c).

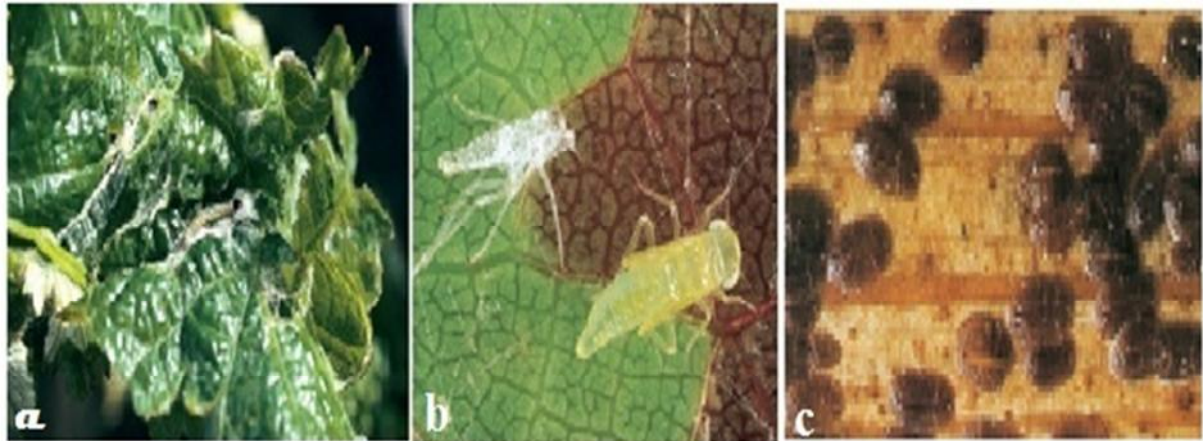


Figure 10: (a) Déformation des feuilles causée par des pyrales. (b) Tache brunâtre sur la feuille causée par les cicadelles. (c) Amas de cochenilles ravageurs de la vigne (VIRET, 2004).

2.4.4- Lutte contre les insectes nuisibles

D'après BONNET et COCQUEMPOT (2012), dans le cas où l'effet de l'insecte commence à être dévastateur, le viticulteur doit intervenir, mais la lutte doit être raisonnée d'une manière à ne pas éliminer tous les insectes pour le bien de l'environnement et l'écosystème. Tout d'abord, il faut commencer par une lutte préventive et par des pratiques culturales. En cas d'attaque, la lutte chimique est souvent utilisée, les insecticides doivent être appliqués avant les pontes ou avant les éclosions en fonction de leurs modes d'action.

Selon SCHWARTZ (2007), une autre méthode est désormais utilisée pour lutter contre les insectes, c'est l'OGM (Organisme Génétiquement Modifié). L'idée est d'utiliser le gène d'une bactérie qui crée la toxine pour l'implanter dans la plante, qui en retour créera directement cette toxine. Malheureusement, beaucoup de chercheurs disent que c'est dangereux, car elle présente un risque pour l'environnement et les êtres vivants, y compris l'être humain.

La lutte qui est vue sans risque, c'est la lutte biologique en utilisant des insectes auxiliaires contre ces ravageurs.

3- Phylloxera de la vigne

3.1- Introduction

Le phylloxera (*Phylloxera vastatrix* Planchon) est l'ennemi le plus redoutable de la vigne. Il est responsable de l'apparition des lésions à l'endroit où il s'alimente et il se manifeste sous deux formes ; la forme gallicole qui provoque des galles au niveau de la partie aérienne de cette liane, notamment sur les feuilles (observations faites par EL-HEIT et par nous-mêmes sur le cépage Dattier de Beyrouth et sur un hybride américain 41B) et la forme radicole qui engendre des tubérosités et des nodosités sur les racines (HUGLIN et SCHNEIDER, 1998). C'est sous cette forme souterraine que le phylloxera a causé historiquement les plus grands dommages (DUFOUR, 2006), y compris la régression des cépages autochtones d'Algérie.

Le comportement des différentes espèces de *vitis* est paradoxal. Celles qui sont sensibles au phylloxera gallicole sont résistantes ou tolérantes à l'égard de la forme radicole. Inversement, celles qui sont sensibles à la forme radicole ont un feuillage rebelle (HUGLIN et SCHNEIDER, 1998).

3.2- Origine et répartition géographique

D'après GALET (1982), c'est en 1854, pour la première fois que le phylloxera fut signalé par FITCH aux Etats-Unis, en s'apercevant sur les vignes du pays des petites verrues qui envahissaient presque la totalité des feuilles. Ensuite, il a été découvert en Bretagne par BAZILLE, en 1863 (REYNIER, 2007).

En France, c'est PLANCHON qui l'avait identifié officiellement en 1868, après avoir prouvé la présence des larves sur les ceps.

Cet insecte a occupé au début deux foyers importants : la Provence et la Gironde. En trente ans, il a gagné l'ensemble des vignobles français pour progresser par la suite en Europe et en Afrique du nord (GARRIER, 1989 ; POUGET, 1990 ; SMITH, 1992 ; GALE, 2003 ; CAMPBELL, 2005 et CARTON, 2006).

D'après MENUISIER (2010), en début, certains vigneron ont attribué cet épidémie à des causes familières comme le ver blanc, d'autres ont pensé qu'il s'agit sans doute d'une conséquence secondaire à la pulvérisation du soufre contre d'autres insectes parasites, tandis que la grande majorité a invoqué la possibilité d'une dégénérescence des plants et un épuisement de la terre nourricière. Pourtant, la maladie a frappé des vignes en pleine production quelles qu'en soient la variété, les modes de culture ou l'âge.

En Algérie, la première invasion de phylloxera avait lieu à Mansourah, près de Tlemcen, en 1885 (CLEMENT, 2012). Elle a été signalée simultanément à Sidi Bel Abbés et à Oran. Puis, elle s'est élargie peu à peu à partir de ces foyers pour atteindre le reste du pays. L'homme et le vent dominant ont été les principaux agents de dissémination (ISNARD, 1947).

Actuellement, le phylloxera a envahi tous les pays viticoles, sa progression se manifeste encore dans certains pays, tels que la Turquie, la Californie ou l'Amérique du sud (REYNIER, 2007). Il vit encore dans les vignobles plantés sur des francs de pieds ou sur des porte-greffes peu résistants (GUILLAUME, 2007).

3.3- Position systématique

Le phylloxera de la vigne appelé *Phylloxera vastatrix* (Planchon) est connu aussi sous le nom de *Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch) ou *Viteus vitifoliae* (Fitch) (REYNIER, 2007). Son nom vient du grec ; phyllon qui signifie feuille et xeros qui signifie sec. Le terme de vastatrix a été rajouté par la suite pour symboliser la dévastation qu'il entraîne (MENSUIER, 2010) et il appartient au :

Règne :	Animalia.
Embranchement :	Arthropoda.
Sous-embr. :	Hexapoda.
Classe :	Insecta.
Ordre :	Hemiptera.
Sous-ordre:	Homoptera.
Famille :	Phylloxeridae.
Genre :	Phylloxera.
Espèce :	<i>P. vastatrix</i> .

3.4- Description de différents stades biologiques de phylloxera

D'après BLACKMAN et EASTOP (1984) et POWELL (2008), le phylloxera est un puceron d'un à deux millimètres de long, muni d'un rostre à l'aide duquel il pique les organes de la vigne pour se nourrir du suc cellulaire. Il est aussi ovipare pour toutes ses générations dont le développement à partir de l'œuf s'effectue en quatre stades mobiles (BAILLOD et HÖHN, 1996).

Les femelles pondent plusieurs centaines d'œufs, ceux des gallicoles sont brillants et ceux des radicales restent mats (BAILLOD ET HÖHN, 1996). Les œufs nouvellement

pondus sont ovales, jaunes (Fig.11). Juste avant d'éclore, ils deviennent jaunes foncés et présentent deux points rouges à une extrémité (LEUTY et KER, 1997). Du fait de leurs très petites tailles, ils ne sont pas facilement visibles à l'œil nu et mesurent environ 0,4 mm de longueur et 0,2 mm de diamètre (PEREZ MARIN, 2007).

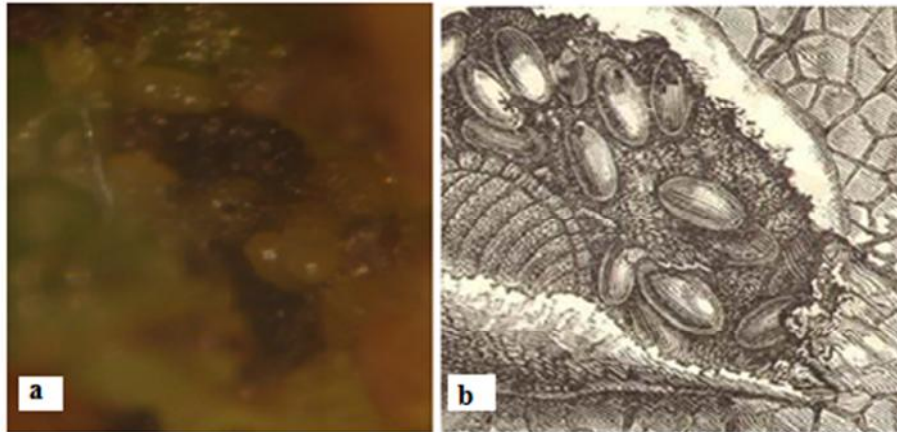


Figure 11: (a) Œufs de phylloxera gallicole vus à la loupe binoculaire (GX 100) (Photo SEBKI, 2013), (b) vus à l'intérieur d'une galle (DUSSUC, 1894).

Les larves sont piriformes, d'une couleur jaune-vert (ROY et MAINGUY, 2009), sauf les larves hivernantes qui sont habituellement d'une couleur plus sombre. Leur taille varie selon leur âge et peut atteindre 1,2 mm (PEREZ MARIN, 2007).

Les nymphes sont issues de la cinquième mue que subit certain nombre de phylloxeras radicicoles vers les mois de juillet, août. Elles sont à peu près de la même grosseur que les œufs (LEUTY et KER, 1997). Leur corps est allongé, d'une couleur jaune-vert orangée avec la présence des ébauches d'ailes (PEREZ MARIN, 2007). A la fin de la période estivale, elles se dirigent vers l'extérieur du sol pour se transformer en femelles ailées.

Les adultes sont aptères presque toute la durée du cycle, semblables à un puceron en forme de poire (gallicoles jaunes et radicicoles jaune-brunâtres). Ils mesurent entre 0.7 et 1 mm de longueur et 0.5 mm de largeur. Ils se reproduisent par parthénogénèse ; leurs descendants sont issus à partir des ovules non fécondés (BAILLOD et HÖHN, 1996 et PEREZ MARIN, 2007).

Vers la fin d'été, apparition du stade ailé dont le corps est orangé et le thorax gris-noir avec deux paires d'ailes légèrement nervurées (ROY et MAINGUY, 2009 ; LEUTY et KER, 1997 ; GRANETT et *al.*, 2001)). Cette femelle, qui sort du sol, mesure 1 mm et elle engendre des formes sexuées aptères ; les mâles sont minuscules (0,3 mm de longueur) et les femelles,

jaune vif, sont 2 fois plus grosses. Ils ne s'alimentent pas et n'ont pas des stylets (BAILLOD et HÖHN, 1996) (Fig. 12).

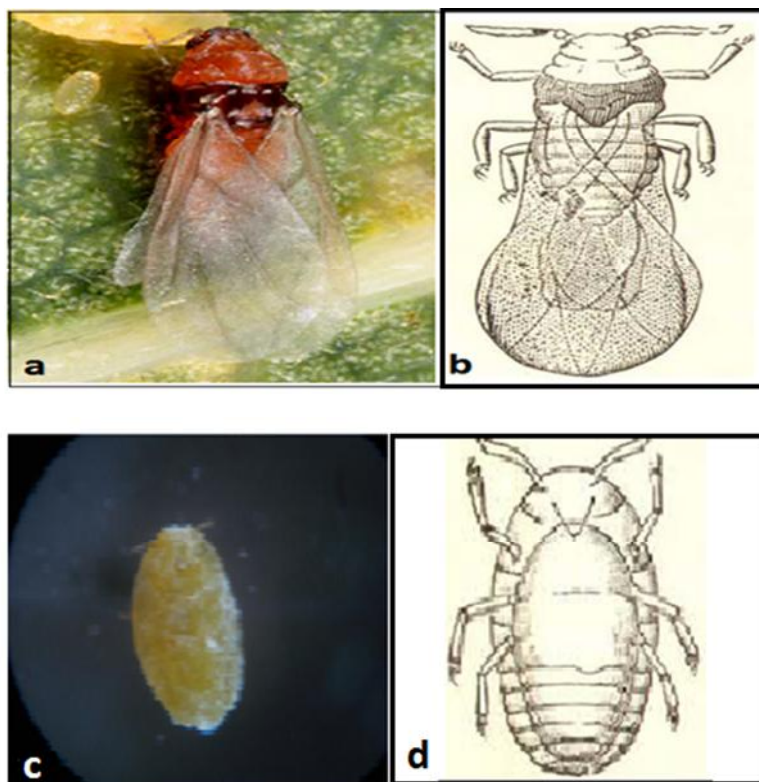


Figure 12: (a) Phylloxera ailé (LEUTY et KER, 1997). (b) La face dorçale du phylloxera ailé (DUSSUC, 1894). (c) Jeune phylloxera radiceole vu à la loupe binoculaire (G X100) (Photo SEBKI, 2013). (d) La face ventrale du jaune phylloxera radiceole (DUSSUC, 1894).

3.5- Cycle biologique

Le phylloxera présente un cycle biologique assez complexe qui se déroule simultanément au niveau des feuilles et des racines de la vigne (ROY et MAINGUY, 2009) (Fig.13). Tous les auteurs étudiant le phylloxera ont signalé qu'il se produise d'une manière différente ; un cycle gallicole-radiceole sur des *vitis* américaines et radiceole sur des *vitis* européennes.

3.5.1- Au niveau de la vigne américaine

Il s'agit d'un cas de parthénogenèse cyclique avec plusieurs générations produites par parthénogenèse et une génération produite par reproduction sexuée. Les insectes mâles et femelles s'accouplent à la fin de l'été. Ces femelles pondent à l'automne des œufs d'hiver (un seul par femelle) sous l'écorce de la vigne (bois de deux ans en particulier) (PEREZ MARIN, 2007). Ceux qui se trouvent sous l'écorce éclosent au début du printemps, au moment où les

bourgeons de la vigne sortent de la période de dormance et amorcent le stade du débourrement.

Les œufs éclos donnent naissance aux phylloxeras aptères. Ces derniers rampent jusqu'aux jeunes feuilles non déployées. À partir de la face supérieure de ces feuilles, ils commencent à s'alimenter de la sève en insérant leurs stylets dans les tissus cellulaires.

Au fur et à mesure que la feuille se déploie, la galle se forme autour du phylloxera qui se transformera après trois mues en une mère pondreuse (LEUTY et KER, 1997 et REYNIER, 2007). D'après BAILLOD et HÖHN (1996), c'est au stade 2-4 feuilles que cette galle apparaît, dans laquelle les fondatrices pondent 200 à 300 œufs par parthénogenèse sur une période de 30 à 40 jours (LEUTY et KER, 1997). Il n'y a souvent qu'une seule galle par cep.

L'éclosion de ces œufs a lieu au bout de 7 à 10 jours. A leur tour, Ils donnent naissance à des femelles gallicoles qui sortent par l'ouverture supérieure des galles. Elles se déplacent sur les jeunes feuilles, les piquent et déposent des œufs (PEREZ MARIN, 2007).

De nombreuses galles apparaissent sur le haut des pousses, puis trois à cinq générations de gallicoles se succèdent, envahissant à chaque fois le jeune feuillage. Certaines de ces femelles sont transportées par le vent sur des souches avoisinantes, elles sont à l'origine de la formation des foyers dans les champs des pied-mères.

D'autres femelles morphologiquement différentes, appelées néogallicoles-radicicoles, vont rejoindre le sol pour passer sur les racines (BAILLOD et HÖHN, 1996). Elles pondent des œufs qui donnent naissance à des phylloxeras radicoles. Ces derniers subissent plusieurs mues et deviennent adultes, à leur tour donnent des œufs par parthénogenèse. Ces insectes restent aptères, vivent au dépend des racines et se multiplient durant l'été en plusieurs générations (7 à 8), en déclenchant des nodosités et des tubérosités. La majorité passent l'hiver en état de léthargie ; ce sont des hivernants (REYNIER, 2007).

Au printemps, au fur et à mesure que les températures s'adoucissent, ces insectes commencent à se nourrir de la sève qui circule dans les racines, ils mettent 15-20 jours pour parvenir au stade adulte. Ces derniers sont strictement des femelles qui se reproduisent sans être fécondées par des mâles. Chacune peut produire 100-150 œufs sur une période d'environ 45 jours. Des nouvelles femelles se déplacent vers d'autres parties des racines, commencent à leur tour à se nourrir et à provoquer la formation d'autres lésions (LEUTY et KER, 1997).

Cependant, parmi les femelles radicoles, il y en a celles qui se différencient à partir du mois de juillet en nymphes (REYNIER, 2007). Les femelles ailées et sexupares provenant de cette différenciation apparaissent, elles pondent sur les sarments des vignes américaines

deux types d'œufs ; les uns donneront des mâles et les autres des femelles, leur vie est très courte (PEREZ MARIN, 2007). Les mâles et les femelles s'accouplent et conçoivent l'œuf d'hiver ; structure hivernante pondue sous l'écorce des ceps de vigne. Cette progéniture est responsable du cycle d'infestation foliaire de l'année suivante (ROY et MAINGUY, 2009).

3.5.2- Au niveau de la vigne européenne

En raison des difficultés à se développer sur les feuilles, le ravageur effectue pratiquement l'ensemble de son cycle biologique sous forme radicicole, en développant d'une manière ininterrompue un ensemble de générations ralenties (7 à 8), aux époques défavorables (PEREZ MARIN, 2007). Le cycle est simplifié, les femelles radicicoles se reproduisent sur les racines où elles hivernent. La reproduction sexuée a lieu en fin d'été, mais au printemps suivant, les larves issues des œufs d'hiver n'engendrent pas des descendances sur le feuillage (BAILLOD et HÖHN, 1996).

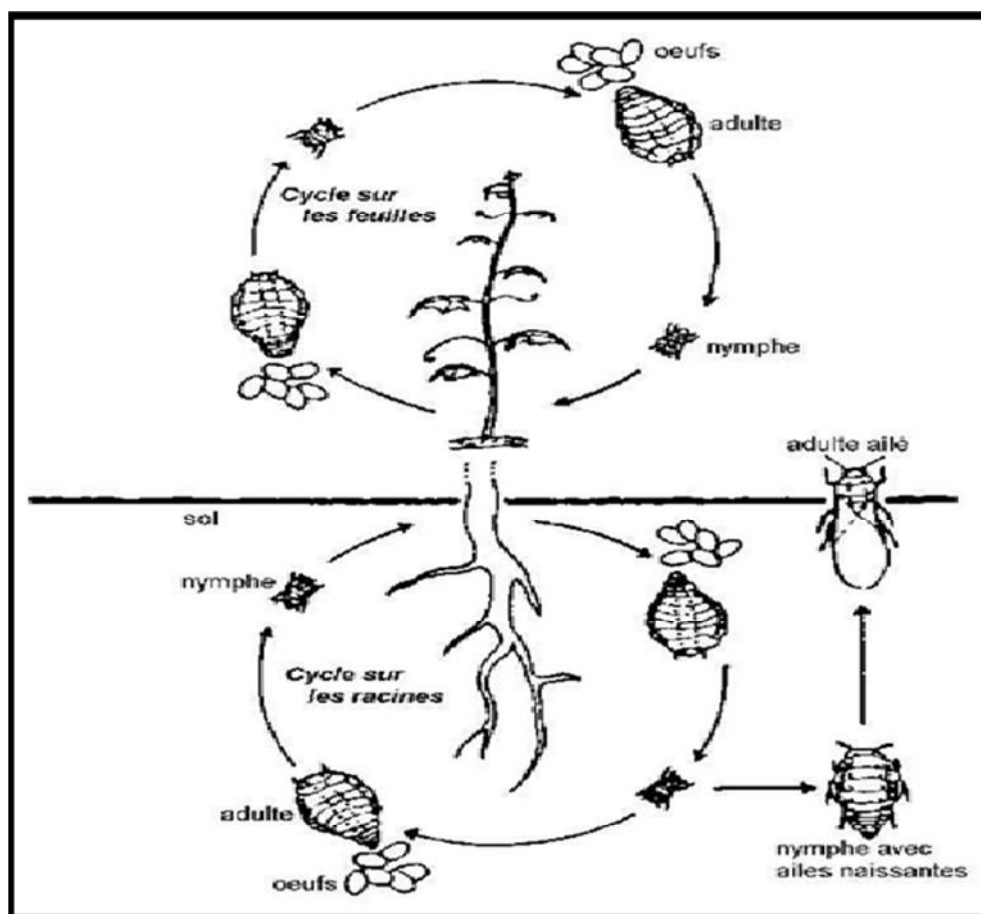


Figure 13: Diagramme du cycle biologique du phylloxera (LEUTY et KER, 1997).

3.6- Symptômes observés

Sur la vigne européenne, *V. vinifera*, seules les formes radicales se développent. Sur les radicelles, les piqûres de phylloxera arrêtent la croissance des cellules sur une face, courbant ainsi ces organes à angle droit et créant une déformation renflée sous forme de tête d'oiseau, appelée nodosité (BAILLOD et HÖHN, 1996). Ce type de symptômes ne constitue pas une gêne importante pour la vigne qui continue à s'alimenter (REYNIER, 2007).

Ces formes radicales sont caractérisées aussi par l'apparition des tubérosités sur les racines plus développées qui se traduisent par des chancres plus ou moins profonds, déprimés au centre (BAILLOD et HÖHN, 1996 et FRAVAL, 2005). Ces renflements sont sous forme de cratère et ils correspondent à la réaction de la vigne aux piqûres alimentaires du puceron. En effet, les cellules voisines de la zone piquée forment un liège, alors que d'autres cellules plus éloignées subissent une expansion cellulaire. Après l'abandon de cette tubérosité par le phylloxera radicole, les cellules du centre brunissent, meurent et se désorganisent (REYNIER, 2007). Ces lésions rendent ces racines sensibles à différentes attaques fongiques.

