

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
جامعة محمد بوقرة- بومرداس
Université M'HAMED BOUGARA –Boumerdes



Faculté des Sciences
Département d'Agronomie

Mémoire de Fin d'Etude en vue de l'obtention du Diplôme de MASTER

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Agronomiques

Spécialité : Phytopathologie

Thème

Inventaire des maladies fongiques de la vigne dans la région de Tizi-Ouzou et l'étude de l'action biofongicide de l'extrait brut de l'ail vis-à-vis du mildiou de la vigne.

Présenté par :

Soutenu le : 30/09/2021

Melle. IGHIL GUITOUN Manel

Devant le jury :

M^r MORSLI

A.M.C.B. (UMBB)

Président

M^{me} BENDIFALLAH L.

Professeur (UMBB)

Promotrice

M^{me} KEBIR S.

Chef de service (INPV)

Co-promotrice

M^r BENINAL L.

Chef de service (CNCC)

Examineur

Table des matières

Introduction générale

PARTIE I Analyse bibliographique

CHAPITRE I

Présentation de la vigne

1. Présentation botanique.....	- 1
-	
2. Systématique de la vigne :.....	- 1 -
3. Données sur la viticulture :.....	- 2 -
3.1. Viticulture à l'échelle mondiale :.....	- 2 -
3.1.1. Bilan global du secteur vitivinicole :	- 2 -
3.1.2. Superficie viticole	- 2 -
3.1.3. Production de raisins	- 2 -
3.2. Viticulture en Algérie.....	- 3 -
4. Cépages et porte-greffes :.....	- 4 -
4.1. Cépages :.....	- 4 -
4.2. Porte-greffes :.....	- 5 -
5. Morphologie générale de l'espèce <i>Vitis vinifera</i> :.....	- 6 -
6. Physiologie de la vigne.....	- 11 -
6.1. Cycle végétatif	- 11 -
6.2. Phase reproductrice	- 12 -
7. Multiplication de la vigne.....	- 14 -
7.1. Multiplication par voie sexuée ou semis.....	- 14 -
7.2. Multiplication par voie asexuée ou végétative	- 14 -
7.3. Multiplication par culture <i>in vitro</i> :.....	- 15 -
8. Exigences de la vigne :.....	- 15 -
8.1. Facteurs naturels :	- 15 -
8.2. Facteurs cultureux :	- 16 -
8.2.1. Entretien du sol :	- 16 -

8.2.2. Taille	- 16 -
8.2.3. Fertilisation et alimentation minérale	- 16 -
8.2.4. Protection du vignoble.....	- 16 -

CHAPITRE II

Maladies de la vigne

1. Maladies abiotiques (non infectieuses) :.....	- 17 -
2. Maladies biotiques(infectieuses) :	- 18 -
2.1. Les ravageurs.	- 18 -
2.2. Les maladies virales	- 18 -
2.3. Maladies bactériennes	- 19 -
2.4. Maladies fongiques de la vigne	- 20 -
2.4.1. Oïdium :	- 20 -
2.4.2. Pourriture grise :.....	- 22 -
2.4.3. Mildiou de la vigne	- 25 -
2.4.4. Esca :.....	- 29 -
4.1. Syndromes de l'Esca :	- 29 -
4.2. Symptômes de l'Esca	- 30 -
3. Lutte contre les maladies fongiques de la vigne:.....	- 32 -

CHAPITRE III

Présentation de l'ail

1.Origine de l'ail	- 34 -
2. Classification de l'espèce <i>Allium sativum</i> L.	- 34 -
3. Données sur la production de l'ail :.....	- 35 -
3.1. Situation globale de la production de l'ail :	- 35 -
3.2.Production d'ail en Afrique :.....	- 36 -
3.3. Place de l'ail dans la production des légumes en Algérie 2018:.....	- 36 -
3.4. Zone et production d'ail en Algérie 2019	- 37 -
4. Description botanique :	- 37 -
4.1. Appareil végétatif :.....	- 37 -
4.1.1 Bulbe :.....	- 37 -