Les organes végétatifs de la vigne européenne ne sont normalement pas attaqués, cependant apparaissent quelques galles isolées sur les feuilles. Ces galles restent vides ou contiennent une larve morte. Ce cas se produit quand les vignes américaines, les hybrides ou les porte-greffes sont cultivés à proximité (Fig.14).



Figure 14: Racines de vigne atteintes de nodosités à droite et de tubérosités à gauche (Photo SEBKI, 2013).

Chez les vignes américaines, certains hybrides sont résistants à la forme radicale et quelques variétés sont même immunes, par contre tous les organes végétatifs peuvent être endommagés et le haut des pousses détruit, il s'agit bien de la forme gallicole (BAILLOD et HÖHN, 1996).

L'apparition des galles se manifestent par des excroissances couvertes de poils, situées sur la face inférieure de la feuille, tandis que elles se referment presque sur la partie supérieure, laissant entrevoir un petit orifice. Leurs cavités contiennent toujours une mère pondeuse, quelque fois deux ou trois entourées d'œufs ou de jeunes insectes (PEREZ MARIN, 2007).

Ces galles charnues vertes ou rouges, de 6 à 20 mm de diamètre, prennent des formes variées, soit sphériques, soit ogivales (CARTER et *al.*, 2003 et GUILLAUME, 2007) (Fig.15). Ces symptômes peuvent être confondus avec ceux causés par l'érinose de la vigne, mais ici la galle est située sur la face supérieure de la feuille et non sur la face inférieure (PEREZ MARIN, 2007).

La feuille atteinte est complètement déformée, tordue, puis elle tombe. Sur les vrilles, la piqure provoque une déformation à angle droit (équivalente à des nodosités) ou des renflements. Sur le pétiole et la tige, les galles deviennent des verrues plus ou moins longues, profondes, ouvertes par une fente (équivalentes à des tubérosités) (BAILLOD et HÖHN, 1996). Sur les rameaux, on peut parfois constater des nécroses (REYNIER, 2005).

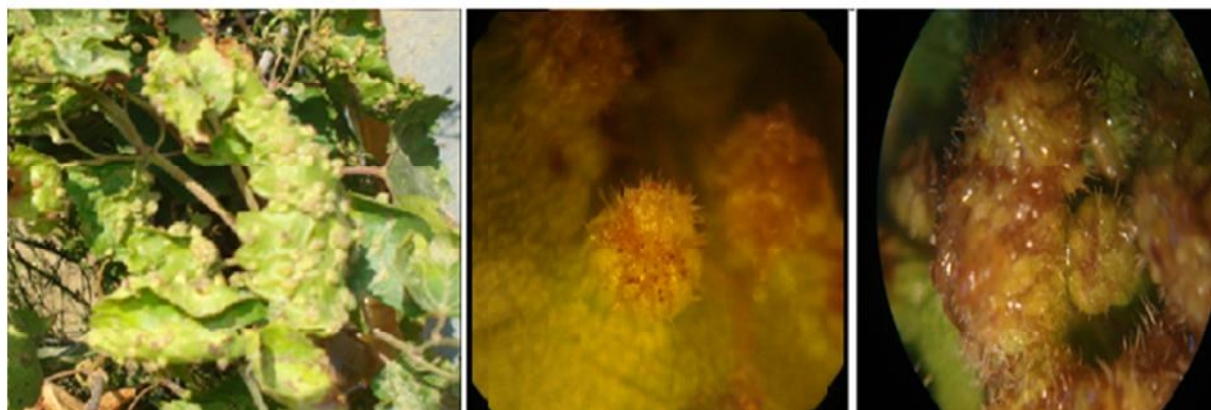


Figure 15: Feuilles du porte-greffe 41B, envahies par des galles phylloxériques (Photo SEBKI, 2013).

3.7- Dégâts et pertes occasionnées

Ce puceron originaire de l'est des Etats-Unis a failli anéantir les vignobles du monde. Ceux qui ont été successivement envahis, continuent malheureusement de l'être à nos jours (HUGLIN et SCHNEIDER, 1998).

DUFOUR (2006) a signalé que ce puceron est plus nuisible pour la partie souterraine de *V. vinifera*. Mais, la forme gallicole peut causer des problèmes suffisamment sévères qui se traduisent par la défoliation chez la vigne américaine, même si cela survient rarement.

Ses dégâts se localisent sur les racines de vigne européenne où vit le phylloxera qui pique la racine et absorbe la sève, l'empêchant de parvenir aux parties aériennes. Cela favorise par ailleurs la pétrification des radicules et affaiblit le cep (PEREZ MARIN, 2007).

Les souches affaiblies en juin présentent un arrêt de croissance et un rougissement ou un jaunissement selon les cépages. L'aoûtement des bois et la maturation des raisins sont alors incomplets. Ces derniers sont souvent millerandés et ils restent rouges sur les cépages noirs (REYNIER, 2005). Le cep finit par se dessécher et mourir au bout de 3 ou 4 ans (PEREZ MARIN, 2007).

Sur les espèces américaines, les dommages se manifestent surtout sur les feuilles qui se couvrent de galles (SIMON et *al.*, 1992). Lorsque l'insecte se nourrit, il sécrète une substance chimique qui provoque la prolifération de tissu végétal près de la perforation, donnant lieu à la formation des galles caractéristiques. Ces dernières provoquent une réduction de la surface foliaire, d'où une réduction de la photosynthèse (WALKER, 2006).

La perte d'hydrates de carbone attribuable à des infestations graves peut entraîner une diminution de la teneur en sucre des fruits à la récolte. Sachant que ce stockage favorise normalement la résistance en hiver et fournit l'énergie nécessaire à la reprise de la croissance le printemps suivant. Les lésions phylloxériques graves amènent aussi à la défoliation et retardent la croissance des rameaux (LEUTY et KER, 1997).

3.8- Conditions de développement et de propagation de phylloxera

Les dégâts varient selon la nature du sol, la sensibilité des vignes et en fonction des facteurs qui agissent sur la migration et la pullulation du puceron (REYNIER, 2005). Il peut se propager d'un vignoble à l'autre soit par terre (phase radicicole), soit par l'air (phases gallicoles et sexupares) (PEREZ MARIN, 2007). Les dégâts les plus importants sont dus aux générations radicicoles. Les premiers stades larvaires de cette génération sont capables de se déplacer dans les terres franches, graveleuses et argileuses (REYNIER, 2005). Ces sols argileux sont plus favorables, leur effritement favorise la dissémination des sexupares ailées dans les crevasses du sol.

Le vent est considéré aussi comme un agent de dissémination, puisque il peut transporter des femelles sexupares et des phylloxeras gallicoles à une très grande distance (PEREZ MARIN, 2007).

3.9- Méthodes de lutte

Pour pouvoir contrôler la nuisibilité du phylloxera radicole, on doit disposer d'un bon programme de lutte. Des recherches se sont penchées sur ce domaine et des méthodes extrêmement variées ont été employées au fil des années, juste quelques-unes se sont avérées utiles.

3.9.1- Lutte culturale

REYNIER (2005), FRAVAL (2006), GUILLAUME (2007) et MENUISIER (2010) montrent que la submersion des vignes en hiver est efficace, il faut la pratiquer pendant 40 à 50 jours. En plus de l'asphyxie des insectes, elle joue un autre rôle en gênant la pullulation des phylloxeras. Ces auteurs ont signalé que cette méthode ne s'applique que dans les vignobles des basses plaines à proximité des cours d'eau.

Egalement, les plantations effectuées dans des sols sableux ou dans des terrains très humides ont permis de conserver les vignes de *V. vinifera*, franches de pied, dans quelques régions (REYNIER, 2005).

Il faut éviter aussi de cultiver les variétés européennes à côté des vignes américaines (pas à moins de 100 m) et détruire les repousses issues des porte-greffes (BAILLOD et HÖHN, 1996).

Si le phylloxera est déjà installé, il faut arracher les cepes malades et les faire brûler sur le lieu même où elles ont été arrachées afin d'éviter leur dissémination.

Selon CARTER et *al.* (2003), en plus de ces pratiques culturales, il est recommandé d'inspecter systématiquement le vignoble pendant la saison de croissance pour surveiller l'évolution de l'activité des ravageurs.

3.9.2- Lutte chimique

La lutte chimique contre cet insecte est nécessaire dans les champs des pied-mères, on applique soit un traitement d'hiver, soit un traitement de printemps (SIMON et *al.*, 1992).

Le premier qui a pensé à cette lutte c'est DE LAVERGNE, membre de la Société d'agriculture de la Gironde. Il a émis l'idée que la maladie nouvelle céderait à l'inoculation d'un liquide capable de modifier la sève des vignes, de façon à la rendre impropre à la nourriture du phylloxera sans toutefois nuire en rien à la végétation. L'essence de térébenthine, l'acide picrique, la fuchsine, la carminé, le sulfate de cuivre étendus sont cités par divers auteurs comme des substances les plus aptes à opérer cette sorte de vaccination (TISSANDIER, 1873). La lutte chimique a pris son départ depuis ce temps-là.

Sur les espèces américaines, cet insecte est surtout nuisible au niveau de feuillage. Dans ce cas, il n'est recommandé de recourir à cette lutte que dans les blocs des vignobles ayant déjà souffert d'infestations graves, car les vignes peuvent supporter des niveaux de léger à modéré de galles sur les feuilles, sans subir des détériorations de la qualité de leurs fruits et sans voir leur santé décliner.

D'après LEUTY et KER (1997), pour bien appliquer le traitement au bon moment, on doit procéder à la surveillance de cet insecte au niveau des feuilles. Le traitement d'insecticide tombe 2 à 3 jours après le début d'éclosion, également en stade pendant lequel les insectes commencent à se déplacer et à former des galles.

Il ajoute aussi que les insecticides systémiques peuvent être efficaces contre les femelles qui se nourrissent à l'intérieur des galles, mais ils sont souvent inutiles pour lutter contre les œufs déjà pondus.

Quant à TISSANDIER (1873), il a expliqué que sur les racines des vignes européennes, un traitement chimique n'est pas toujours assez efficace. Cela revient à la difficulté d'atteindre l'insecte dans les profondeurs du sol, le point d'application d'insecticide n'arrive pas aux endroits où le phylloxera se tient de préférence ou il pullule le plus. Cette pénétration si essentielle peut être favorisée soit par le déchaussage, soit par des trous de sonde ou encore par l'action dissolvante et infiltrant de l'eau.

Pour BAILLOD et HÖHN (1996), il est pratiquement impossible de lutter chimiquement contre les phylloxeras radicicoles.

Après plusieurs années, des produits comme le sulfocarbonate de potassium ou encore le sulfure de carbone ont présenté une certaine efficacité, mais assez chers et difficiles à appliquer. L'Endosulfan et le Malathion sont les seuls produits chimiques homologués à cette fin (WALKER, 2006). Selon GUILLAUME (2007), ils seront vite dépassés par l'utilisation d'autres méthodes de lutte qui ont donné des résultats très encourageants et moins coûteux sur le plan financier. Grâce à la lutte biologique, on a pu s'en débarrasser des effets néfastes de ces produits sur l'homme, ainsi que sur l'environnement.

3.9.3- Lutte biologique

Le phylloxera gallicole est heureusement comme tous les ravageurs, exposé aux attaques d'un certain nombre d'insectes carnassiers. Ils sont les meilleurs auxiliaires de l'agriculture et ils appartiennent aux groupes les plus variés, parmi ceux désignés par GUILLAUME (2007) ; les chrysopes et certaines espèces de coccinelle.

D'après TISSANDIER (1873), les premières découvertes ont été sur des galles des feuilles de la vigne où il y'avait la présence des larves d'une sorte de punaise, connues sous le nom d'Anthocoris insidieuse, qui se nourrissaient aux dépens des œufs de ces galles. Ces larves partagent leurs proies avec une petite coccinelle noire qui, d'après PLANCHON et LICHTENSTEIN (1872), aurait dévoré le contenu de neuf galles sur dix.

Il ya aussi quelques hyménoptères, ces insectes pondent des œufs dans le corps même de leur victime qui servira par la suite de proie vivante à leurs larves.

Mais, la méthode de lutte qui ressort la plus efficace contre le phylloxera radicole, c'est le greffage sur des variétés américaines et sur des hybrides d'autres espèces de *Vitis*. D'ailleurs, toutes les études effectuées sur cette méthode montrent que c'est la meilleure solution pour lutter contre le phylloxera et elle est toujours le plus bel exemple de lutte biologique et culturale. LALIMAN est le premier qui ait insisté sur le parti avantageux que nous pourrions tirer de l'importation des cépages américains, exempts des attaques du phylloxera radicole (TISSANDIER, 1873).

Les racines de *V. rupestris* et d'autres espèces américaines sont tolérantes ou relativement résistantes en comparaison à *V. vinifera*, expliquant pourquoi *V. vinifera* est couramment greffée sur les racines de *V. rupestris*. Le greffage sur des espèces américaines élimine pratiquement les dommages causés par ce puceron (DUFOR, 2006).

Les porte-greffes choisis doivent présenter tout ou quelques critères suivant : une bonne adaptation au type de sol (calcaire actif, sécheresse, excès d'humidité, densité, salinité...etc.), une bonne affinité avec la variété de vigne (vigueur, effet sur la maturation, cycle végétatif...etc.) et une certaine forme de résistance aux nématodes. Le tout doit contribuer à maintenir un bon niveau végétatif et productif de cep (PEREZ MARIN, 2007).

REYNIER (2005) ajoute aussi que *V. réparia* et *V. berlandieri* sont utilisés afin d'obtenir des porte-greffes adaptés à différents types de sol et ils offrent une garantie suffisante contre le phylloxera.

D'après GUILLAUME (2007), les hybrides issus d'un croisement entre les *Riparia x Rupestris*, les *Rupestris x Berlandieri* et les *Berlandieri x vinifera* sont ceux qui n'ont pas posé des difficultés particulières (Annexe 6).

II- Matériels et méthodes

1- Objectif du travail

Le travail que nous avons effectué a pour but d'évaluer la sensibilité aux attaques du phylloxera radicicole de quelques cépages de *V. vinifera* L. ssp. *vinifera* autochtones d'Algérie, d'un autre cultivar appartenant à *V. vinifera* ssp. *sylvestris* et de deux porte-greffes (SO4 et Rupestris du Lot). Notre étude réside également dans la détermination de la résistance de ces deux derniers porte-greffes, lesquels extériorisent une parfaite adaptabilité sans dommages aux piqûres de l'insecte (*P. vastatrix*), testés dans d'autres pays viticoles ; en France (BOUBALS, 1966 ; POUGET et KIM, 1978 ; BOUQUET, 1983 ; MASSON et *al.*, 2008 et OLLAT et *al.*, 2011), en Espagne (OCETE et *al.*, 2007, 2011), en Australie (HARRIS, 1988) et aux Etats-Unis d'Amérique (OLMO, 1986 et RAMMING, 2010)...etc.

2- Lieu de l'expérimentation

2.1- Présentation de la ferme de l'ITAF

La récolte du bois destiné à notre étude a été effectuée dans la station de l'ITAF. Cette ferme comprend en majorité des cépages autochtones.

Elle se localise à une altitude variante entre 1080 et 1133m. Elle se trouve au sud-est du chef-lieu de la wilaya de Médéa et à une distance de 5 km au sud-ouest de Benchicao (Fig.16).

Sa superficie totale est de 59 km² dont la surface agricole totale (SAT) est de 4943 ha et la surface agricole utile (SAU) de 3913 ha.



Figure 16 : Photo satellite du germoplasme (ANONYME 2, 2010).

D'après HAMAMA (2013), cette région se caractérise par un climat méditerranéen à l'étage bioclimatique subhumide à l'hiver (tempéré, pluvieux) et période sèche en été.

Les données climatiques étudiées de cette région pour trois campagnes (2009-2010, 2010-2011, 2011-2012) montrent des variations de température au cours de l'année. En hiver, elles sont froides avec une moyenne de 7,24°C, par contre en été, elles sont chaudes et elles ont une moyenne de 27,01°C. Quant aux précipitations, la pluviométrie moyenne enregistrée pour la région est de 844,3 mm/an.

Selon les résultats des analyses du sol obtenus dans le laboratoire de l'ITAF (2008), le sol de cette station est caractérisé par une texture sablo-limoneuse. Cela montre qu'il est léger, perméable avec l'avantage de maintenir une humidité constante sans excès, ce qui évite le risque d'asphyxie racinaire. Il présente aussi une bonne aération et un bon développement de système racinaire de la vigne. Le pourcentage d'argile varie de 9,50 à 19,91% et la proportion de limon oscille est entre 13,48 et 18,94%. Quant au sable, il est prédominant avec un taux de 76,59%.

2.2- Présentation du lieu de l'expérimentation

Notre expérimentation s'est déroulée au niveau de l'exploitation collective « EAC 07 Hamza Mohamed ». Elle se situe dans la commune de l'Arbâa, wilaya de Blida (Fig.17).

C'est une pépinière viticole qui produit des plants certifiés et conformes aux normes. Elle s'étend sur une surface d'environ 41 hectares, répartis comme suit:

- 35 ha champs de pied-mères (13ha pour SO4, 15ha pour 1103P et 7ha pour 41B)
- 8ha pour la pépinière (7ha pour les porte-greffes, et 1ha pour les greffés soudés)

Elle possède un complexe de greffage sur table (Omega) bien aménagé, contenant:

- 3 chambres froides d'une capacité totale de 1500m³.
- 3 chambres chaudes d'une capacité totale de 1450m³.
- 1 atelier de greffage avec 8 machines pouvant produire jusqu'à 6000 plants/machine/jour
- Une serre de production de plants en pots avec une capacité de 40 milles plants.



Figure 17 : Photo satellite de la pépinière viticole d'EAC 07 Hamza Mohamed (ANONYME 2, 2010).

Cette serre présente une superficie de 400 m². Elle est couverte d'une bâche en plastique qui est translucide avec deux portes de deux cotés, permettant de cultiver des plants en pots dans un environnement plus chaud ou mieux contrôlé qu'à l'extérieur. Elle porte des ouvertures plus ou moins grandes, éparpillées le long de la serre pour une bonne aération (Fig.18).

A l'intérieur, elle est équipée d'un système d'irrigation par aspersion et traditionnelle avec tuyau, d'un hygromètre et d'un thermomètre pour bien mesurer les températures, ainsi que le taux d'humidité journalière.



Figure 18 : Serre de la pépinière « EAC 07 Hamza Mohamed » vu de l'extérieur (Photo SEBKI, 2013).

3- Matériels utilisés

3.1- Matériel végétal

La ferme de l'ITAF dispose d'une parcelle expérimentale qui renferme une gamme de variétés des cépages autochtones, le tableau 4 schématise leur répartition au niveau de la ferme.

Tableau 4: Schéma de la parcelle expérimentale (ITAF, 2008).

Rang	Dispositif Expérimental			
	Cépages			
1	Ahmar De Machtras III (R)	Sultanine	Welte Liner	Amga
2	Ghanez	Lakhzine	Ferrana de Mascara	Muscat de Gustave
3	Toutrissine	Pinot Noir	Aneb El Kadi	Ferrana
4	Aberkane	Ain El Kouma	Ahmar de Mascara	Amellal
5	Amellal de Benchicao	Muscat de Fondouk	Cherchali	Sultanine de Fondouk
6	Adari des Bibans	Temskine	Sbaa Tolba	Ahchichane
7	Aberkane	Lakhdari	Adadi	Tadelith
8	Tiziouinine	Bezoul El Khadem	Si Ahmed Draa El Mizan	Bouni
9	Muscat d'El Adda	Torki	Ferrana Noir	V.N°1
10	Kabyle Aldebert	Louali	Muscat de Bercaime	Boghni
11	Adari	El Wali	Muscat Noir	Valenci Noir
12	Ahmar	////////////////////	Chaouchi	Valenci
13	Planta Noir	////////////////////	Seniora	Obabesca
14	Pinot Noir	Caorna	Chardonnay	////////////////////
15	Peteasca Neagra	Sangiovese	Clairette Blanche	////////////////////
16	Rosari	Peteasca Alba	Lombrosco de Sorbara	////////////////////
17	Malvasia d'El Chianti	Baresana	Furmint	////////////////////
18	////////////////////	Trebiano	Peteasca Regal	////////////////////
19	Cordin	Auglontico	Merseguera	////////////////////
20	King's Ruby	////////////////////	////////////////////	King's Ruby
21	Muscat d'El Adda	Ahmar de Machtras III	Bouni	Ghanez
22	Si Ahmed Draa El Mizan	Bezoul El Khadem	Tadlith	Si Ahmed Draa El Mizan
23	Tiziouinine	Aberkane	////////////////////	////////////////////
	Timiskine		Ahmar de Cherchel	////////////////////

Les caractéristiques de la parcelle expérimentale de la ferme de l'ITAF sont résumées dans le tableau 5.

Tableau 5: Caractères généraux de la parcelle expérimentale (ITAF, 2008).

Caractéristiques	
Date de plantation	La date de plantation était échelonnée de l'année 1990 à 2003
Nombre total de rang	23
Nombre de variétés existantes	72
Nombre de cépages / rangées	4
Nombre de souches / cépages	12
Distance de plantation	3 x 1,25 m
Mode de conduite	Guyot (simple et double selon la vigueur des cépages)
La plantation	Les boutures plantées sont greffées sur 41B

Ainsi, les cépages 16 pris pour notre recherche sont illustrés dans le tableau 6.

Tableau 6: Cépages utilisés dans le cadre de notre étude.

	les cépages utilisés
Cépages autochtones	Aberkane
	Ain El Bouma
	Muscat d'El Adda
	Amellal
	Bouni
	Cherchali
	Ahchichane
	Sbaa Tolba
	Ferrana de Mascara
	Lakhdari
	Aneb El Kadi
	Amghar
	Ferrana blanc
	Ghanez
	Toutrissine
Ahmar Bou Amer	
Porte-greffes	SO4
	Rupestris du Lot
Cépage sauvage	<i>Vitis sylvestris</i>

3.1.1- Cépages autochtones

Les cépages prospectés au niveau de la station d'ITAF (Médéa) appartiennent tous à *V. vinifera* L. ssp. *vinifera* (Tab.6). Il est connu que les cépages de cette espèce possèdent une vocation agronomique remarquable. Ils sont aussi chargés d'histoire et de symbole en offrant une diversité exceptionnelle (THIS et al., 2006).