4.1.2. Racine, tige et feuilles :	- 38 -
4.2. Appareil reproducteur :	- 38 -
4.2.1. Inflorescence	- 38 -
4.2.2. Fleurs	- 38 -
4.2.3. Fruit	- 38 -
5. Culture et conditionnement :	- 39 -
5.1. Exigences climatiques	- 39 -
5.2. Culture	- 39 -
6. Composition de l'ail	- 39 -
6.1. Composés soufrés.....	- 39 -
6.2. Composés non soufrés.....	- 40 -
7. Propriétés de l'ail :	- 41 -
7.1. Pathologies fongiques, bactériennes, virales et parasitaires :	- 41 -
7.1.1. Activité anti-fongique :.....	- 41 -
7.1.2. Ativitéanti-bactérienne :	- 41 -
7.1.3. Activité anti-virale :	- 41 -
7.1.4. Activité antiparasitaire et antiprotozoaires :.....	- 41 -
7.2. Effets thérapeutiques :	- 41 -

PARTIE II Expérimentation

CHAPITRE I

Présentation de la zone d'étude

1. Superficie et situation géographique :.....	- 42 -
2. Relief	- 42 -
3. Surfaces agricoles utiles et totales :	- 42 -
4. Présentation des sites expérimentaux :.....	- 42 -
5.Présentation des vignobles et des viticulteurs :.....	- 43 -
6. Présentation du laboratoire d'étude :	- 44 -
7.Conditions climatiques :.....	- 44 -
7.1. Température :.....	- 44 -
7.2. Nébulosité :.....	- 45 -

7.2.1 Nébulosité :	- 45 -
7.3. Pluviométrie :	- 46 -
7.4. Photopériode :	- 46 -
7.5. Humidité :	- 46 -
7.6. Vent :	- 46 -

CHAPITRE II

Matériel et méthodes

1.1. Inventaire des maladies fongiques de la vigne dans la région deTizi-Ouzou	- 48 -
I-Matériel :	- 48 -
1. Matériel végétal :	- 48 -
2. Matériel d'échantillonnage :	- 48 -
3. Matériels du laboratoire.....	- 48 -
3.1. Grand matériel.....	- 48 -
3.2. Petit matériel	- 48 -
4. Milieu de culture	- 48 -
II- Méthodes :	- 49 -
1. Prospection :	- 49 -
2.Echantillonnage :	- 52 -
3. En laboratoire :	- 52 -
3.1. Préparation du milieu de culture :	- 52 -
3.2. Traitement des échantillons :	- 54 -
3.3. Isolement.....	- 54 -
3.3.1. Sur milieu de culture (PDA)	- 54 -
3.3.2. Dans les chambres humides :	- 54 -
3.4. Purification :	- 54 -
3.5 Observations :	- 55 -
3.5.2. Observation à partir du matériel végétal (chambres humides) :	- 55 -
3.6. Identification :	- 55 -

1.2. Etude de l'activité bio-fongicide de l'extrait brut de l'ail <i>Allium sativum</i> vis-à-vis <i>Plasmopara viticola</i> de la vigne.....	56 -
I. Matériel :	56 -
1. Matériel végétal	56 -
2. Appareillage.....	56 -
3. Verreries	56 -
4. Consommable	56 -
5. Petit matériel	56 -
II. Méthodes :.....	57 -
1. Préparation de l'extrait d'ail :	57 -
2. Préparation des dosages de l'extrait d'ail :	58 -

CHAPITRE III

Résultats et discussion

3.1. Inventaires des maladies fongiques observées et identifiées sur les vignobles des sites prospectés des régions de Draa Ben Khadda et Freha à TiziOuzou	59 -
3.1.1. Observations macroscopiques et microscopiques des maladies fongiques inventoriées.....	59 -
a. Maladie de l'Oïdium	Erreur ! Signet non défini.
3.2. Etude de l'activité bio-fongicide de l'extrait brut de l'ail <i>Allium sativum</i> vis-à-vis de <i>Plasmopara viticola</i> de la vigne.....	60 -
1. Observation macroscopique des souches du mildiou en chambre humide ...	60 -
2. Interprétation des résultats :.....	62 -
3. Observation microscopique de l'évolution de la souche de <i>Plasmopara viticola</i> :	62 -
4. Interprétation des résultats :.....	63 -
Discussion.....	64 -
3.3. Enquête des Pesticides utilisés par les viticulteurs sur vignobles :.....	65 -
Conclusion Générale	60 -