Ces cultivars étudiés sont tous d'origine algérienne, mais ils dérivent de plusieurs régions du pays, par exemple ; Ahmar Bou Amer, Aberkane, Amellal, Amghar, Toutrissine et Ahchichane sont originaires de la Kabylie, Cherchali de la région de Cherchel.

Ils présentent des aspects morphologiques foliaires et des fruits à couleurs différentes avec des formes variées. D'après les résultats obtenus par AMMOUCHE (2008), Aneb El Kadi, Muscat d'El Adda, Sbaa Tolba, Amellal, Ahchichane, Ghanez, Lakhdari, Ferrana blanc et Toutrissine sont des cépages blancs. En revanche, les autres sont des cépages à baies noires. Leurs grappes sont moyennes à grandes avec un poids qui peut varier de 100 à 500g.

Tableau 7: Caractérisation phénologique des cépages étudiés (AMMOUCHE, 2008).

	Débourrement	Floraison	Véraison	Maturité
Aberkane	3 ^{ème} décade de mars	3 ^{ème} décade de mai	3 ^{ème} décade de juillet	2 ^{ème} décade de septembre
Ain El Bouma	2 ^{ème} décade de mars	2 ^{ème} décade de mai	3 ^{ème} décade d'août	3 ^{ème} décade de septembre
Bouni	3 ^{ère} décade de mars	1 ^{ère} décade de juin	1 ^{ère} décade d'août	2 ^{ème} décade de septembre
Ghanez	2 ^{ème} décade de mars	1 ^{ère} décade de juin	2 ^{ème} décade d'août	3 ^{ème} décade de septembre
Ahmar Bou Amer	1 ^{ère} décade d'avril.	2 ^{ème} décade de mai.		Du 15 du mois de septembre au 15 octobre.
Amellal	3 ^{ème} décade de mars	1 ^{ère} décade de juin	1 ^{ère} décade d'août	2 ^{ème} décade de septembre
Muscat d'el Adda	1 ^{ère} décade d'avril	3 ^{ème} décade de mai	1 ^{ère} décade d'août	1 ^{ère} décade de septembre
Cherchali	3 ^{ème} décade de mars	1 ^{ère} décade de juin	1 ^{ère} décade d'août	2 ^{ème} décade de septembre
Sbaa Tolba	3 ^{ème} décade de mars	1 ^{ère} décade de juin	3 ^{ème} décade de juillet	2 ^{ème} décade d'août
Ahchichane	3 ^{ème} décade de mars	3 ^{ème} décade de mai	1 ^{ère} décade d'août	2 ^{ème} décade de septembre
Ferrana De	3 ^{ème} décade de mars	1 ^{ère} décade de juin	3 ^{ème} décade de	3 ^{ème} décade d'août

Mascara			Juillet	
Lakhdari	3 ^{ème} décade de mars	1 ^{ère} décade de juin	1 ^{ère} décade d'aout	2 ^{ème} décade de septembre
Aneb El Kadi	1 ^{ère} décade d'avril	1 ^{ère} décade de juin	2 ^{ème} décade d'août	2 ^{ème} décade de septembre
Amghar	3 ^{ème} décade de mars	3 ^{ème} décade de mai	1 ^{ère} décade d'août	2 ^{ème} décade de septembre
Ferrana blanc	3 ^{ème} décade de mars	3 ^{ème} décade de mai	1 ^{ère} décade d'août	1 ^{ère} décade de septembre
Toutrissine	3 ^{ème} décade de mars	2 ^{ème} décade de juin	2 ^{ème} décade d'août	2 ^{ème} décade de septembre

3.1.2- Hybrides de porte-greffe

a- SO4

D'après GALET (1979), le porte-greffe SO4 (Sélection Oppenheim n° 4) est originaire de l'Allemagne. Ce dernier est utilisé par des pépiniéristes comme porte-greffe par sa qualité de tolérance à l'égard des terrains humides des plaines et pour sa résistance au calcaire atteignant un seuil de 20%.

Son origine génétique est *Berlandieri* x *Riparia*. Ce porte-greffe est connu aussi pour sa qualité fructifère.

b- Rupestris du Lot

D'après GALET (1979) et WOLPERT et al. (1994), le Rupestris du Lot initialement a été remarqué par MONTFERRIER près de Montpellier. Il a été ensuite étudié par MILLARDET qui l'a ainsi dénommé en 1879. Il s'agit d'une sélection de *V. rupestris* Scheele. Son utilisation comme porte-greffe réside dans sa résistance au calcaire total et calcaire actif atteignant l'un et l'autre jusqu'à 25% et 14%, aussi à sa bonne reprise au bouturage et au greffage, ainsi quelque peu à sa résistance à la sécheresse.

3.1.3-*V. vinifera* subsp. *sylvestris*

C'est une espèce qui ressemble beaucoup à sa cousine cultivée *V. vinifera* subsp. *Vinifera*. Les vignes sauvages sont presque toujours unisexuées, alors que les vignes cultivées sont hermaphrodites. Elles possèdent des feuilles à une morphologie très variable avec parfois un dimorphisme lié au sexe. Ses baies sont noires violacées et d'un diamètre inférieur à 1 cm.

Elle a par contre une grande amplitude vis-à-vis de la qualité du sol avec une préférence pour les substrats aérés, sableux, voir caillouteux. Selon ARNOLD (2002, 2009), elle aurait une nette préférence pour les lisières en bordure d'eau ou des zones humides.

Du point de vue génétique, la vigne sauvage offre un intérêt particulier. D'ailleurs, elle est considérée par plusieurs auteurs comme étant l'ancêtre de la vigne cultivée ou du moins comme étant à l'origine de certains cépages (ARNOLD et *al.*, 1998).

3.2- Substrat utilisé

Pour effectuer la mise en pot, nous avons utilisé comme substrat un mélange de grignons d'olive et de terre récupéré localement.

Les grignons d'olive sont considérés comme engrais aux boutures vu qu'ils se présentent sous forme de résidus solides résultant de l'extraction d'huile d'olive. Ils sont composés des pellicules, des résidus de pulpe et des fragments de noyau riches en matières organiques.

Le substrat de terre est d'une texture argileuse (OTSMANE et SADAT, 2009). En effet, il offre un milieu adéquat et facilite le déplacement de phylloxera (GALET, 2000). Ce dernier chercheur a bien précisé que ce puceron craint les sols sableux et inondés qui bloquent ses déplacements et qui causent son asphyxie.

3.3- Matériel de contamination utilisé

Dans le but de réaliser ce test suivant le protocole décrit par BOUBALS (1966), nous avons procédé au prélèvement des feuilles phylloxérées du porte-greffe 41B sur place, au niveau de la pépinière « EAC 07 Hamza Mohamed » (Fig. 19). Selon LAFON et COUILLAUD (1970), ce porte-greffe extériorise une grande sensibilité au phylloxera gallicole. Un simple contact avec les racines, le processus est déclenché par ces pucerons.



Figure 19: Feuilles phylloxérées du porte-greffe 41B (Photo SEBKI, 2013).

4- Méthodes

Des différentes étapes ont été poursuivies pour atteindre l'objectif de ce travail.

4.1- Récolte de bois

Nous avons entrepris la récolte du bois aoûté au cours de la taille d'hiver, au niveau de la station d'ITAF de Benchicao à Médéa, le 14 mars 2013.

Elle a été faite d'une manière aléatoire à partir des vignobles en production âgés d'une vingtaine d'années. Précisant que les baguettes choisies mesurent 50 cm et possèdent 10 à 12 yeux. L'ensemble a été rassemblé en paquet, ensaché et étiqueté pour l'identification des cépages.

4.2- Préparation et entretien des boutures à la pépinière

a- Mise en chambre froide

Le bois récolté a été conditionné pendant 24h en chambre froide, à une température de 4 à 6°C avec 80% d'humidité pour conserver sa fraîcheur.

b- Trempage dans l'eau

Avant l'opération de façonnage, nous avons procédé au trempage du bois dans des bassins d'eau pendant 48h afin d'améliorer sa réhydratation.

c- Confection des boutures

A leur sortie du bassin d'eau (18 mars), les sarments ont subi un lavage au jet d'eau pour les nettoyer. La confection du bois est faite en portions de 15cm de longueur. Ces boutures possèdent entre 4 à 6 yeux et elles sont étalonnées à 0,5 cm en dessous de l'œil pour obtenir une bonne rhizogenèse. Ensuite, elles ont été rassemblées en paquets et étiquetées.

Pour chaque cépage, nous avons confectionné entre 27 et 46 boutures (Tab. 8).

d- Mise en caisse et stratification en chambre chaude

Dans une caisse en bois perforée et nettoyée, les boutures ont été disposées à la verticale en mettant les talons vers le fond, puis elles ont été recouvertes de la sciure de bois très humide, traitées avec un produit antifongique « Benomyl » (à dose de 1g / l). Après le remplissage des caisses, un égouttage pendant 48h a été pratiqué pour évacuer l'eau se trouvant en excès.

La caisse a été mise en chambre chaude, chauffée à une température de 28°C et une humidité relative de 80%.

L'objectif de cette opération consiste à placer les boutures dans un milieu favorable à la callogenèse et la rhizogenèse (BRANAS, 1970 et REYNIER, 1989).

La stratification a duré environ 15 jours. Le 2 avril, la caisse a été retirée et mise en hall d'acclimatation à l'air ambiant pendant deux semaines.

e- Mise en pots et entretien des boutures

Les plants ont été décaissés le 17 avril avec beaucoup de précaution sans endommager les racines et les organes foliaires. Cette opération a été suivie d'un triage en excluant les plants mal formés.

Nous avons procédé par la suite à l'empotage des boutures dans des sacs en plastique noir, perforés (17cm X 9cm) et remplis du substrat (2/3 de terre argileuse et 1/3 de grignons d'olive) (Fig. 20).

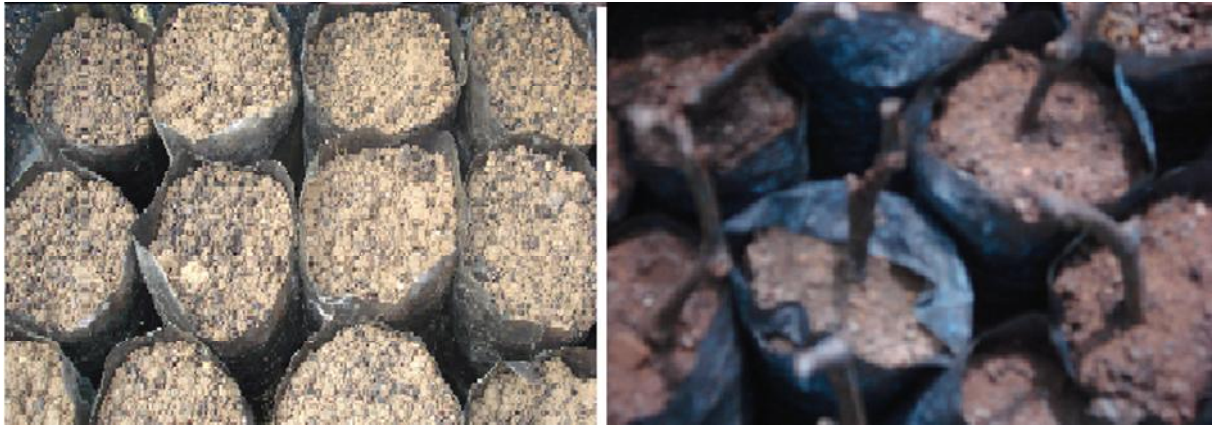


Figure 20 : Boutures mises en pots (Photo SEBKI, 2013).

Les pots sont mis en serre de multiplication et étiquetés, 540 boutures ont été empotées (Tab. 8).

Tableau 8: Nombre de plants confectionnés par cépage, obtenus après stratification et mis en pots.

		Nombre de boutures confectionnées	Nombres de boutures choisies et mises en pots
Cépages	Aberkane	27	24
	Ahchichane	46	30
	Ahmar Bou Amer	36	29
	Ain El Bouma	51	30
	Amellal	52	30
	Amghar	34	29
	Aneb El Kadi	33	30
	Bouni	30	29
	Cherchali	43	29
	Ferrana blanc	37	25
	Ferrana de Mascara	29	28
	Ghanez	32	27
	Lakhdari	55	30
	Muscat D'el Adda	32	26
	Sbaa Tolba	28	26
Toutrissine	40	30	
<i>V. sylvestis</i>	29	29	
Porte-greffes	So4	37	30
	Rupestris de Lot	29	29
Total		700	540

La serre est maintenue à une température de 28°C et une hygrométrie de l'ordre de 60 à 70 %. Pour contrôler le milieu ambiant de la serre, un thermomètre et un hygromètre ont été mis en place.

L'entretien de ces plants a consisté en désherbages manuels réguliers de façon à éviter la concurrence avec les adventices.

Une irrigation d'appoint est maintenue tous les 5 à 6 jours pour éviter leur dessèchement. Un traitement au fongicide « Electis » (8,6% Zoxamide, 66% Mancozèbe) contre le mildiou a été pratiqué.

4.3- Inoculations des feuilles phylloxérées

Afin de pouvoir effectuer la première inoculation, nous avons récupéré sur place des feuilles phylloxérées du porte-greffe 41B. Le test a été réalisé selon le protocole décrit par BOUBALS (1966), cinq feuilles couvertes de 50 à 60 galles ont été enterrées dans chaque pot à tester (Fig. 21), cette opération a été effectuée en trois reprises pour assurer la contamination.

- La première inoculation a été réalisée le 15 mai, tous les plants ont dépassé le stade 3 feuilles, ce qui signifie l'apparition des racines.
- La deuxième inoculation a été menée le 17 juin, les plants sont au stade 8 feuilles.
- La troisième inoculation a été effectuée le 20 août.

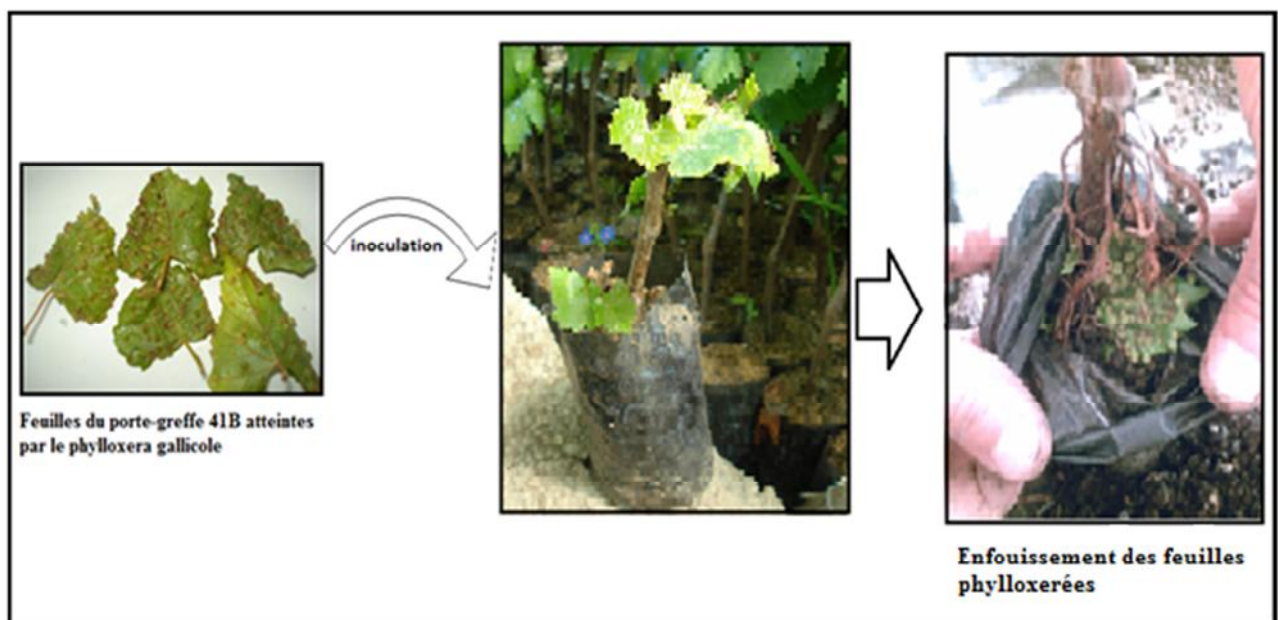


Figure 21: Schéma illustrant l'opération d'inoculation des feuilles phylloxérées dans les pots des boutures à tester (Photo SEBKI, 2013).

4.4-Dépotage des plants

Le dépotage soigneux des plants a eu lieu le 22 septembre. Les pots ont été humidifiés avant l'opération pour faciliter le travail.

Les racines des plants ont été nettoyées de la terre et lavées, puis séparées de la partie aérienne afin d'étudier les différents paramètres tracés dans le protocole expérimental.

5- Estimation du taux des plants repris

Les résultats d'interprétation ont porté sur le taux de reprise des cépages retenus pour l'étude après stratification et en forçage.

6- Evaluation de la sensibilité des cépages au phylloxera radicole

L'évaluation de la maladie repose sur la notion d'incidence et de sévérité.

L'incidence mesure la proportion des arbres qui manifestent des symptômes au sein d'un champ. D'ailleurs KHOSTA (1983) a bien illustré qu'il s'agit bien du pourcentage des plants infectés par la maladie ou infestés par le ravageur, observés sur la superficie de l'unité d'échantillon choisie dans le champ pour évaluer surtout les pertes des récoltes.

Puisque notre étude se base sur un plan expérimental bien contrôlé et non sur l'échantillonnage, nous avons opté pour la deuxième notion qui est la sévérité. Celle-ci consiste à mesurer l'intensité de la maladie du phylloxera radicole apparue sur l'organe. Selon LEPOIVRE (2003), OBANOR et *al.* (2005), la mesure idéale sert à dénombrer toutes les lésions présentes sur la surface de l'organe végétatif atteint.

a- Dénombrement de nodosités et tubérosités

Selon la méthode de BOUBALS (1966), pour chaque cépage, nous avons compté le nombre de nodosité (sous forme de bec d'oiseau) présente au niveau des racines de chaque plant. La même application a été reconduite pour les observations des tubérosités qui apparaissent sous forme de bosses.

b- Pesage et mesure des racines

La longueur des racines de chaque bouture a été mesurée avec une règle graduée (30cm) et à l'aide d'une balance de précision de 0,01g, nous avons procédé au pesage de leur matière fraîche.

Le pesage de la matière sèche de la partie souterraine s'est effectué après la mise en étuve, à une température de 190°C pendant 3 heures de temps. Après chaque heure,

l'opération est interrompue par un pesage. Nous avons poursuivi cette opération jusqu'à l'obtention d'un poids constant qui correspond à la matière sèche.

c- Analyse statistique des résultats obtenus

1- le nombre de nodosités et de tubérosités obtenus (variables) est soumis à l'analyse de la variance au seuil de 5%, en utilisant le logiciel STAT-BOX version 6.40. Cette analyse comprend un facteur de variation « cépage » avec dix-huit niveaux qui correspond à dix-huit cultivars. Afin d'homogénéiser notre étude, nous avons attribué à chacun des niveaux, dix-sept répétitions (plants). Cela a été effectué de la même manière pour la biomasse fraîche et sèche des racines des mêmes cépages.

Lorsque la probabilité (p) est :

$P > 0,5$: Les variables ne montrent aucune différence significative.

$P \leq 0,05$: Les variables montrent une différence significative (*).

$P \leq 0,01$: Les variables montrent une différence hautement significative (**).

$P \leq 0,001$: Les variables montrent une différence très hautement significative (***) .

Dans le cas où les différences s'avèrent significatives, nous faisons appel au test de NEWMAN et KEULS au seuil de 5% pour déterminer les groupes homogènes.

2- Afin de procéder à l'étude des corrélations existantes entre les variables ; 1/ longueurs des racines - nombre de nodosités, 2/ longueurs des racines - nombre de tubérosités, 3/ poids des racines - nombre de nodosités et 4/ poids des racines - nombre de tubérosités de chaque cépage, nous avons eu recours à des analyses statistiques en utilisant le logiciel STATISTICA v.8 avec le seuil de signification qui est fixé à $\alpha=0.05$.

VEYSSEYRE (2006) montre que si la corrélation linéaire se révèle significative, le coefficient de corrélation linéaire « r » donne une bonne indication sur l'intensité de la liaison selon sa valeur. Son signe permet de voir si les deux variables varient dans le même sens ou non.

d- Echelle d'évaluation de la sensibilité de la vigne au phylloxera radicecole

Pour classer les cépages étudiés selon leur sensibilité, nous avons retenu la méthode de POUGET et KIM (1978) qui montre qu'en fonction de l'importance des symptômes observés, il est possible de distinguer 5 classes de sensibilités et elles sont illustrées dans le tableau 9.

Tableau 9 : Echelle d'évaluation de la sensibilité des cépages au phylloxera radicecole (POUGET et KIM, 1978).

	Classe	Symptômes observés
1	Classe immune	Apparition des cicatrices superficielles de la pique de phylloxera sans aucune déformation de la radicecole.
2	Classe très résistante	Il n'existe aucune lésion sur les racines, mais les jeunes radicecoles néoformées portent des nodosités.
3	Classe résistante	Les tubérosités qui ont apparues se couvrent d'un épiderme liégeux, mais les radicecoles portent des nodosités.
4	Classe sensible	Les tubérosités sont très nombreuses, cependant elles ne sont pas très volumineuses et n'occupent pas la totalité de la surface de la racine.
5	Classe très sensible	Les racines sont entièrement pleines de tubérosités de grandes dimensions et portent une masse importante d'œufs.

III- Résultats et discussions

1- Taux de reprise des cépages étudiés

1.1- Taux de reprise après stratification

D'après la figure 22, nous remarquons que le taux moyen de reprise obtenu pour tous les cépages et porte-greffes est de 77,14% (Annexe 3).

Le porte-greffe Rupestris du Lot et le génotype de *V. sylvestris* ont enregistré un taux maximal de 100%. Ensuite, il vient le cépage Bouni avec 96,67% et Ferrana de Mascara avec 96,55%, en dernier Lakhdari qui a noté le taux le plus faible de 54,55%.

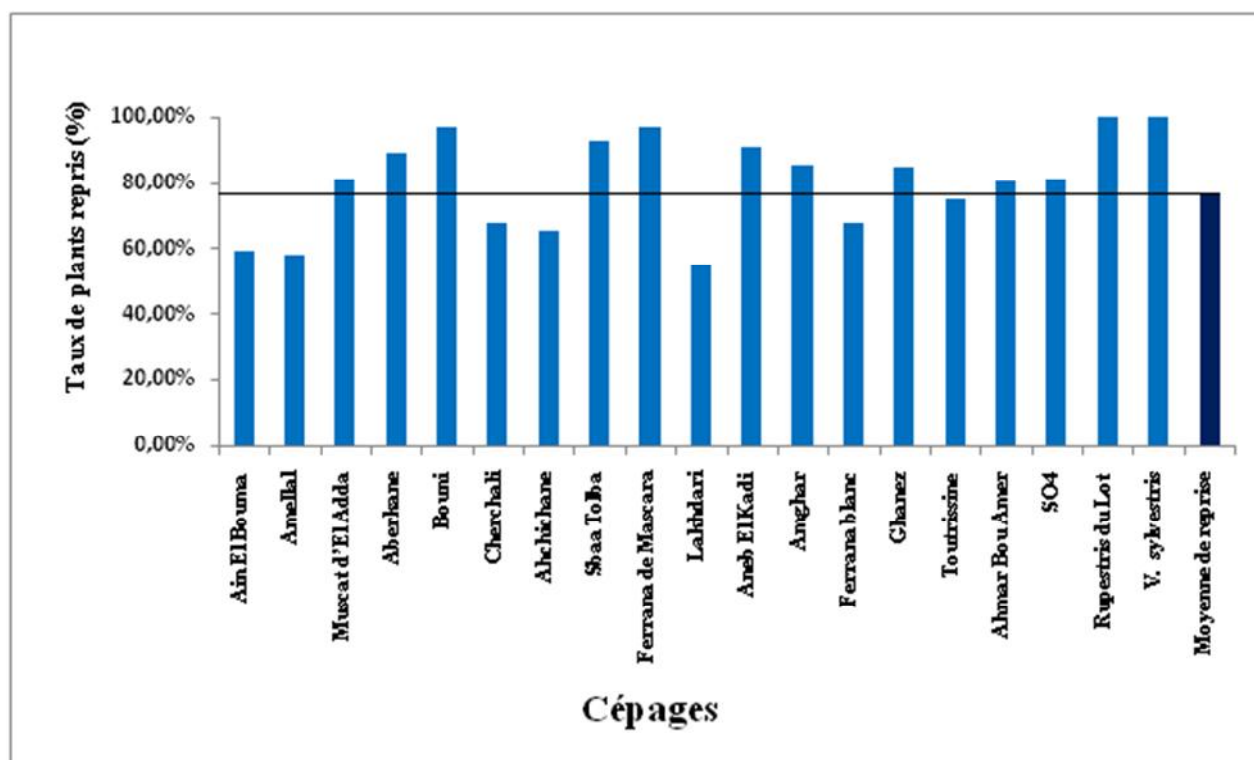


Figure 22: Taux des boutures après stratification en chambre chaude.

Ces résultats corroborent ceux d'OTSMANE et SADAT (2009) obtenus après stratification de quelques cépages autochtones greffés sur 1103p, ils ont montré que les taux de reprise enregistrés sont de 78,72% pour Aberkane, 79,01% pour Bouni et 87,50% pour Ghanez.

De même pour MEGHEZZI (2013) qui a obtenu un taux de reprise de 85% pour Aberkane, 79% pour Bouni et 83% pour Cherchali. Sachant que ces plants sont greffés sur SO4.

D'après ces résultats, nous remarquons que les porte-greffes n'ont pas une influence considérable sur le taux de réussite des cépages pendant la stratification, puisque elle va se traduire beaucoup plus après la reprise en plein champ (SCIENZA et BOSELLI, 1981; SPRING, 2005; MAAS, 2008 et SPRING *et al.*, 2012).

Parmi les boutures confectionnées, 23% ont été écartés de nos analyses. Cette exclusion est basée sur les observations suivantes:

- Détérioration et dessèchement des bourgeons. REYNIER (2012) a affirmé que pendant la stratification, les boutures peuvent subir des pertes en eau qui, si elles deviennent supérieures à 20%, provoquent des dégâts irréversibles. Il a ajouté aussi qu'un milieu asphyxiant pendant la conservation réduit la reprise au bouturage.
- Présence des signes de virus. Selon JULLIARD (1967), GALZY (1969), LECRENIER *et al.*, (1981) et JAQUINET (1982), les potentialités d'une variété peuvent être altérées par la présence des viroses.

Dans le but de maximiser le taux de reprise des plants et d'améliorer leur qualité physiologique, des substances biologiquement actives sont utilisées à très faibles doses. Elles ont pour rôle de favoriser l'alimentation minérale des plants et d'assurer un meilleur développement du système racinaire en peu de temps.

Cette technique a été démontrée par les travaux de MUJIRI *et al* (2002) effectués sur des boutures appartenant à des cépages Georgiens : Rkatsiteli, Goruli Mtsvane et Tavkveri, mis pendant 45-50 heures, dans une solution contenant l'extrait de la rafle du raisin qui est composée d'auxines, gibbérellines, cytokinines (régulateurs de croissances) et d'autres substances (flavonoïdes, aminoacides, lipides, lactones non saturées...etc.). Après stratification, le taux de reprise des plants obtenus s'est élevé à 94%.

1.2- Taux de reprise au forçage

Les résultats obtenus dans l'annexe 3 et schématisés par la figure 23 montrent les taux de reprise des boutures au forçage. Au début, il n'a atteint que 52,78% pour l'ensemble des cépages et porte-greffes.

Rupestris du Lot a obtenu le pourcentage de reprise le plus élevé de 72,41%, ensuite il vient Muscat d'El Adda avec 61,54% et Ferrana blanc avec 60,00%. Quant aux cépages ayant enregistré les taux de reprise les plus faibles sont : Ahchichane (43,33%), Amghar (41,38%), Aneb El kadi (33,33%) et Bouni (27,59%).

Pour améliorer ce taux de reprise sous serre, nous avons intervenu par un rajout de substrat et un tassement supplémentaire. Cette opération s'est avérée efficace, puisque ce pourcentage s'est élevé à 66,67%.

Une augmentation de reprise chez les plants présentant des difficultés de développement a été observée (Fig. 23), notamment pour Aberkane, Ahchichane, Amghar et Aneb El kadi avec des taux moyens qui ont atteint respectivement, 70,83%, 66,67%, 62,07% et 56,67%. Cette amélioration a été notée aussi pour Ferrana blanc et Muscat d'El Adda qui ont obtenu un taux de 84,00 % et de 76,92%

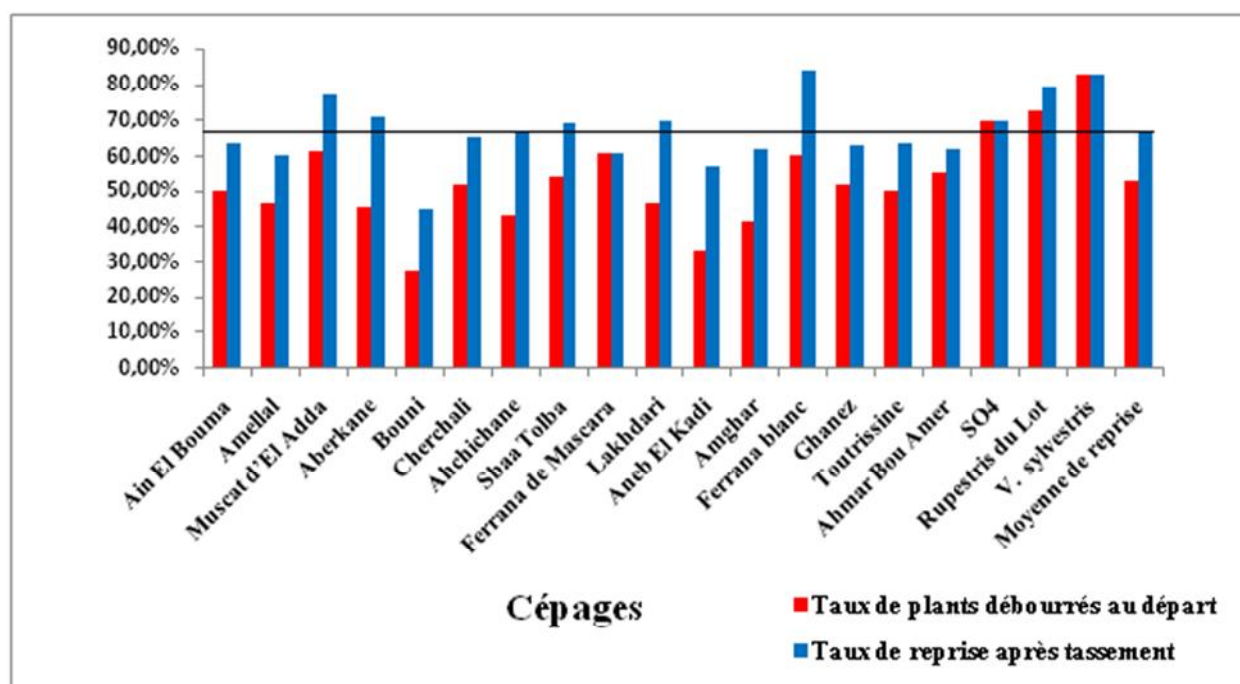


Figure 23: Taux de reprise au forçage sous serre.

Ces résultats expliquent bien l'intérêt de cette dernière opération culturale pour la majorité des cépages. Elle montre bien le rôle d'adhésion du talon des boutures au substrat, ce qui permet d'améliorer le développement de la masse racinaire et parallèlement d'améliorer l'alimentation en éléments nutritifs. Sachant que la croissance des pousses est proportionnelle au développement de la partie souterraine de la vigne (BOUARD, 1966). En effet MORLAT (1981) et REYNIER (2012) ont précisé que la présence des poches d'air au niveau des racines bloque la reprise des plants de cette liane.

Malgré cela, le taux moyen des plants non débourrés a atteint 33,33%, y compris le cépage Bouni dont le taux de non levé est de 55,17%. Ce dernier n'a pas été retenu dans notre analyse statistique, car il présente un nombre très réduit de répétition.

Dans ce cas de figure, beaucoup de facteurs pourraient contribuer à ce taux d'échec.

D'après REYNIER (2007), la différence en matière de reprise des cépages peut être justifiée par le potentiel génétique de chaque cultivar ; les variétés n'ont pas la même aptitude à la rhizogenèse, certaines se bouturent plus facilement que d'autres. L'influence du milieu pendant la stratification et la qualité du bois, dépendant des conditions de culture de la vigne mère, pourraient être également responsables de la faible capacité de reprise.

Selon EL-HEIT *et al.* (2013b), la plantation de la vigne mère de tous les cépages étudiés date de 1990, ce qui correspond à 23 ans d'existence. D'après SKIREDJ (2003) et CHRISTEN (2010), à l'heure actuelle, la plupart des sols viticoles présentent un déficit en matières organiques qui se traduit par une sensibilité accrue à la dégradation et des troubles de l'alimentation hydrique et minérale, particulièrement au niveau des vignobles âgés.

Le facteur cité précédemment, c'est-à-dire l'âge avancé de la vigne mère, pourrait avoir une influence sur la qualité du bois en favorisant l'installation des maladies fongiques, virales et des ravageurs animaux sur les parties ligneuses et les organes végétatifs en croissance. Ces observations ont été aperçues lors de notre prospection au cours du cycle végétatif et de la récolte du bois au niveau du germoplasme de la station régionale de l'ITAF de Médéa (2013).

Parmi les symptômes particulièrement observés sur la majorité des cépages: des déformations des organes végétatifs, des phénomènes d'aplatissement, de raccourcissement des entrenœuds et de dédoublement des vrilles (Fig. 24). D'après les auteurs BOVEY *et al.* (1980), BOUDON-PADIEU (2000), GUILLAUME (2001), SKIREDJ (2003) et REYNIER (2007), ces symptômes caractérisent le court-noué qui est la maladie virale. Selon PEREZ MARIN (2007), la présence des entrenœuds courts peut être engendrée aussi par l'acariose.



Figure 24 : Symptômes observés sur les cépages autochtones de germoplasme d'ITAF : (a, b) déformation foliaire, (c, f) dédoublement des vrilles et (e) décoloration des feuilles. (d) Attaque d'Insectes (Photo SEBKI, 2013).

Signalons que le matériel végétal utilisé pour notre étude a été bien choisi, en se basant sur l'absence visuelle des symptômes, mais sans garantie sanitaire.

Selon FERJANI et *al.* (2002) et POUZOULET (2012), le bois de la vigne peut être colonisé par une large gamme de virus et champignons vasculaires dont certains peuvent s'avérer pathogènes, ce qui bloque le débourrement de certaines boutures contaminées. Cela a été démontré par GALZY (1969), lors de ces travaux de recherche effectués sur les clones de *V. rupestris* dans un milieu *in vitro*, en notant que les plants atteints de court-noué présentaient une très mauvaise rhizogenèse.

YOBREGAT et *al.* (2011) et ALI et *al.* (2012) montrent aussi que les attaques dues à des champignons comme le mildiou, causé par le *Plasmopara viticola*, peuvent engendrer une forte baisse de la reprise des boutures en pépinières.

Pendant la conservation, les boutures peuvent également se confronter à différentes contraintes. YOBREGAD (2010) signale que des études réalisées par l'IFV ont montré que le trempage et la stratification sont des étapes clés du processus d'élaboration des plants, au cours des contaminations par certains champignons peuvent causer des maladies au bois.

Dans le même ordre des remarques, les conditions chaudes et humides seraient particulièrement favorables à la croissance de ces champignons (LARIGNON, 2012), ce qui peut diminuer considérablement le taux de reprise des plants mis en pos.

En comparant nos résultats à ceux d'OTSMANE et SADAT (2009) qui ont travaillé sur 5 cépages autochtones greffés sur 1103p, nous constatons que le taux de réussite au forçage le plus élevé est observé pour Aberkane avec 81,94%, suivi de Ain El Bouma avec 78,57% et Ghanez avec 64,58%.

Ces résultats rejoignent ceux de MEGHEZZI (2013) qui a enregistré un taux de reprise de l'ordre de 58% pour Ghanez greffé sur SO4.

Nous remarquons que les résultats ci-dessus sont similaires aux nôtres, enregistrés pour les mêmes cépages, en précisant que dans le cas de notre travail, les plants sont des racinés. Les études de GALET (2000) sur la rhizogénèse ont montré que chez les cépages européens issus de *V. vinifera*, la naissance des racines sur tige se réalise sans difficulté. C'est une espèce qui se bouture facilement et dont la reprise est supérieure à 50%. Mais, l'utilisation de greffage, qui est une technique culturale importante dans la viticulture, améliore plus l'enracinement et adapte mieux les cépages à fruits à différents milieux pédoclimatiques (GIORDANO, 1978 et CHAMPAGNAT, 1980).

2- Symptomatologie

Le phylloxera (*P. vastatrix*) provoque deux types de symptômes selon la partie attaquée du plant :

- Sur la partie aérienne : ils se caractérisent par des galles formées au niveau des feuilles.
- Sur la partie souterraine (racines) : cet insecte engendre plutôt la formation des tubérosités et des nodosités.

2.1- Au niveau de la partie aérienne

Après la dernière inoculation, les observations faites deux semaines plus tard, ont révélé une absence totale de toute attaque phylloxérique sur la partie aérienne des plants issus de *V. vinifera* L. ssp. *vinifera*. Par contre, elles se sont manifestées au niveau du feuillage des porte-greffes S04 et Rupestris de Lot, connus pour leur grande sensibilité au phylloxera gallicole (Fig. 25).

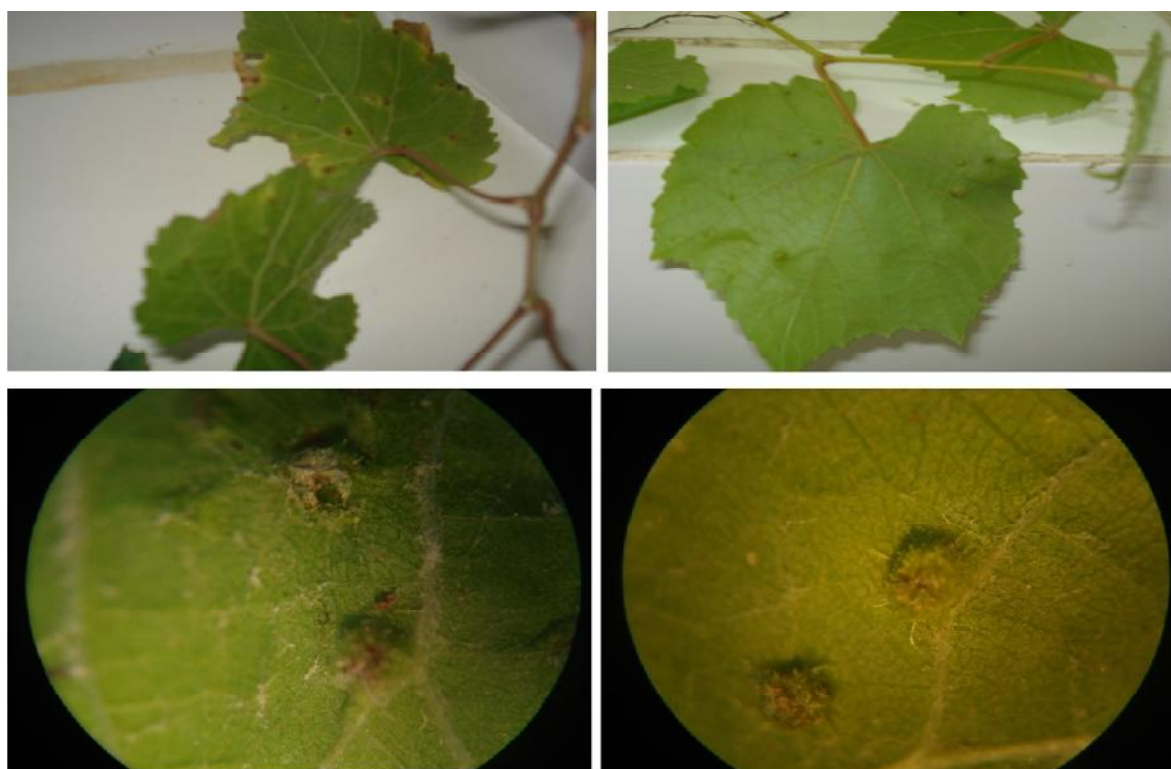


Figure 25: Galles phylloxériques sur les feuilles du porte-greffe SO4 et Rupestris du Lot (Photo SEBKI, 2013).

Les symptômes apparus se sont traduits par des petites galles dues aux insectes émergés des feuilles phylloxérées du 41B, inoculées. Ces galles sont éparpillées et peu nombreuses. Leur forme est sphérique, d'une couleur verte pour celles récemment formées et rouge pour celles qui sont en stade avancé. Sous la loupe binoculaire, nous avons constaté également la présence des poils qui couvrent ces excroissances (Fig. 26).