Références bibliographiques

annexes

resumes

Liste des figures

Figure 1 : Superficie de vigne et destinations de la production de raisin (OIV, 2017).	3 -
Figure 2 : Morphologie générale de la plante de vigne (Hidalgo, 2008)	6 -
Figure 3 : Caractéristiques de <i>Vitis vinifera</i>	10 -
Figure 4 : Logigramme de cycle du développement de la vigne représentant les différents stades phénologiques et physiologique (schéma adapté de Carbonneau, 1992 ; Coombe et Iland, 2004 ; Carmona et al., 2008).....	13 -
Figure 5: Systèmes de greffage (Abdenouz, 1995): (A) greffage à l'anglaise(B) greffage omega (C) greffage en fente	15 -
Figure 6: Cycle de l'oïdium de la vigne (Source : syngenta.fr)	21 -
Figure 7: Symptômes de l'Oïdium sur les différents organes de <i>Vitis vinifera</i> (Source : www.vitisphere.com)	22 -
Figure 8: Cycle de vie de <i>Botrytis cinerea</i> sur vigne (Fillinger et al, 2007) Pers.-	24 -
Figure 9: Tache nécrotique rougeâtre se développant à la périphérie d'une feuille de vigne infectée par <i>Botrytis cinerea</i> (www.inrae.fr).....	25 -
Figure 10:: Inflorescence colonisée par <i>Botrytis cinerea</i> a pourri et s'est desséchée (www.inrae.fr).....	25 -
Figure 11: détails de grappes atteintes par <i>Botrytis cinerea</i> sur cépage rouge (www.inrae.fr).....	25 -
Figure 12: détails de baies atteints par <i>Botrytis cinerea</i> sur cépage blanc (www.inrae.fr).....	25 -

Figure 13: Cycle de vie de <i>Plasmopara viticola</i> (Source : www.agro.basf.fr) ...	27
Figure 14: tâche foliaire de <i>Plasmopara viticola</i> sur face supérieure de la feuille (www.inrae.fr).....	28
Figure 15: La présence de <i>Plasmopara viticola</i> sur la face inférieure d'une feuille de vigne (www.inrae.fr).....	28
Figure 16: Mildiou mosaïque bien développé sur vigne (www.inrae.fr).	28
Figure 17: Le faciès nommé 'rot gris' sur vrille(www.inrae.fr).	28
Figure 18: inflorescences attaquées par <i>Plasmopara viticola</i> qui commence à fructifier en surface (www.inrae.fr).	29
Figure 19: Fructifications de <i>Plasmopara viticola</i> présentes sur ces baies présentant un symptôme de rot brun (www.inrae.fr).	29
Figure 20: Une feuille de cépage noir présentant des dessèchements et des décolorations foliaires de l'Esca (www.inrae.fr).	31
Figure 21: Une feuille de cépage blanc présentant des dessèchements foliaires de l'Esca (www.inrae.fr).	31
Figure 22: Une coupe transversale des ceps présentant des symptômes foliaires d'Esca permet d'observer	31
Figure 23: un cep exprimant la forme apoplectique de l'Esca survenu en cours de végétatio.....	31
Figure 24: Quelques exemples d'espèces ornementales du genre <i>Allium</i> : (Leblond, 2006).....	35

Figure 25: La présentation de la plante d' <i>Allium sativum</i> A : les feuilles ; B : infloraison ; C : bulbe d'ail ; D : les gousses d'ail (Goetz, et al., 2012; Moumen, 2016).....	- 38 -
Figure 26: Carte de la wilaya de Tizi-Ouzou montrant les zones d'échantillonnages Drâa Ben Khedda, Frèha.et Tiziouzou.....	- 43 -
Figure 27: Vignoble 1 à Drâa Ben Khedda planté selon le système de Pergola (Originale : IghilGuitounManel, 2021).....	- 49 -
Figure 28: Vignoble 2 à Drâa Ben Khedda (Originale : IghilGuitounManel, 2021).	- 49 -
Figure 29: Vignoble 3 à Drâa Ben Khedda (Originale : IghilGuitounManel, 2021). - 50 -	
Figure 30: Vignoble 4 abandonné à Freha (Originale : IghilGuitounManel, 2021). - 50 -	
Figure 31: Vignoble 5 à Drâa Ben Khedda (Originale : IghilGuitounManel, 2021). - 51 -	
Figure 32: Vignoble 5 à Drâa Ben Khedda(Originale : IghilGuitounManel, 2021). - 51 -	
Figure 33: Etapes de la préparation du milieu de culture PDA	- 53 -
Figure 34: Etapes de préparation de l'extrait d'ail	- 57 -