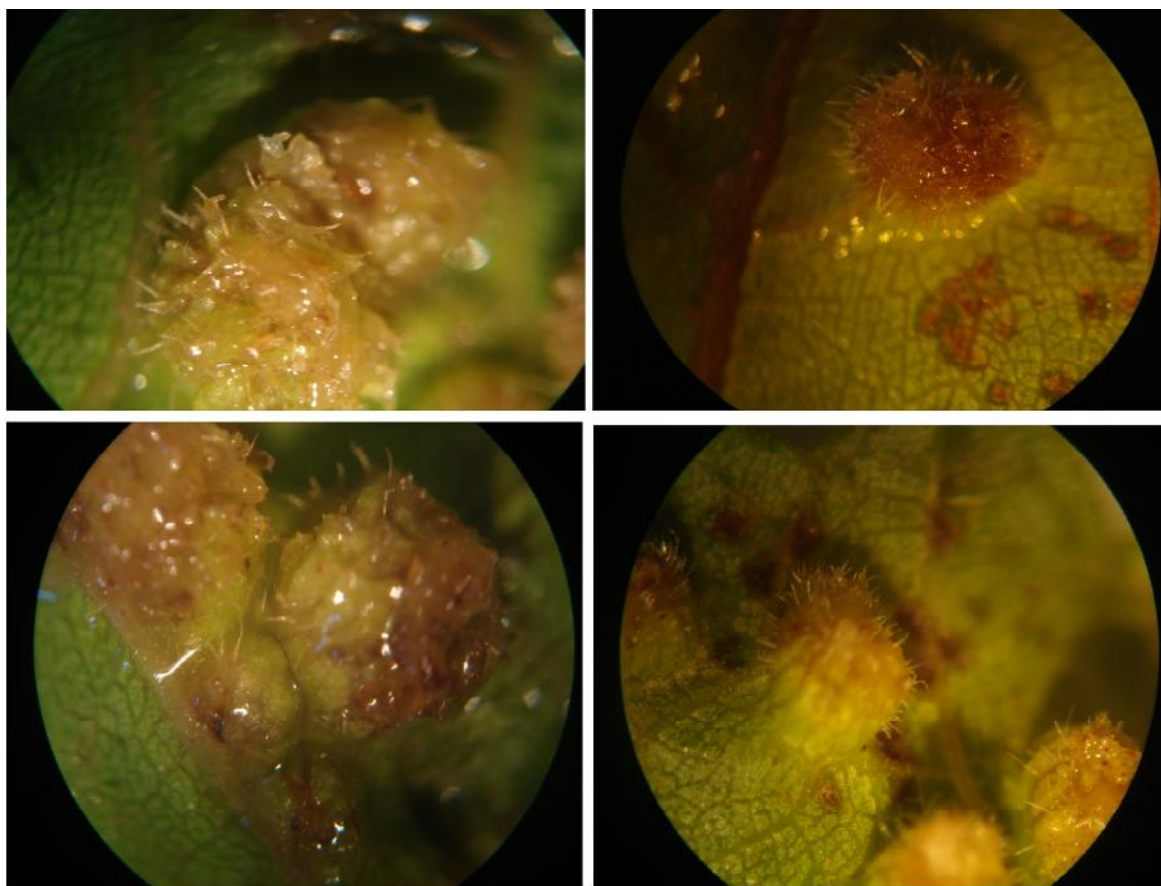
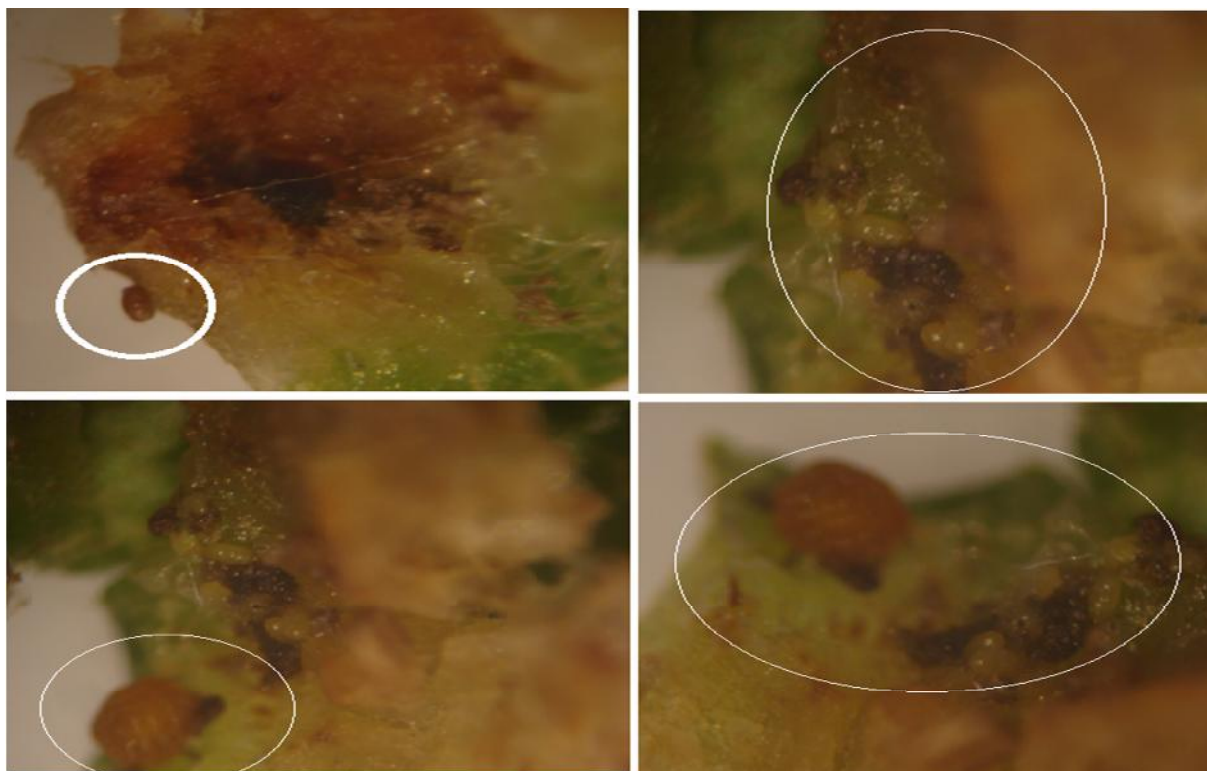


Figure 26: Galles phylloxériques vues sous loupe binoculaire (G X 40) (SEBKI, 2013).

Ces observations ont été approfondies sur des coupes effectuées sur ces galles, qui nous ont révélé la présence d'œufs d'une couleur jaunâtre, groupés en amas à l'intérieur de la poche gallicole.

Egalement, l'éclosion de quelques œufs et la sortie des jeunes phylloxeras gallicoles de l'intérieur vers l'extérieur ont été aperçues sous loupe binoculaire. Ces insectes sont d'une couleur jaune et de petite taille; moins de 1 mm (Fig. 27).



**Figure 27: Œufs et adultes de phylloxera gallicole vus sous loupe binoculaire (G X 100)
(Photo SEBKI, 2013).**

En plus des symptômes caractéristiques du phylloxera, nous avons noté aussi la présence d'autres types liés au mildiou pour la plupart des plants. Ils se caractérisent par des taches d'huile (jaunâtres) plus ou moins allongées sur les feuilles, qui finissent par un dessèchement partiel ou sous forme mosaïque (contamination secondaire) (Fig. 28).



Figure 28: Symptômes du mildiou sur le cépage d'Aberkane à gauche et sur le porte-greffe SO4 à droite (Photo SEBKI, 2013).

2.2- Au niveau de la partie souterraine (racines)

Après 15 jours de la dernière inoculation, nous avons constaté la présence de deux types d'attaque au niveau des racines des plants étudiés de *V. vinifera* (Fig. 29 et annexe 1) :

- Sur les racines les plus développées, apparition des tubérosités (renflements).
- Sur les radicelles, celles-ci portent plutôt des nodosités sous forme de têtes d'oiseaux, elles se concentrent surtout au niveau des extrémités de ces jeunes racines.

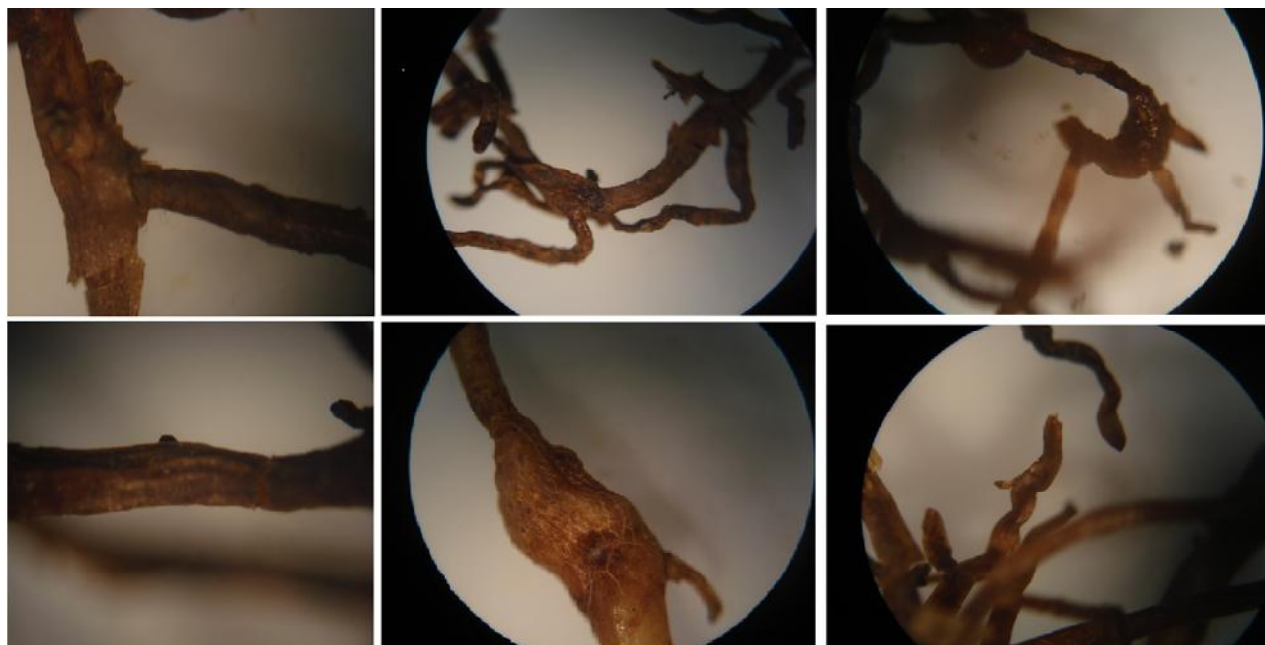
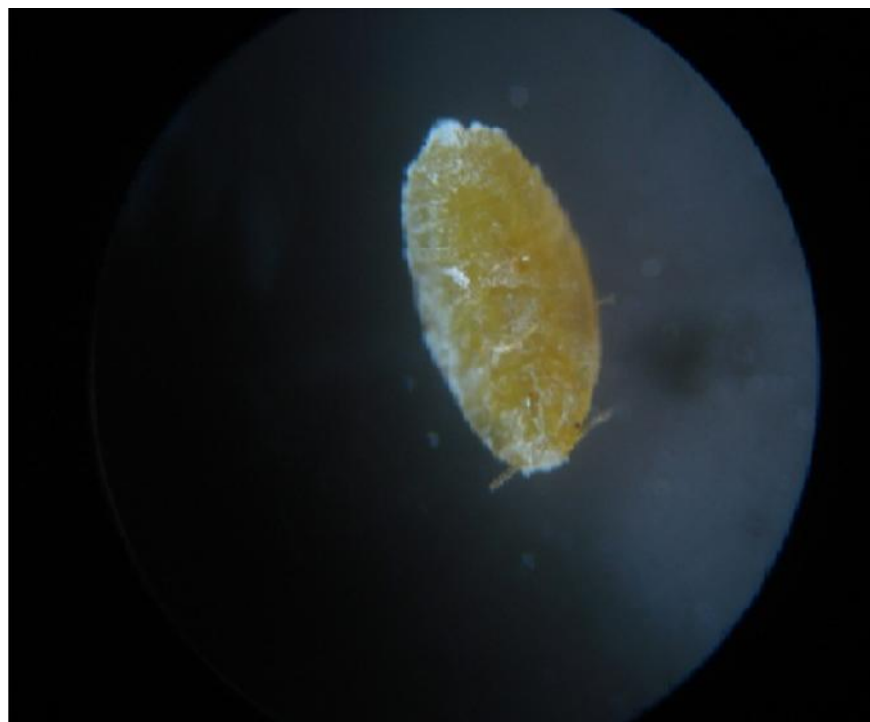


Figure 29: Tubérosités et nodosités sur les racines des cépages autochtones dues au phylloxera radicicole, vues sous loupe binoculaire (G X 40) (Photo SEBKI, 2013).

Nos observations ayant porté sur l'insecte récolté au niveau des racines, montrent qu'il a un corps piriforme, d'une couleur jaunâtre, avec une tête munie de deux petites antennes. Il mesure 1mm de longueur et 0,5 mm de largeur. C'est un jeune phylloxera radicicole qui se développera plus tard en une femelle parthénogénétique (Fig. 30). Nous avons pu l'identifier grâce aux descriptions des différents stades de développement de phylloxera, effectuées par beaucoup d'auteurs ; TISSANDIER (1873), PLANCHON (1874), LEUTY et KER (1997), FRAVAL (2005) et PEREZ MARIN (2007). Il y a lieu de noter que les adultes sont aptères pendant presque toute la durée de cycle et sous cet état qu'ils font périr la vigne.



**Figure 30: Jeune phylloxera radicole vu sous loupe binoculaire (G x 100)
(Photo SEBKI, 2013).**

3- Evaluation de la sensibilité des cépages au phylloxera radicole

D'après les résultats obtenus (Fig. 31 et annexe 1), nous constatons que tous les cépages autochtones étudiés sont sensibles au phylloxera radicole, mais à des degrés différents. Signalant que les moyennes les plus élevées en tubérosités sont enregistrées chez Aneb El Kadi avec 7,47 et Amghar avec 7,41. Ces derniers peuvent être considérés comme les plus sensibles. Le nombre moyen de nodosités notées pour les mêmes cépages correspond respectivement à 15,41 et 14,41.

Ain El Bouma semble le moins sensible et il présente le nombre moyen le plus faible de tubérosités de 1,23 et de nodosités de 3,64.

Ainsi, les résultats obtenus chez l'espèce *V. sylvistris* montre que le nombre moyen de tubérosités et de nodosités est de 2,23 et de 4,29, ceci confirme sa sensibilité relative à cet insecte.

Les attaques enregistrées sur les racines du Rupestris du Lot se sont limitées à l'apparition de quelques nodosités dont la valeur moyenne égale à 3,17, tandis qu'au niveau des racines du porte-greffe SO4, aucune lésion n'est apparue.

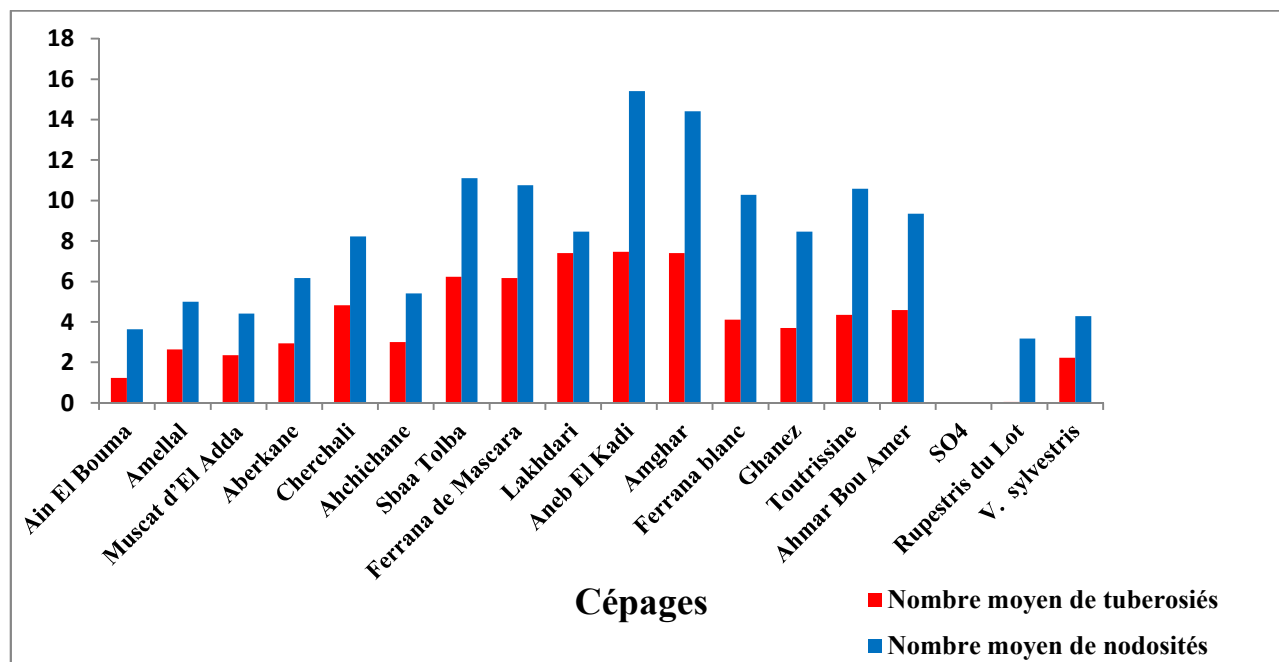


Figure 31: Moyennes du nombre de tubérosités et de nodosités observées pour chaque cépage.

L'analyse statistique de la variance, au seuil de 5% (Tab. 10 et 11), révèle des différences très hautement significatives ($p=0$) pour les deux variables étudiées (nombre moyen de tubérosités et nombre moyen de nodosités) selon les cépages,

Tableau 10: Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le nombre moyen de tubérosités selon les cépages.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Var. Totale	2993,558	305	9,815				
Var. Facteur	1618,029	17	95,178	19,928	0		
Var. Résiduelle	1375,529	288	4,776			2,185	55,59%

Tableau 11: Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le nombre moyen de nodosités selon les cépages.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Var. Totale	6643,559	305	21,782				
Var. Facteur	4730,853	17	278,286	41,902	0		
Var. Résiduelle	1912,706	288	6,641			2,577	33,32%

Le test de NEWMAN-KEULS, au seuil de 5%, a fait apparaitre 9 groupes homogènes pour le nombre moyen de tubérosités (Tab. 12).

Aneb El Kadi, Lakhdari et Amghar se classent dans le groupe (A), ensuite il vient le groupe (AB) qui comporte Sbaa Tolba et Ferrana de Mascara. En dernier, le groupe (F) regroupe les porte-greffes Rupestris du Lot et SO4.

Tableau 12: Groupes homogènes des cépages étudiés selon le nombre moyen de tubérosités.

Variétés	Nombre moyen de tubérosités ± écart-type	Groupes homogènes
Aneb El Kadi	7,47 ± 2,76	A
Lakhdari	7,41 ± 2,93	A
Amghar	7,41 ± 3,42	A
Sbaa Tolba	6,23 ± 2,58	A B
Ferrana de Mascara	6,17 ± 1,81	A B
Cherchali	4,82 ± 2,40	B C
Ahmar Bou Amer	4,58 ± 2,18	B C D
Toutrissine	4,35 ± 2,09	B C D
Ferrana blanc	4,11 ± 2,87	B C D
Ghanez	3,70 ± 2,44	C D
Ahchichane	3,00 ± 2,17	C D E
Aberkane	2,94 ± 2,01	C D E
Amellal	2,64 ± 2,06	C D E
Muscat d'El Adda	2,35 ± 1,65	D E
<i>V. Sylvestris</i>	2,23 ± 1,2	D E
Ain El Bouma	1,23 ± 1,34	E F
Rupestris du Lot	0,05 ± 0,24	F
SO4	0 ± 0	F

Concernant le facteur nombre moyen de nodosités, le test de NEWMAN-KEULS, au seuil de 5%, a fait ressortir 10 groupes homogènes (Tab. 13).

Le premier groupe (A) est formé d’Aneb El Kadi et d’Amghar, suivi du groupe (B) représenté par Sbaa Tolba. En dernier, il vient le groupe (G) qui renferme le porte-greffe SO4, sur lequel nous avons noté l’absence totale des nodosités.

Tableau 13: Groupes homogènes des cépages étudiés selon le nombre moyen de nodosités.

Variétés	Nombre moyen de nodosités ± écart-type	Groupes homogènes
Aneb El Kadi	15,41 ± 2,80	A
Amghar	14,41 ± 4,06	A
Sbaa Tolba	11,11 ± 2,91	B
Ferrana de Mascara	10,76 ± 2,27	B C
Toutrissine	10,58 ± 3,02	B C
Ferrana blanc	10,29 ± 1,96	B C
Ahmar Bou Amer	9,35 ± 3,06	B C
Lakhdari	8,47 ± 2,23	B C D
Ghanez	8,47 ± 3,20	B C D
Cherchali	8,23 ± 3,23	C D
Aberkane	6,17 ± 3,00	D E
Ahchichane	5,41 ± 1,83	E F
Amellal	5,00 ± 2,09	E F
Muscat d’El Adda	4,41 ± 2,06	E F
<i>V. Sylvestris</i>	4,29 ± 1,26	E F
Ain El Bouma	3,64 ± 1,86	E F
Rupestris du Lot	3,17 ± 2,69	F
So4	0 ± 0	G

En premier lieu, nous avons remarqué que le nombre moyen de tubérosités est moins important que celui de nodosités. Ce résultat tire son origine du fait que le matériel végétal utilisé dans notre étude est constitué des jeunes plants (plants pépinières). Leurs systèmes racinaires sont composés en majorité des radicules plus que des racines.

D'après POUGET et KIM (1978) et REYNIER (2005), ces jeunes racines sont plus sensibles aux attaques phylloxériques où il y'aura uniquement l'apparition des nodosités, tandis que les tubérosités vont se former seulement sur des racines plus développées.

Selon les résultats obtenus en se basant sur la méthode de déterminisme de résistance au phylloxera radicole, proposée par POUGET et KIM (1978) (Tab. 9), nous pouvons répartir tous les cultivars étudiés comme suit :

- Dans la classe sensible : les cépages autochtones et l'espèce de *V. sylvestris*, chez qui nous avons noté la présence des nodosités et des tubérosités. Ces lésions n'occupaient pas la totalité de la surface des racines.
- Dans la classe résistante : le porte-greffe Rupestris du Lot, sur lequel les attaques se limitent aux jeunes radicules sous forme de nodosités.
- Dans la classe très résistante : le porte-greffe SO4, il est caractérisé par un système racinaire indemne de toute attaque phylloxérique.

Ce classement corrobore celui de POUGET et KIM (1978). Ils ont classé la plupart des cépages cultivés de *V. vinifera sativa* dans la classe sensible et très sensible, tandis que la grande majorité des cépages américains se trouve dans la classe très résistante et résistante. Quant aux variétés de l'espèce *V. rotundifolia* (le parent de SO4), elles ont été groupées dans la classe immune.

Des observations de sensibilité aux attaques phylloxériques ont été faites aussi par HAMAMA (2008), lors de ces travaux effectués sur la caractérisation de cinq cépages autochtones : Avoukera, Arekak, Imerssasse, Avekan, Thiziri et de deux génotypes de *V. vinifera* L. ssp *silvestris*. Les résultats obtenus avaient signalé que les variétés étudiées sont sensibles au phylloxera radicole avec la présence des nodosités et des tubérosités au niveau des racines des plants testés, sauf le cépage Arekak chez qui les symptômes se sont manifestés uniquement par l'apparition des nodosités.

Egalement, OCETE et *al.* (2011) ont observé la sévérité du phylloxera radicole sur des racines de deux cépages cultivés en France et de deux porte-greffes 41B et 333-EM. Ils ont noté sur le cépage de table Chasselas et de cuve Cabernet, un nombre moyen de tubérosités qui est de 9,53 et 9,27 et un nombre moyen de nodosités égale à 32,87 et 41,13, respectivement. Par contre, aucune lésion n'est apparue sur les deux porte-greffes.

Comme nous l'avons montré, les cépages autochtones étudiés, y compris le génotype de *V. vinifera* ssp. *sylvestris*, apparaissent sensibles à cet insecte, ce qui est logique dans la mesure où tous les représentants connus de *V. vinifera* le sont (THIS et *al.*, 2001 et REYNIER, 2005). Selon HUGLIN et SCHNEIDER (1998), cette espèce de vigne ne possède apparemment pas des gènes de résistance, mais il n'en demeure pas moins vrai que ces mêmes variétés peuvent transmettre à leurs descendants des degrés variables de sensibilité, qui correspondent à des différences spécifiques au niveau des gènes concernés.

D'après CADET (2005) et OCETE et *al.* (2007), chaque cépage se caractérise par des aptitudes génétiques qui lui sont propres. Les travaux de LAIADI et *al.* (2009, 2013), AGOUAZI (2013), EL-HEIT et *al.* (2013a, 2013b) et HAMAMA (2013) ont bien confirmé cette diversité à travers des recherches réalisés sur différents aspects ampélographiques et technologiques des cultivars autochtones d'Algérie.

Contrairement aux cultivars de *V. vinifera sativa*, le porte-greffe SO4 et Rupestris du Lot présentent une résistance remarquable à ce puceron. REYNIER (2005) montre que ces espèces américaines ont une résistance exceptionnelle que l'on peut noter entre 16 et 18/20. La transmission héréditaire de celle-ci a été étudiée par BOUBALS (1966), les résultats de ces travaux ont montré qu'elle est conditionnée par plusieurs gènes. Ces derniers présentent une certaine hétérozygotie qui se traduit par une variation notable du caractère chez les descendants issus des croisements intraspécifiques (HUGLIN, 1986).

Quant à BOUQUET (1983), il a rapporté dans ces travaux les premières observations sur la résistance au phylloxera radicole de 591 hybrides F1 de *V. vinifera* x *Muscadinia rotundifolia* et 198 hybrides R1, obtenus en croisant les plants de F1 résistants par *V. vinifera*. Suivant le test de contamination *in vitro* sur les racines, le pourcentage moyen des plantes totalement résistantes dans la descendance F1 est de 51,6 %, mais il varie de 39,7 à 65,4% selon la variété de muscadine utilisée comme parent mâle. Le pourcentage moyen des plantes totalement résistantes dans la descendance R1 est plus faible et ne dépasse pas 20%.

Tenant compte de ces résultats, une hypothèse de déterminisme génétique a été suggérée dans lequel l'expression d'un gène semi-dominant de résistance au phylloxera, homozygote chez *M. rotundifolia*, serait contrôlée chez les hybrides F1 par trois gènes modificateurs de la variété muscadine. Par contre, le faible pourcentage en R1 est explicable si le gène de résistance est porté par le chromosome *Muscadinia* qui présente une faible probabilité d'appariement avec son chromosome homologue *V. vinifera* dans les hybrides F1.

L'expression de ces gènes de résistance se traduit par la formation des obstacles d'ordre anatomique du bois. Ces derniers s'opposent à la pénétration du stylet du phylloxera jusqu'aux tubes criblés des racines (POUGET et KIM, 1978).

Cette particularité a été signalée par OCETE et al. (2011) en observant l'intensité des lésions phylloxériques sur deux espèces de *V. vinifera* sous microscope. Ils ont remarqué qu'elle est plus élevée sur les racines des cultivars de *V. sativa* que sur celles des cultivars de *V. sylvestris*. Cela est dû à une couverture mince de liège supplémentaire, formée au niveau de la partie souterraine des cultivars sauvages, qui atténue la pénétration du stylet de ce puceron.

POUGET et KIM (1978) et REYNIER (2007) ont expliqué également que la caractéristique de défense des cultivars américains au phylloxera se trouve dans la possibilité de la formation rapide d'une couche de liège plus épaisse, qui joue le rôle d'une barrière contre les piqûres de cet insecte. Contrairement aux cépages de *V. vinifera* cultivés, cette réaction de défense est absente, ce qui entraîne des lésions racinaires sévères.

Pareillement aux facteurs génétiques, les effets externes ou internes, que se soit du milieu ou du végétal, peuvent avoir une influence considérable sur les attaques de cet insecte.

PEREZ MARIN (2007) a bien montré que la grande vigueur et les conditions locales du sol, notamment les terres argileuses, sont plus favorables au déplacement des larves et à la dissémination des pucerons adultes par leur effritement.

Les travaux effectués par OCETE et al. (2011) sur 55 variétés sauvages (*V. vinifera* L. ssp. *sylvestris*), qui constituent 890 ceps, étudiées dans leur environnement naturel ; France, Italie, Suisse, Portugal, Espagne, Hongrie et Allemagne, ne montrent aucun dommage causé par le phylloxera. Par contre, les boutures issues des mêmes variétés, mises en pots et contaminées artificiellement, révèlent la présence des attaques phylloxériques avec une moyenne de 43,13 nodosités et 24,27 tubérosités enregistrées pour ceux de la France, (40,67 et 23,20) pour ceux de l'Allemagne, (41,53 et 26) pour ceux de la Hongrie et (61,47 et 18,13) pour ceux de l'Espagne. Cette tolérance au puceron s'explique par rapport aux conditions édaphiques qui lui sont

défavorables dans leurs milieux de vie, car ces insectes craignent les sols inondés, très humides, sableux et graveleux.

Quant à BAILLOD et HÖHN (1996), ils ont décrit des problèmes de phylloxera qui ont réapparu ces dernières années dans certains vignobles européens et américains. Ils ont signalé que depuis 1980 dans quelques pays viticoles dans le monde, des attaques importantes avec galles ont apparu sur des cépages européens, ce qui alimente l'hypothèse de BRANAS (1963) sur l'apparition des nouvelles races biologiques ou biotypes. En Suisse, ce cas a été observé en 1987 au Tessin sur du Merlot avec la découverte de quelques galles fondatrices.

Le même constat a été fait par SONG (1990), DE BENEDICTIS et GRANETT (1992, 1993) qui ont signalé sur vignoble californien un affaiblissement de la résistance du porte-greffe Aramon x Rupestris Ganzin n°9 dû au phylloxera, provoqué par l'évolution de ce puceron vers des biotypes plus agressifs au fil des années. Ces observations ont été prouvées par des tests de résistance pratiqués avec utilisation de deux types de biotype ; A et B.

Les études effectuées par MARTINEZ-PENICHE (1999) sur les différentes populations de phylloxera radicole du sud de la France, ont déterminé également que cet insecte peut développer des biotypes plus agressifs le rendant capable de surmonter la résistance du porte-greffe 41B et AxR n°9. Il a signalé que les populations nommées Quissac et Frontignan sont très agressives sur 41B, par contre Flés, Pouzol et Castelnau se développent beaucoup mieux sur AxR n°9.

4- Etude de corrélation

D'après les résultats obtenus dans le tableau 14 avec un seuil de signification qui est fixé à $\alpha = 0,05$, nous remarquons que les cépages ; Ferrana de Mascara, Amellal, Aberkane, Cherchali, Amghar et Lakhdari présentent des coefficients de corrélation significatifs pour tous les paramètres étudiés :

- Le poids des racines et le nombre de nodosités.
- Le poids des racines et le nombre de tubérosités.
- La longueur des racines et le nombre de nodosités.
- La longueur des racines et le nombre de tubérosités.

Les coefficients de corrélation de Sbaa Tolba, Ferrana blanc, Ahchichane, Muscat d'El Adda sont également significatifs pour tous les paramètres, sauf pour le poids des racines et le nombre de nodosités. Quant à Aneb El Kadi, c'est entre le poids des racines et le nombre de tubérosités que « r » est non significatif.

Pour Ghanez, le coefficient de corrélation significatif est signalé seulement entre le poids des racines et le nombre de nodosité, ainsi qu'entre le poids des racines et le nombre de tubérosités.

Des coefficients significatifs sont observés aussi entre la longueur des racines et le nombre de nodosités chez l'espèce de *V. sylvestris* et entre le poids des racines et le nombre de nodosités chez Toutrissine.

Le porte-greffe Rupestris du Lot présente une forte corrélation entre le poids des racines et nombre de nodosités avec « r » le plus élevé de 0,79, suivi de Cherchali avec 0,72. Par contre, il est de 0,46 pour Amghar.

Muscat d'El Adda a enregistré également le coefficient le plus important de 0,82 entre le poids des racines et le nombre de tubérosités et il se classe en premier par rapport à tous les cépages étudiés. En revanche, pour Amellal, il est de 0,53.

Une forte corrélation a été signalée pareillement entre la longueur des racines et le nombre de nodosités avec le coefficient le plus important qui est de 0,80 chez Aneb El Kadi, contrairement au Ferrana blanc ($r = 0,43$).

Cherchali a enregistré le coefficient le plus élevé de 0,78 entre la longueur des racines et nombre de tubérosités, chez Muscat d'El Adda, il est de 0,47.

Tableau 14: Coefficients de corrélation « r » de chaque cépage.

		Longueur des racines (cm)	Nombre de nodosités	Nombre de tubérosités
Amellal	Poids des racines (g)	1,000000	0,641428	0,535378
	Longueur des racines (cm)	1,000000	0,742866	0,646088
	Nombre de nodosités		1,000000	0,681230
	Nombre de tubérosités			1,000000
Cherchali	Poids des racines (g)	1,000000	0,729054	0,593606
	Longueur des racines (cm)	1,000000	0,678969	0,780965
	Nombre de nodosités		1,000000	0,715794
	Nombre de tubérosités			1,000000
Aberkane	Poids des racines (g)	1,000000	0,716435	0,593587
	Longueur des racines (cm)	1,000000	0,718448	0,684013
	Nombre de nodosités		1,000000	0,528349
	Nombre de tubérosités			1,000000
Lakhdari	Poids des racines (g)	1,000000	0,473298	0,746608
	Longueur des racines (cm)	1,000000	0,510182	0,722777
	Nombre de nodosités		1,000000	0,667978
	Nombre de tubérosités			1,000000
Ferrana de Mascara	Poids des racines (g)	1,000000	0,637447	0,659429
	Longueur des racines (cm)	1,000000	0,696486	0,620600
	Nombre de nodosités		1,000000	0,449978
	Nombre de tubérosités			1,000000
Amghar	Poids des racines (g)	1,000000	0,469568	0,796367
	Longueur des racines (cm)	1,000000	0,604215	0,661485
	Nombre de nodosités		1,000000	0,655840
	Nombre de tubérosités			1,000000
Sbaa Tolba	Poids des racines (g)	1,000000	0,383541	0,531646
	Longueur des racines (cm)	1,000000	0,587915	0,580565
	Nombre de nodosités		1,000000	0,685607
	Nombre de tubérosités			1,000000
Ahchichane	Poids des racines (g)	1,000000	0,383598	0,719433
	Longueur des racines (cm)	1,000000	0,657931	0,766437
	Nombre de nodosités		1,000000	0,505275
	Nombre de tubérosités			1,000000
Musca d'El Adda	Poids des racines (g)	1,000000	0,383262	0,827682
	Longueur des racines (cm)	1,000000	0,604883	0,476596
	Nombre de nodosités		1,000000	0,494663
	Nombre de tubérosités			1,000000
Ferrana blanc	Poids des racines (g)	1,000000	0,323153	0,561917
	Longueur des racines (cm)	1,000000	0,434341	0,537915

	Nombre de nodosités		1,000000	0,645765
	Nombre de tubérosités			1,000000
Aneb El Kadi	Poids des racines (g)	1,000000	0,744554	0,425289
	Longueur des racines (cm)	1,000000	0,800312	0,543455
	Nombre de nodosités		1,000000	0,529198
	Nombre de tubérosités			1,000000
Ghanez	Poids des racines (g)	1,000000	0,399120	0,095149
	Longueur des racines (cm)	1,000000	0,646143	0,569201
	Nombre de nodosités		1,000000	0,625538
	Nombre de tubérosités			1,000000
Toutrissine	Poids des racines (g)	1,000000	0,471415	0,083575,
	Longueur des racines (cm)	1,000000	0,344881	0,123647
	Nombre de nodosités		1,000000	0,760493
	Nombre de tubérosités			1,000000
Vitis. Sylvistris	Poids des racines (g)	1,000000	0,383870	0,236326
	Longueur des racines (cm)	1,000000	0,522905	0,097125
	Nombre de nodosités		1,000000	0,449606
	Nombre de tubérosités			1,000000
Ain El Bouma	Longueur des racines (cm)	1,000000	0,165312	0,257962
	Poids des racines (g)	1,000000	-0,011859	0,009623
	Nombre de nodosités		1,000000	0,589048
	Nombre de tubérosités			1,000000
Ahmar Bou Amer	Poids des racines (g)	1,000000	-0,107480	-0,248977
	Longueur des racines (cm)	1,000000	-0,079030	-0,342312
	Nombre de nodosités		1,000000	0,262275
	Nombre de tubérosités			1,000000
Rupestris du Lot	Poids des racines (g)	1,000000	0,795630	
	Longueur des racines (cm)	1,000000	0,491860	
	Nombre de nodosités		1,000000	

Nous remarquons que les coefficients de corrélation obtenus sont tous positifs. Cela explique que le nombre de tubérosités et de nodosités évoluent dans le même sens que le poids et la longueur des racines.

Les travaux anciens de DUSSUC (1894) et récents de REYNIER (2005) ont signalé la préférence du phylloxera radicole à absorber de la sève au niveau du système racinaire en croissance. Ce puceron a tendance à s'attaquer aux endroits où ce suc végétal est abondant.

Mais, cette notion n'est pas toujours fiable, puisque nous avons noté des coefficients de corrélation non significatifs pour certains cépages, car l'interaction entre le puceron et la plante peut se rompre à tout moment, cela peut être engendré par l'apparition des obstacles de l'ordre physiologique ou anatomique provenant soit de la plante, soit de l'insecte lui-même.

5- Evaluation de la biomasse sèche des racines

D'après les résultats obtenus (annexe 5) dans la figure 32, le poids moyen de la matière sèche pour tous les cépages étudiés se situe entre 0,20 et 2,16 g, chez les cépages autochtones, le plus élevé est enregistré pour Cherchali avec 0,56g, suivie de Lakhdari avec 0,48g. En dernier, il vient Ain EL Bouma avec 0,20g.

Quant au porte-greffe SO4, il présente le poids moyen le plus élevé parmi tous les cultivars étudiés et il s'élève à 2,16g.

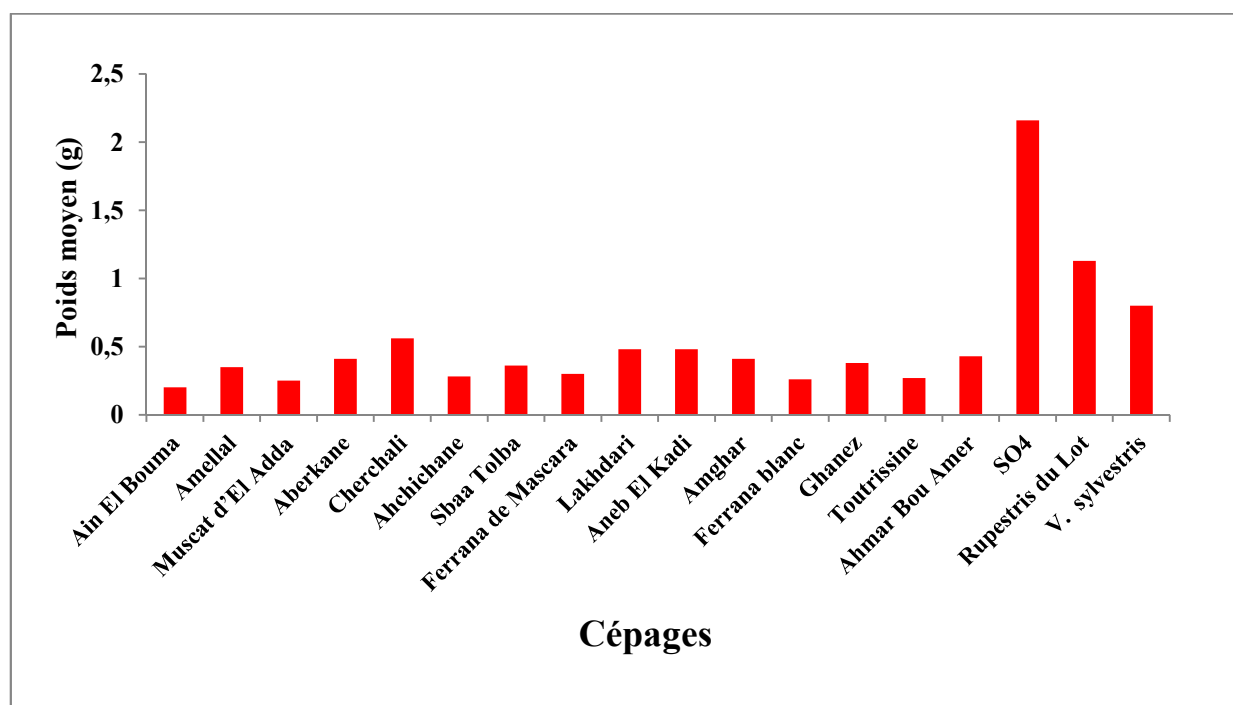


Figure 32: Poids moyen de la biomasse sèche des racines de chaque cépage.

L'analyse de la variance, au seuil de 5% (Tab. 15), montre que le poids moyen de la matière sèche des racines varie d'une façon très hautement significative selon les cépages ($p=0$).

Tableau 15: Résultats de l'analyse de la variance au seuil de 5% pour le poids moyen de la biomasse sèche selon les cépages.

	S.C.E	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
Var. totale	36,273	143	0,254				
Var. facteur	29,313	17	1,724	31,216	0		
Var. résiduelle	6,96	126	0,055			0,235	44,18%

Le test de NEWMAN-KEULS, au seuil de 5%, a classé les moyennes du facteur étudié en 4 groupes homogènes qui sont respectivement A, B, C et D (Tab. 16).

Le groupe (A) renferme le porte-greffe SO4, le groupe (B) le Rupestris du Lot, le groupe (C) l'espèce de *V. sylvestris*. Enfin, le groupe (D) qui regroupe tous les cépages autochtones restants (Tab. 16).

Tableau 16: Groupes homogènes formés pour le poids moyen de la matière sèche (g) des racines de chaque cépage étudié.

Cépages	Poids moyen (g) de la matière sèche ± écart-type	Groupes homogènes
SO4	2,16 ± 0,37	A
Rupestris du Lot	1,13 ± 0,38	B
<i>Vitis sylvestris</i>	0,80 ± 0,35	C
Cherchali	0,56 ± 0,32	D
Lakhdari	0,48 ± 0,22	D
Aneb El Kadi	0,48 ± 0,20	D
Ahmar Bou Amer	0,43 ± 0,19	D
Amghar	0,41 ± 0,20	D
Aberkane	0,41 ± 0,25	D
Ghanez	0,38 ± 0,15	D
SbaaTolba	0,36 ± 0,10	D
Amellal	0,35 ± 0,24	D
Ferrana de Mascara	0,30 ± 0,12	D
Ahchichane	0,28 ± 0,18	D
Toutrissine	0,27 ± 0,14	D
Ferrana blanc	0,26 ± 0,19	D
Muscat d'El Adda	0,25 ± 0,14	D
Ain El Bouma	0,20 ± 0,10	D

D'après CHAMPAGNOL (1984), l'expression végétative peut être évaluée par la quantité totale de la matière sèche accumulée dans les parties végétatives de la plante (racines, rameaux, tronc, feuilles), car elle est plus explicative, puisque le poids frais est très influencé par la température de l'air lors des prises de mesure (pertes d'eau).

Selon les résultats obtenus, nous remarquons que le porte-greffe SO4, puisque il est indemne des attaques phylloxériques, a enregistré la valeur moyenne la plus élevée en matière sèche par rapport aux autres cépages attaqués par le phylloxera radicole. Aussi, le classement de Rupestris du Lot qui vient juste après SO4 est identique à celui obtenu pour la sensibilité à l'égard de ce puceron, de même pour *V. sylvestris*. Par contre, nous avons constaté que celui de tous les cépages autochtones vient en dernier.

Cela nous laisse supposer que les lésions provoqué par ce puceron ont un effet sur le poids de la matière sèche. La présence des nodosités et des tubérosités a influencé considérablement la croissance de la partie souterraine des plants testés.

Conclusion

Depuis la prise de conscience à propos de l'érosion génétique que subissent les vignes autochtones d'Algérie, différents travaux ont été entrepris pour la valorisation et la sauvegarde variétale de cette espèce. En effet, notre travail en fait partie et il se propose de bien cerner l'impact et la nuisibilité du phylloxera radicole sur 16 cultivars autochtones, un cépage lambrusque et deux porte-greffes (SO4 et Rupestris du Lot) afin d'évaluer leur sensibilité. Rappelons que ce ravageur est l'un des facteurs majeurs de cette érosion.

Notre étude a débuté par l'estimation du taux de reprise des cultivars retenus pour l'évaluation. Les résultats obtenus ont montré que leur taux moyen après la stratification était important et il est de 77,14%, le plus élevé est enregistré pour Rupestris du Lot et l'espèce de *V. sylvestris* qui avaient atteint 100%. Chez les cépages autochtones Ahchichane, Sbaa Tolba, Aneb El Kadi et Ahmar Bou Amer, ce taux a avoisiné les 90%.

Cependant, le taux moyen de réussite en forçage a baissé considérablement avec 52,78% seulement. Le rajout du substrat, suivi d'un tassement supplémentaire, nous a permis de bien maximiser le nombre des plants repris. Les meilleurs résultats ont été donc obtenus après cette opération, puisque ce taux s'est élevé à 66,67%.

Cette technique culturale s'est avérée importante pour le bon développement des racines, dont l'effet du rôle d'adhésion des boutures au substrat pourrait être l'assurance d'une bonne nutrition. Ainsi, les cépages Lakhdari et Ain El Bouma ont enregistré des pourcentages les plus élevés avec respectivement, 84% et 80%.

Différents taux de débourrement ont été observés sur l'ensemble des cultivars. Ces différences peuvent être causées par plusieurs facteurs, notamment l'influence génétique (toutes les variétés n'ont pas la même aptitude à la rhizogenèse), l'âge de la vigne et les différents pathogènes qui peuvent être nuisibles au développement des jeunes plants.

Quant à leur sensibilité, les résultats obtenus après les inoculations par les galles phylloxériques, ont montré que tous les cépages testés sont sensibles à ce puceron, à l'exception Rupestris du Lot qui a manifesté uniquement des nodosités et SO4 qui n'a subi aucune lésion.

Selon la classification proposée par POUGET et KIM (1978), nous avons groupé tous les cépages autochtones étudiés, *V. vinifera* ssp. *vinifera* et *V. sylvestris*, dans la classe sensible, tandis que les deux porte-greffes se retrouvent dans la classe résistante et très résistante, respectivement. Précisons que les deux porte-greffes étudiés appartenant aux

hybrides des vignes américaines connues pour leur grande résistance à ce puceron (BOUBALS, 1966 ; POUGET et KIM, 1979 ; BOUQUET, 1983 et OCETE, 2011).

Ces résultats ont été confirmés par l'analyse de la variance ($P > 0.05$) qui a montré des effets très hautement significatifs pour le nombre moyen de tubérosités et de nodosités, d'où nous constatons des différents niveaux de sensibilité selon les cépages. Aneb El Kadi ressort le plus sensible et il se classe en premier avec un nombre moyen des tubérosités égales à 7,47 et un nombre moyen des nodosités qui est de 15,41.

D'après HUGLIN et SCHNEIDER (1998), malgré l'absence des gènes de résistance, ces cépages transmettent des degrés variables de sensibilité à leurs descendances.

Les coefficients de corrélation étudiés ont montré également l'existence des relations de corrélation pour la majorité des cépages, parmi eux Amellal, Cherchali, Aberkane, Lakhdari, Ferrana de Mascara, Amghar, Sbaa Tolba, Ahchichane, Muscat d'El Adda et Aneb El Kadi.

Nous avons remarqué que plus la longueur et/ou le poids des racines augmentent, plus le nombre de tubérosités et le nombre de nodosités qui augmentent également. Cette évolution apparait logique, puisque l'insecte a tendance à chercher là où il ya beaucoup de la sève pour se nourrir.

Par ailleurs, le poids moyen de la matière sèche des racines s'étend de 0,20 à 0,56g chez ces cépages locaux. Quant à Rupestris du Lot et à SO4, ils ont enregistré les poids les plus élevés de 1,13g et 2,16g respectivement.

L'analyse de la variance ($P > 0.05$) a révélé une différence très hautement significative pour la variable étudié, d'où nous déduisons l'impact de cet insecte sur la matière sèche de ces racines.

En effet, le greffage de l'espèce de *V. vinifera* ssp. *vinifera* sur des porte-greffes résistants reste le seul moyen pour la multiplication. Cette technique permet de protéger les cépages sensibles contre ce nuisible phytophage. Cette affirmation réside dans la résistance de l'hybride de porte-greffe américain SO4 aux attaques du phylloxera.

Malheureusement, à l'avenir rien n'est sûr. Depuis quelques années, des études ont signalé l'apparition des biotypes plus virulents et dangereux dans de nombreux pays.

Ces nouvelles races peuvent surmonter la résistance de ces porte-greffes anciens. De ce fait, des recherches doivent se poursuivre pour bien surveiller ce ravageur redoutable, sans pour autant négliger également d'autres maladies qui menacent le vignoble algérien.

Afin d'assurer la pérennité et la sauvegarde du patrimoine génétique des cultivars locaux, des études plus élargies et plus approfondies sont plus que nécessaires à entreprendre pour bien évaluer leur capacité de résistance à l'égard de ce puceron, ainsi qu'à l'égard des autres pathogènes et ravageurs nuisibles.

Références bibliographiques

1. **AGOUAZI O., 2013.** Contribution à la caractérisation physico-chimique de cépages de *Vitis vinifera* ssp. *vinifera* autochtones d'Algérie. Mémoire de Magister en Sciences Agronomiques, Spécialité : Sciences de la Vigne et Préservation des Ressources Phytogénétique. Université Mouloud MAMMERRI de Tizi Ouzou (UMMTO). 102p
2. **AKKAK A., BOCCACCI P., LACOMBE T. et BOTTA R., 2007.** Relationships and genetic diversity of grapevine (*vitis vinifera* l.) Grown in Algeria and in mediterranean basin. *Génome*, vol 50, 325-328.
3. **ALI K., MALTESE F., FIGUEIREDO A., REX M., FORTES A.M., ZYPRIAN E., PAIS M-S. et VERPOORTE RCHOI Y-H., 2012.** Alterations in grapevine leaf metabolism upon inoculation with *Plasmopara viticola* in different time-points. *Plant Science*. 100– 107.
4. **ANONYME 1, 2006.** Viticulture : notions de base. Altervino in www.google.fr .
5. **ANONYME 2, 2010.** www.googleEarth.com.
6. **ARNOLD C., 2002.** Ecologie de la vigne sauvage (*Vitis vinifera* L. ssp *silvestris* (Gmelin) Hegi.) dans les forêts alluviales et colluviales d'Europe. *Geobotanica Helvetica*, vol 76, 256.
7. **ARNOLD C., 2009.** *Vitis vinifera* subsp. *Sylvestris*. Plant Survival. Nation Centre of Competence in Research. Université de Neuchatel. Suisse. 23p.
8. **ARNOLD C., GILLET F. et GOBAT J. M., 1998.** Situation de la vigne sauvage *Vitis vinifera* L. ssp. *silvestris* en Europe. *Vitis*, vol 37 (n°4),159-170.
9. **AUDOUIN V., 1942.** Histoire des insectes nuisibles à la vigne et particulièrement de la pyrale in **BARTIER M., 2012.** De l'écologie de *Sparganothis pilleriana* Den. & Schiff. (*Lepidoptera, Tortricidae*) à la protection intégrée des plantes. Mémoire d'ingénieur. Option : gestion durable du végétal. Institut Supérieur des Sciences Agronomiques, Agroalimentaires, Horticoles et du Paysage. France. 45p.
10. **BAILLOD M. et HÖHN H., 1996.** Phylloxera, *Daktulosphaira vitifolae* (Fitch), *Vitis vitifolae* (Fitch). Département fédéral de l'économie DFE. Station de recherches Agroscope changins. Wadenswil ACW. Fiche 822. Suisse. 3p.
11. **BLACKMAN R.L. et EASTOP V.F., 1984.** Aphids on the World's Crops: An Identification and Information Guide. John Wiley & Sons, Chichester, England. 466 p.

12. **BLOESCH B. et VIRET O., 2008.** Stades phénologiques repères de la vigne. Viticulture Arboriculture Horticulture, vol 40 (n°6), I-IV.
13. **BOUDON-PADIEU E., 2000.** Recent advances on grapevine yellows : Detection, etiology, epidemiology and control strategies. 13 th Meeting ICVG. Adelaide, Australia, March 12-17, 2000. Extended abstracts. 87-88.
14. **BONNET E. et COCQUEMPOT M.C., 2012.** Guide des lépidoptères ravageurs. Proclaim. Syngenta. France. 66p
15. **BOUARD J., 1966.** Recherche physiologiques sur la vigne et en particulier sur l'aoûtement des sarments. Thèse Bordeaux. 345p.
16. **BOUBALS D., 1966.** Etude de la distribution et des causes de la résistance au phylloxera radicole chez les vitacées. Ann. Amélioration des Plantes, vol 16, 145-185.
17. **BOUQUET A., 1983.** Etude de la résistance au phylloxera radicole des hybrides *Vitis vinifera x Muscadinia Rotundifolia*. Vitis, vol 22, 311-323.
18. **BOVEY R., GÄRTEL W., HEWITT W. B., MARTELLI G.P. et VUITTENEZ A., 1980.** Maladies à virus et affections similaires de la vigne. Ed. Payot, Lausanne, 181 p.
19. **BRANAS J. BERMON G., et LEVADOUX L., 1946.** Eléments de viticulture générale. European Commission. National Agricultural. Montpellier. 400p
20. **BRANAS J., 1963.** Dépérissement du 41B en Charente. Phylloxera et court-noué. Programme Agriculture et Viticulture, vol 161, 178-186.
21. **BRANAS J., 1970.** Les plants en pots. Programme Agriculture et Viticulture, vol 48, 291.
22. **BRETAUDEAU et FAUVE J., 1990.** Atlas de l'arboriculture fruitière. Vol 4. 263p.
23. **BRIEL P., 2012.** Le vignoble attaqué par les maladies. Suisse et régions. 3p.
24. **CADET A., 2005.** Le cépage *Vitis vinifera* L. cv. Fer Servadou : Etude de la nutrition minérale et des relations cépage, terroir, qualité du vin. Thèse de doctorat en Sciences Agronomiques. Institut Nationale Polytechniques de Toulouse. France. 16, 28.
25. **CAMPBELL C., 2005.** The botanist and the vintner, how wine were saved for wold. Algonkin books. Chapel Hill. NC. Etats-Unis. 320p.
26. **CARISSE O., BACON R., LASNIER J. et MCFADDEN-SMITH W., 2006.** Guide d'identification des principales maladies de la vigne. Agriculture et Agroalimentaire. Canada. 29p.

27. **CARRIER G., 2011.** Bases moléculaires de la variation clonale chez la vigne (*Vitis vinifera* L.) approche pangénomique. Thèse Doctorat en Biologie. Montpellier. 138.
28. **CARTER N., KER K. et MCFADDEN-SMITH W., 2003.** Guide d'identification des ravageurs et des maladies de la vigne. Fiche technique n° 97-167. Ontario. 4p.
29. **CARTON Y., 2006.** La découverte du phylloxera en France : un sujet de polémique. Les archives parlent (Hemiptera, Chermesidae). Bulletin de la Société entomologique de France, vol 111 (n°3). 305-316.
30. **CHAMPAGNAT P., 1980.** La greffe végétale, la multiplication végétative des plantes supérieures. Ed. Gautier Villars. Paris. 99-114.
31. **CHAMPAGNOL F., 1984.** Eléments de physiologie de la vigne et de viticulture générale. Ed. Saint Gely du Fesc. Montpellier, 351 p.
32. **CHAUVET M. et REYNIER A., 1979.** Manuel de viticulture. Collège d'Enseignement Agricole. Ed. Paris Bailliére. 351.
33. **CHRISTEN M., 2010.** Entretien des soles viticole : vers une moindre dépendance aux intrants herbicides et engrais. Service Vigne et Vin. Chambre d'Agriculture Gironde. N°38. France. 6p.
34. **CLEMENT A., 2012.** Promenade au sein du phylloxéra de la Vigne (*Phylloxera Vastatrix*). Le bouleversement de la viticulture dans la deuxième partie du 19ème. Séance ALS. 69p
35. **CORRIE A. M. et HOFFMANN A. A., 2004.** Fine-scale genetic structure of grape phylloxera from the roots and leaves of Vitis Australia. Heredity, vol 92, 118–127.
36. **DE BENEDICTIS A. J. et GRANETT J., 1992.** Variability of responses of grape phylloxera (Homoptera : Phylloxeridae) to bioassays that discriminate between California biotypes. Journal of Economic Entomology, vol 85 (n°4). 1527-1534.
37. **DE BENEDICTIS A. J. et GRANETT J., 1993.** Laboratory evaluation of grape roots as hosts of California grape phylloxera. American Journal of Enology and Viticulture (n°44), 285-291.
38. **DIEMER H., 2005.** Algérie, terre promise. Les vins d'Algérie en Bretagne : le vignoble algérien des années « coloniales ». 1p.
39. **DUFOUR R., 2006.** Raisins: Production biologique. National Sustainable Agriculture Information Service. ATTRA Publication #IP031. 42p

40. DUPARC T., 2013. Le poids des données économiques dans l'Algérie de demain. Noir & Rouge, n°18. France. 7p.
41. DUSSUC E., 1894. Phylloxera. Les ennemis de la vigne. Ed. J.B. Baillière. France. 9p.
42. EL-HEIT K., LAUCOU V., LAIADI Z., BELARBI B., HAMAMA A., LACOMBE T., BOURSIQUOT J. M., DERRIDJ A. et THIS P., 2003. Caractérisation ampélogométrique, ampélographique et moléculaire de la diversité des *Vitis vinifera* autochtones de la Kabylie en Algérie. Laboratoires des Ressources Naturelles : Viticulture/Arboriculture. Faculté des Sciences Agronomiques et des Sciences biologiques. UMMTO, Algérie. 10p.
43. EL-HEIT K., AGOUAZI O., HAMAMA A., AMIR Y., MEGHEZZI S., SEBKI S. et DERRIDJ A., 2013b. Contribution à la caractérisation technologique et biochimique des cépages de *Vitis vinifera* ssp. *vinifera* autochtones de l'Algérie. Ciencia E Tecnica Vitivinicola, vol 28, 947- 951.
44. EL-HEIT K., HAMAMA A., SEBKI S., MEGHEZZI S., AGOUAZI O. et DERRIDJ A., 2013 a. Caractérisation Ampélographique et ampélogométrique des cépages de *Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera* autochtones d'Algérie. Ciencia E Tecnica Vitivinicola, vol 28, 952- 956,526.
45. EL HEIT K., HAMAMA A., MOUHOUS A., MEGHEZZI S., AGOUAZI O., SEBKI S. et DERRIDJ A., 2013. Contribution à la caractérisation phénologique et agronomique des *Vitis vinifera* L. ssp. *Vinifera* autochtones d'Algérie. Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques. UMMTO. Algérie. 8p.
46. ESMENJAUD D., VOISIN R., FRITSCH J., BOUQUET A., LEMAIRE O. et CLAVERIE M., 2005. Le court-noué de la vigne : Le point sur la lutte contre la maladie à la journée « alternative ». Dossier. Phytoma. La Défense des Végétaux. N°587. France. 43-48.
47. FERJANI B. A., ZEMNI H., FNAYOU A. et GHORBE A., 2002. Comportement de plants de vigne issus de micro-greffage d'apex. Cahier agriculture. Vol. 11. N°5. Tunisie. 5p.
48. FOUJIL O., 1989. Les cépages autochtones en Algérie. Vol 13, n°1. 235-240.
49. FRAVAL A., 2005. Phylloxera, le retour ? Insecte. N° 136. 33-34.
50. GALE G., 2003. Saving the Vine from Phylloxera: a never-ending battle. In M. SANDLER and R. PINDER (eds). Wine: A scientific Exploration. London. 70-90.

51. GALET P., 1979. A practical ampelography grapevine identification. Cornell University Press, ITHACA. 248p.
52. Galet P., 1993. Précis de viticulture. 6ème éd. Dehan. Montpellier. 612 p.
53. GALET P., 2000. Précis de viticulture. 7ème éd. France. 602 p.
54. GALZY R., 1969. Remarques sur la croissance de *Vitis rupestris* cultivé *in vitro* sur différents milieux nutritifs. *Vitis*, vol 8, 191-205.
55. GARRIER G., 1989. Le phylloxera: une guerre de trente ans 1870-1900. Albin Michel. Paris. 194p.
56. GIORDANO L., 1978. Greffe et taille des arbres en 10 leçons. Ed. Hachette. Paris, 188p.
57. GIRARD G., 2001. Base scientifique et technique de la viticulture. Techniques et documentation. Lavoisier. Londres, Paris, New York. 221-275.
58. GRANETT J., WALKER M. A., KOCSIS L. et OMER A. D., 2001. Biology and management of grape phylloxera. *Annual Review of Entomology*, vol 46, 387-412.
59. GUILLAUME G., 2001. Bases scientifiques et technologiques de la viticulture. 5ème éd. TEC & DOC. N° 8587. Paris. 334p
60. HAMAMA A., 2008. Contribution à la caractérisation de cinq cépages autochtones (*V.v* ssp. *Sativa*) et deux lambrusques (*V. v* ssp. *Silvestris*) de la région de Timizart (W. Tizi Ouzou). Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Sciences Agronomiques. Spécialité : production végétale. Option : cultures pérennes. UMMTO. 39-67p.
61. HAMAMA A., 2013. Contribution à la caractérisation ampélographique et ampélogométrique des cépages de *Vitis vinifera* L. ssp. *vinifera* autochtones d'Algérie. Mémoire de Magister en Sciences Agronomiques. Spécialité : Sciences de la vigne et préservation des ressources phylogénétiques. UMMTO. 89p.
62. HARRIS A.R., 1988. Xiphinema index-resistant *Vitis* rootstocks screened for comparative field performance in a Chasselas vineyard replant site. *Vitis*, vol 27, 243-251.
63. HUGLIN P. et SCHNEIDER C., 1998. Biologie et écologie de la vigne, 2ème éd. Lavoisier TEC & DOC. N° 260. Paris. 370p.
64. HUGLIN P., 1986. Biologie et écologie de la vigne. Ed. Payot Lausanne. Paris. 371p.
65. INRA., 2013. Récapitulatif des superficies, des productions, des rendements et les taux d'accroissement 2011/2012.

66. **JAQUINET A., 1982.** Etude de l'influence de la date de récolte et de la durée de conservation des sarments greffons et des porte-greffes sur la réussite du greffage. 2ème colloque international sur la multiplication de la vigne. Bordeaux. 52-57.
67. **JOLY D., 2005.** Génétique moléculaire de la floraison de la vigne. Thèse doctorale en Aspects Moléculaires et Cellulaires de la Biologie. Ecole doctorale : Sciences de la Vie et de la Santé. Université Louis Pasteur de Strasbourg. 143p.
68. **JULLIARD B., 1967.** Sur la rhizogenèse chez la vigne. *Vitis*, vol 6, 375-382.
69. **KAPPEL C. D., 2010.** Biologie intégrative du métabolisme de la baie de raisin. Thèse de doctorat n°1793 en sciences, technologie, santé. Université de Victor SEGALEN Bordeaux 2. France. 177p
70. **KHELIL A., 1989.** Morphologie et physiologie de la vigne, Ed. Office des Publications Universitaires. Alger. 76p.
71. **KHOSTA M. R. K., 1983.** Recueil et évaluation des données sur les pertes de céréales vivrières causées par les ravageurs et maladies avant la récolte. Organisation des Nation Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. Etude FAO : développement économique et social. FAO. Rome. 116p.
72. **LAIADI Z., BENCHARIF S., LAKHRIF Z., BENTCHIKOU M. M. et MOHAND-LARBI R., 2013.** First ampelometric study of autochthonous grapevines in Algeria: Germoplasme collection of Mascara. *Vitis*, vol 52 (n°1), 21–27.
73. **LAIADI Z., BENTCHIKOU M. M., BRAVO G., CABELLO et MARTÍNEZ-ZAPATER J. M, 2009.** Molecular identification and genetic relationships of Algerian grapevine cultivars maintained at the germoplasme collection of Skikda (Algeria). *Vitis*, vol 48 (n°1), 25–32.
74. **LARIGNON P., 2012.** Maladies du bois : aspects pépinières et protection des plaies de taille. Institut Français de la vigne et de vin. France. P24.
75. **LECRENIER, MONIN et SANDSDARP, 1981.** Techniques de multiplication des arbres fruitiers et renouvellement des plantations, fruit. Belgique. 396, 233, 312.
76. **LEUTY T. et KER K., 1997.** Phylloxera de la vigne. Fiche technique N° 97-156. Ontario Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation. 8p.
77. **LOUVIEAUX J., 2004.** Mesure de l'efficacité d'extraits d'algues sur la vigne (*Vitis vinifera* L.) en conditions contrôlées et au vignoble, validée par la mesure de l'activité photosynthétique et les analyses chimiques. Mémoire d'Ingénieur en agronomie (Bio-ingénieur en Agronomie). Université Libre de Bruxelles (ULB). Belgique. 221p.

78. **MAAS F., 2008.** Evaluation of *Pyrus* and Quince Rootstocks for High Density Pear Orchards. In Proc. Xth IS on Pear. Eds A.D. Webster and C.M. Oliveira. Acta Horticulturae 800, International Society for Horticultural Science. 599-610.
79. **MAILLET P., 1957.** Phylloxera et Ecologie. *Vitis*, vol1, 57-65.
80. **MARCHIVE C., 2006.** Identification et caractérisation fonctionnelle d'un gène codant un facteur de transcription de type WRKY chez la vigne. Thèse doctorat. Université de Bordeaux1. France. 152 p.
81. **MARTINEZ-PENICHE R., 1999.** Effet des différentes populations (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch) du sud de la France, sur l'expression de la résistance des porte-greffes de vigne 41B et Aramon x *Rupestris* Ganzin N°9. *Vitis*, vol 38 (n°4), 167-178.
82. **MARTINS G., 2012.** Communautés microbiennes de la baie de raisin : incidence des facteurs biotiques et abiotiques. Thèse de doctorat n° 1924 en Sciences, Technologie, Santé. Université de Bordeaux 2. France. P 18.
83. **MASSON G., ROUCHAUD E. et ROMET L., 2008.** Etude de cépages tolérants aux maladies cryptogamiques. Chambre d'Agriculture Var. Groupe de Recherche en Agriculture Biologique (GRAB). Centre Rosé. France. 35p.
84. **MEGHEZZI S., 2013.** Contribution à l'étude de l'influence de la position du bourgeon de greffon de quelques cépages autochtones *Vitis vinifera* ssp. *vinifera* par rapport à l'œil du porte-greffe sur la reprise des plants en pots. Mémoire de magister en Agronomie. Spécialité Science de la Vigne et Préservation des Ressources Phytogenétiques. UMMTO. 98p.
85. **MENUSIER C., 2010.** La maladie du vignoble français, le Phylloxéra. France. 4p.
86. **MORLAT R., 1981.** Effets comparés de deux techniques d'entretien du sol sur l'enracinement de la vigne et sur le milieu édaphique. *Agronomie*, vol1 (n°10). 887-896.
87. **MUJIRI L., KALATOZISHVILI E. et ORMOTSADZE M., 2002.** L'influence des bio-stimulateurs naturels sur la production des plants greffés de haute qualité. Georgia. 6p.
88. **OCETE R., CANTOS M., FAILLA O., LOVICU G., BIAGINI B., IMAZIO S., LARA M., MAGHRADZE D. et ANGELES LOPEZ M., 2011.** Considerations on the European wild grape vine (*Vitis vinifera* L. ssp. *sylvestris* (Gmelin) Hegi) and Phylloxera infestation. University of Sevilla. Spain. *Vitis*, vol 50 (n°2). 97-98.

- 89. OCETE R., CANTOS M., LOPEZ M. A., GALLARDO A., PEREZ M. A., TRONCOSO A., LARA M., FAILLA O., FERAGGUS F. J. and LINAN J. 2007.** Caracterizacion y Conservacion del Recurso Fitogénitico Vid Silvestre en Andalucía. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Sevilla. 15p.
- 90. OIV, 2013.** La superficie et la production des vignobles et la production de vin dans le monde.
- 91. OLLAT N., DECROOCQ S. et BOUQUET A., 2011.** L'amélioration génétique des porte-greffes dans le Monde: Etat actuel des recherches. Institut national de la recherche agronomique -Université de Bordeaux. France. 20p.
- 92. OLMO H. P., 1986.** The potential role of (*vinifera x rotundifolia*) hybrids in grape variety improvement. *Experientia*, vol 42, 921-926.
- 93. OLMO H. P., 1976.** Grapes, *Vitis*, Muscadinia (Vitaceae). Evolution of crop plants. Ed. N.W Simmonds. Longman. London. 294-298.
- 94. OTSMANE M. et SADAT D., 2009.** Effets de la position des bourgeons de cinq cépages autochtones sur la réussite des plants greffés sur le porte-greffe 1103p. Mémoire d'ingénieur d'Etat en agronomie. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie d'Alger. 75p.
- 95. PEREZ MARIN J.L., 2007.** Champignons in les parasites de la vigne, stratégies de protection raisonné. Ed. La vigne. DUNOD. N° 5100. Paris. 193, 205.
- 96. PEROS JP., BERGER G., PORTEMONT A., BOURSIQUOT JM. et LACOMBE T., 2010.** Genetic variation and biogeography of the disjunct *Vitis* subg. *Vitis* (vitaceae). *Journal of Biogeography*, vol 38 (n°3): 471-486.
- 97. PLANCHON J-E., 1874.** Le phylloxéra en Europe et en Amérique. *Revue des deux mondes* T.1. 3p.
- 98. POUGET R. et KIM S.K., 1978.** Etude méthodologique de la résistance au phylloxera : application à quelques croisements interspécifiques. In : Génétique et Amélioration de la vigne. II Symposium International sur l'Amélioration de la vigne. 189-197.
- 99. POUGET R., 1990.** Histoire de la lutte contre le phylloxera de la vigne en France. INRA. Paris.157p.
- 100. POUZOULET J., 2012.** Développement d'une méthodologie PCR en temps réel pour la détection et la quantification in planta des principaux champignons

pathogènes associés aux maladies du bois de la vigne. Thèse de Doctorat. Spécialité : Interactions plantes micro-organismes. Institut National Polytechnique de Toulouse. Ecole doctorale : Sciences Ecologiques, Vétérinaires, Agronomiques et Bioingénieries (SEVAB). Université de Toulouse. France. 151p.

101. **POWELL K. S., 2008.** Grape phylloxera: an overview. Root feeders: an ecosystem perspective. Ed. Johnson SN, Murray PJ. CAB International. Wallingford. 96–114.
102. **RAMMING D. W., 2010.** Greenhouse screening of grape rootstock populations to determine inheritance of resistance to phylloxéra. American Journal of Enology and Viticulture, vol 61: 334-339.
103. **REYNIER. A. et CHAUVET. M., 1979.** Manuel de viticulture. 3^{ème} éd. Ed. J-B Baillière. Paris, 319 p.
104. **REYNIER A., 1989.** Manuel de viticulture. 6eme éd. Lavoisier TEC & DOC. Paris. 414 p.
105. **REYNIER A., 1991.** Manuel de viticulture. 6eme éd. Lavoisier TEC & DOC. France. 396P
106. **REYNIER A., 2005.** Manuel de viticulture. 9eme éd. Lavoisier Tec & Doc. Vol1 N°626. France. 554p.
107. **REYNIER A., 2007.** Manuel de viticulture. 10ème éd. Lavoisier Tec & Doc. Paris. 600p
108. **REYNIER A., 2012.** Manuel de la viticulture. 11ème éd. Tec et Doc. Lavoisier. Paris. 608p.
109. **RIBEREAU-GAYON J. et PEYNAUD E., 1980.** Sciences et techniques de la vigne, traité d'ampélogie. Tome 1. Ed. DUNOD. Paris. 725p.
110. **RODRIGUES PEREZ M., 2007.** Pyrale de la vigne (*Sparganothis pilleriana* Schiffermuller) in les parasites de la vigne, stratégies de protection raisonné. Editions. La vigne. Ed. DUNOD. N° 5100. Paris. 33, 36.
111. **ROY M. et MAINGUY J., 2009.** Ravageurs galligènes de la vigne au Québec, Laboratoire de diagnostic en phytoprotection. Ministère de l'agriculture des Pêcherie et de l'Alimentation. Québec. 6p

112. SCHNEE S., 2009. Facteurs de résistance à l'oïdium (*Erysiphe necator* Schwein.) chez la vigne (*Vitis vinifera* L.). Thèse de doctorat de la Faculté des Sciences. Plant survival National Centre Compétences in Research. Université de Neuchâtel. France. 135p.
113. SCHWARTZ M., 2007. La lutte biologique contre les insectes ravageurs de culture. Médecine et Sciences Naturelles. CDI Garches. 4p
114. SCIENZA A. et BOSELLI M., 1981. Fréquence et caractéristiques biométriques des stomates de certains porte-greffes de vigne. *Vitis*, vol 20, 281-292.
115. SEBKI S., EL-HEIT K., HAMAMA A., MEGHEZZI S., AGOUAZI O. et DERRIDJ A., 2013. Caractérisation de la sensibilité des vignes autochtones d'Algérie au phylloxéra (*Daktulosphaira vitifoliae*). *Ciencia E Tecnica Vitivinicola*, vol 28, 957- 961.
116. SIMON J-L., EGGENBERGER W., KOBLET W., MISCHLER M. et SCHWARZENBA CH. J., 1992. Viticulture. 3^{ème} Ed. Payot Lausanne la Maison Rustique. Paris. 223p.
117. SKIREDJ A., DOU EL MACANE W. L. et ELATTIR H., 2003. Fiches techniques : Le bananier, la vigne et les agrumes. Bulletin Mensuel de Liaison et d'Information du PNTTA. Transfert de technologie en agriculture. MADER/ BERD. Sommaire n° 109 arboriculture. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II. Rabat. 4p.
118. SMITH E. H. 1992. The grape phylloxera, a celebration of its own. *American Entomologist*, vol 38, 212-221.
119. SONG G., 1990. Grape phylloxera (Homoptera : Phylloxeridae) biotype in France. *Journal of Economic Entomology*, vol 83, 489-493.
120. SPRING J-L., 2005. Comportement du Pinot noir sur différents porte-greffe dans des sols chlorosants du Valais central. *Revue suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, vol 37 (n°6), 331-336.
121. SPRING J. L., VERDENAL T., ZUFFEREY V., GINDRO K. et Olivier V., 2012. Influence du porte-greffe sur le comportement du cépage Cornalin dans le Valais central. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, vol 44 (n°5), 298–307.

- 122. TAGUEMOUT M., 2013.** Contribution à la caractérisation morphologique des pépins de quelques cépages *Vitis vinifera* ssp. *vinifera* autochtones d'Algérie. Mémoire de Magister en Sciences Agronomiques. Spécialité : Sciences de la vigne et préservation des ressources phylogénétiques. UMMTO. 138p.
- 123. TAYEB Be. M., 1990.** Le secteur viticole et vinicole en Algérie: marché interne et commerce international. *MEDIT*, vol 1 (n°1), 33-36.
- 124. THIS P., LACOMBE T. et THOMAS MR., 2006.** Historical origins and genetic diversity of wine grapes. *Trends in Genetics*, vol 22 (n°9), 511-519.
- 125. TISSANDIER G., 1873.** Le Phylloxéra et la nouvelle maladie de la vigne (3/4). E. Vignes. *La nature-Revue des sciences* (n°1-26), 43-44
- 126. TOLEDO PANOS J., 2007.** Cochenille farineuse de la vigne (*Pseudococcus citri*, Risso) in les parasites de la vigne, stratégies de protection raisonné. Ed. DUNOD. N° 5100. Paris. 46-47, 61.
- 127. VEYSSEYRE R., 2006.** Aide-mémoire, statistique et probabilité pour l'ingénieur. 2ème éd. DUNOD. Paris. 469p.
- 128. VIDAUD J., 1993.** Raisins de tables. 263p.
- 129. VILLA P., 2005 ;** La culture de la vigne. Ed. Vecchi S.A. Montmartre. Paris. 151p.
- 130. VIRET O., 2004.** L'esca en Suisse: situation en 2001 et évolution en 2004. Rencontre Technique. Les maladies du bois en Midi-Pyrénées-Esca et BDA. Toulouse. 43-46.
- 131. WALKER G., 2006.** Profil de la culture de la vigne au Canada. Centre pour la lutte antiparasitaire. Programme de réduction des risques liés aux pesticides. Agriculture et Agroalimentaire. Canada. 177p
- 132. WINKLER A. J., 1974.** Viticultura. Compañía Editorial Continental, S.A., Mexico. 792p.
- 133. WOLPERT, J., WALKER A., WEBER E., BETTIGA L., SMITH R. et VERDEGAAL P., 1994.** "Rootstocks and Phylloxera". Viticultural notes, University of California Cooperative Extension Napa County, n°6. 1p.
- 134. YOBREGAT O., 2010.** Les fiches pratiques : La production de plants de vigne en pépinières. Institut Français de la Vigne et du Vin de Midi-Pyrénées. France. 6p.

- 135. YOBREGAT O., SERENO C., AUDEGUIN L., LACOMBE T. et BOURSIQUOT J. M., 2011.** Conservation de la diversité intravariétale de la vigne en France : Situation générale en 2010, perspectives et priorités pour l'avenir-partie 1/2. Comité de lecture PAV; viticulture/ œnologie/ socio-économie. France. 211-230.

Annexes

Annexe 1 : Symptômes apparus au niveau des racines et feuilles

- Au niveau des porte-greffes



SO4

- Galls phylloxériques sur feuilles.
- Racines saines.

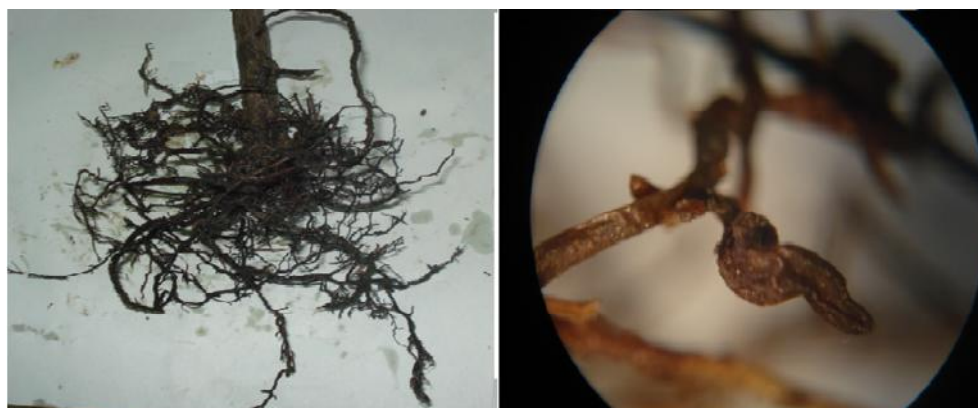


Rupestris du Lot

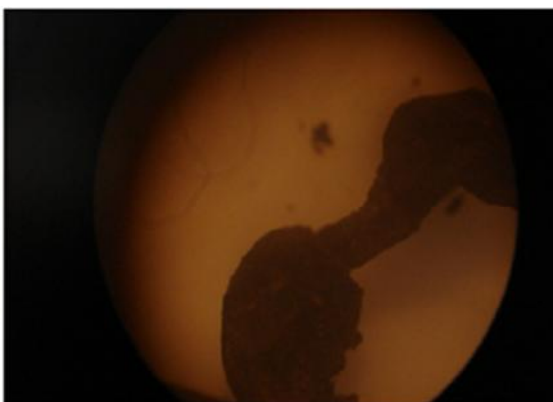
- mildiou sur les feuilles.
- Présence de nodosités sur les racines.

- Au niveau des cépages de *V. vinifera* L.

Présence de nodosités et de tubérosités sur les racines pour tous les cépages autochtones.



V. sylvestris



Cherchali



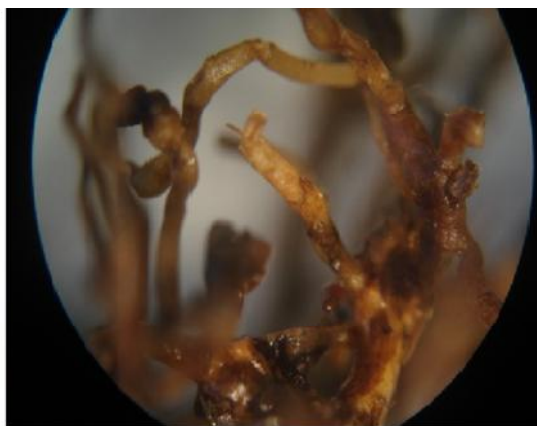
Lakhdari



Aneb El Kadi



Sbaa Tolba



**Ahmar Bou
Amer**



Amghar



Aberkane



Ghanez



Amellal



Ferrana de Mascara



Ahchichane



Toutrissine



Ferrana blanc


































**Muscat d'El
Adda**


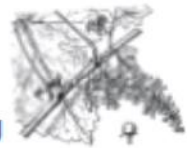
















**Ain El
Bouma**

Annexe 2: Stades phénologiques repères de la vigne d'après BLOESCH et VIRET (2008).

Code BBCH	Stade repère	Description	Code Baggiolini
0 = Débournement			
00		BOURGEON D'HIVER Période d'hiver (dormance). Stade de repos, oeil presque entièrement recouvert par deux écailles brunâtres. Les bourgeons sont pointus à arrondis selon les cépages.	A 
00 - 01		LA VIGNE PLEURE Premier signe visible de la reprise végétative.	A 
01		GONFLEMENT DU BOURGEON Début du gonflement des bourgeons, ils s'allongent à l'intérieur des écailles.	A 
05		BOURGEON DANS LE COTON Les écailles s'écartent, la protection cotonneuse (bourre) brunâtre est nettement visible.	B 
09		POINTE VERTE Débournement, l'extrémité verte de la jeune pousse est nettement visible.	C 
1 = Développement des feuilles			
10		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 
11		DÉVELOPPEMENT DES FEUILLES Première feuille étalée et écartée de la pousse.	D - E 
12		DÉVELOPPEMENT DES FEUILLES Deux feuilles étalées.	E 

Code BBCH	Stade repère	Description	Code Baggioini
1 = Développement des feuilles			
13		DÉVELOPPEMENT DES FEUILLES Trois feuilles étalées.	E 
14		DÉVELOPPEMENT DES FEUILLES Quatre feuilles étalées, stade 51 possible.	E - F 
5 = Apparition des inflorescences			
51		GRAPPES VISIBLES Inflorescences visibles, 4 à 6 feuilles étalées.	F 
53		GRAPPES SÉPARÉES Les inflorescences s'agrandissent, les boutons floraux sont encore agglomérés.	G 
55		BOUTONS FLORAUX SÉPARÉS Les boutons floraux de l'inflorescence sont séparés.	H 
6 = Floraison			
61		DÉBUT FLORAISON Les premières fleurs poussent le capuchon (pétales).	
62-63		FLORAISON 20 à 30% des fleurs sont ouvertes.	
65		PLEINE FLEUR 50% des fleurs sont ouvertes (capuchons tombés). L'ovaire reste nu, tandis que les cinq étamines s'étalent en rayon autour de lui.	I 
67-69		FIN DE LA FLORAISON Floraison en phase terminale, la plupart des capuchons sont tombés.	

Code BBCH	Stade repère	Description	Code Baggioini
7 = Développement des fruits			
71		NOUAISON Les ovaires commencent à grossir après la fécondation. Les étamines flétrissent, mais restent souvent fixées à leur point d'attache.	J 
73		DÉVELOPPEMENT DES BAIES Les baies ont atteint la grosseur de plombs de chasse, les grappes commencent à s'incliner vers le bas.	
75		DÉVELOPPEMENT DES BAIES (stade petit pois) 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 
77		FERMETURE DE LA GRAPPE 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 
8 = Maturation des baies			
81		VÉRAISON 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 
83-85		VÉRAISON Poursuite de la véraison. Les baies deviennent translucides (cépages blancs) et continuent à se colorer. Elles deviennent molles au toucher.	
89		RÉCOLTE Pleine maturité. Les baies sont mûres. Leur développement est maximal. L'augmentation des sucres et la diminution de l'acidité se stabilisent.	N 
9 = Sénescence			
91		MATURITÉ DES BOIS Les sarments principaux prennent un aspect brunâtre, ils se lignifient. Ce phénomène s'amorce dès la véraison et s'achève après la récolte.	O 
97		CHUTE DES FEUILLES Les feuilles se colorent et chutent progressivement. Début du repos végétatif.	P 

Annexe 3 : Taux de reprise des boutures

		Taux de reprise après stratification	Taux de reprise au forçage avant l'intervention culturale	Taux de reprise au forçage après l'intervention culturale
Cépages autochtones	Ain El Bouma	58,82%	50,00%	63,33%
	Amellal	57,69%	46,67%	60,00%
	Muscat d'El Adda	81,25%	61,54%	76,92%
	Aberkane	88,89%	45,83%	70,83%
	Bouni	96,67%	27,59%	44,83%
	Cherchali	67,44%	51,72%	65,52%
	Ahchichane	65,22%	43,33%	66,67%
	Sbaa Tolba	92,86%	53,85%	69,23%
	Ferrana de Mascara	96,55%	60,71%	60,71%
	Lakhdari	54,55%	46,67%	70,00%
	Aneb El Kadi	90,91%	33,33%	56,67%
	Amghar	85,29%	41,38%	62,07%
	Ferrana blanc	67,57%	60,00%	84,00%
	Ghanez	84,38%	51,85%	62,96%
	Toutrissine	75,00%	50,00%	63,33%
Ahmar Bou Amer	80,56%	55,17%	62,07%	
Porte-greffes	SO4	81,08%	70,00%	70,00%
	Rupestris du Lot	100,00%	72,41%	79,31%
Vigne lambrusque	<i>V. sylvestris</i>	100,00%	82,76%	82,76%
Moyenne de reprise		77,14%	52,78%	66,67%

Annexe 4 : Nombre moyen de tubérosités et de nodosités

		Nombre moyen de tubérosités	Nombre moyen de nodosités
Cépages autochtones	Ain El Bouma	1,23	3,64
	Amellal	2,64	5
	Muscat d'El Adda	2,35	4,41
	Aberkane	2,94	6,17
	Cherchali	4,82	8,23
	Ahchichane	3	5,41
	Sbaa Tolba	6,23	11,11
	Ferrana de Mascara	6,17	10,76
	Lakhdari	7,41	8,47
	Aneb El Kadi	7,47	15,41
	Amghar	7,41	14,41
	Ferrana blanc	4,11	10,29
	Ghanez	3,7	8,47
	Toutrissine	4,35	10,58
	Ahmar Bou Amer	4,58	9,35
Porte-greffes	SO4	0	0
	Rupestris du Lot	0,05	3,17
Vigne lambrusque	<i>V. sylvestris</i>	2,23	4,29

Annexe 5 : Poids moyen (g) de la biomasse sèche des racines

		Poids moyen (g) de la matière sèche
Cépages autochtones	Ain El Bouma	0,2
	Amellal	0,35
	Muscat d'El Adda	0,25
	Aberkane	0,41
	Cherchali	0,56
	Ahchichane	0,28
	Sbaa Tolba	0,36
	Ferrana de Mascara	0,3
	Lakhdari	0,48
	Aneb El Kadi	0,48
	Amghar	0,41
	Ferrana blanc	0,26
	Ghanez	0,38
	Toutrissine	0,27
	Ahmar Bou Amer	0,43
Porte-greffes	SO4	2,16
	Rupestris du Lot	1,13
Vigne lambrusque	<i>V. sylvestris</i>	0,8

Annexe 6 : Caractéristiques des porte-greffes principaux

Croisement	Porte Greffe	Tolérance au calcaire actif	IPC	Système racinaire	Vigueur	Influence sur la maturité	Tolérance aux terrains secs	Tolérance aux terrains humides	Notes
Vinifera	Fercal	45%	120	Plongeant	+	Avance	+	++	Sensible à la carence magnésienne
*	41 B	40%	80	Traçant	+	Retarde	++	-	Terrains Secs et Calcaire, N°1 en Champagne
Berlandieri	333 EM	40%	70	Plongeant	+	Retarde	+++	++	Presque plus diffusé
Rupestris	Ru 140	40%	90	Plongeant	+++	0	+++	+	Rustique et Vigoureux, pour les terrains secs
*	Paulsen 1103	19%	30	Plongeant	+++	0	++	++	Vigoureux, Sols Argilo-Calcaire, le + résistant au sel (0.1%)
Berlandieri	R110	17%	25	Plongeant	++	Retarde	++++	-	Vigoureux, résistant à la sécheresse, ne pas greffer sur Syrah
	161-49 C	25%	80	½-plongeant	+	Avance	++	-	Craint la thylose en terrains secs, convient bien aux terrains frais
Berlandieri	RSB 1	22%	50	½-plongeant	++	0	+++	++	Très utilisé dans les Charentes
*	420 A	20%	40	½-plongeant	-	Retarde	+	-	Riparia des terres calcaires
Riparia	SO4	20%	30	½-plongeant	+	0	+	++	Grefe le plus diffusé, s'adapte à la majorité des terrains
	5 BB	20%	30	½-plongeant	++	0	+	++	Terrains pauvres de coteaux
	5 C	17%	25	½-plongeant	+	Avance	+	++	Terrains profonds, fertiles et humides
3309 * 161-49	Gravesac	15%	20	½-plongeant	+	Avance	++	+	Bon comportement sur sols Sablo-Graveleux, légèrement Acides
Riparia	3309 C	11%	10	½-plongeant	-	Avance	+	-	Porte Greffe Qualitatif
Rupestris	101-14 MG	10%	10	Traçant	-	Avance	-	++	Porte Greffe qualitatif des sols humides, sensible à l'acidité
Riparia	Riparia Gloire M	8%	5	Traçant	--	Avance	-	++	Le + qualitatif, pour les terres fraîches et fertiles d'alluvions

(www.pepinieres-tourette.fr)