Liste des tableaux

Tableau 1 Caractéristiques et aptitudes culturales de quelques cépages de table cultivés en Algérie. (Benabderabou, 1971).....	- 5 -
Tableau 2: Maladies abiotique de la vigne.....	- 17 -
Tableau 3: Quelques insectes et acariens ravageurs responsables des maladies chez la vigne	- 18 -
Tableau 4 : Les principales maladies virales de la vigne (Source :Martelli, 1994 ;Boscia et al. 1995 ; Bovey et al., 1974 ; Crespy, 1992 ; Walter et al, 1996 ; Ouerfelli, 1989 ; Bahder et al. 2016 ; www.inrae.fr).	- 19 -
Tableau 5: Les principales maladies bactériennes de la vigne (Source : Ravaz, 1895 ; White et Braun, 1942 ; www.inrae.fr).	- 19 -
Tableau 6: Les principales maladies fongiques de la vigne (Source : Tahirine, 2015 ; www.inrae.fr).	- 20 -
Tableau 7: les principaux 20 pays producteurs d’ail dans le monde (FAOSTAT, 2018).	- 35 -
Tableau 8: Présentation des vignobles visités	- 43 -
Tableau 9: Dates d’échantillonnage, noms des viticulteurs et lieu des vignobles visités pour les échantillons.....	- 52 -
Tableau 10: Inventaires des maladies fongiques de la vigne dans la région de Tizi-Ouzou	- 59 -
Tableau 11: Diamètres en cm des souches selon les différentes doses de l’extrait de l’ail pendant une semaine.	- 60 -
Tableau 12: Calcul des moyennes :	- 61 -
Tableau 13: Calcul de la variance par le tableau d’ANOVA.....	- 62 -
Tableau 14: Récapitulatif des résultats d’observation du développement mycélien et des spores du mildiou <i>Plasmopara viticola</i> selon les différentes doses durant les trois notations :	- 63 -

Liste des graphiques

- Graphe 1: La superficie, production et rendement de l'ail en Algérie de 1998 à 2018 (FAOSTAT).....- 37 -
- Graphe 2: La température moyenne minimale et maximale à Tizi-Ouzou (Source : fr.weatherspark.com).....- 45 -
- Graphe 3: Les catégories de couverture nuageuse (Source : fr.weatherspark.com). - 45 -
- Graphe 4: La pluviométrie mensuelle moyenne (Source : fr.weatherspark.com). ...- 46 -
- Graphe 5: La vitesse moyenne du vent (Source : fr.weatherspark.com).- 47 -
- Graphe 6: Histogramme de l'activité biofongicide d'*Allium sativum* sur *Plasmopara viticola*- 61 -

Liste des Abréviations

ANOVA:Analysis Of Variance

ArMV:ArabisMosaic Virus

D: Dose

ENSA : Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie

FAOSTAT:Food and Agriculture Organization of the United NationsStatistics

GFLV:Grapevine Fan Leaf Virus

GLRV's:GrapevineLeaf RollAssociatedViruses

GRBV:GrapevineRed Blotch virus

Ha: hectare

INPV: Institut National de la Protection des Végétaux

INRA: Institut National des Recherches Agronomiques

J: Jour

Kcal: Kilo calories

OIV: Organisation Internationale de la Vigne et du Vin

PDA:Potato Dextrose Agar

R: Répétition

SRPV: Station Régionale de la Protection des Végétaux

T: Témoin

Introduction Générale

Introduction Générale

Introduction générale

Les vignes font partie des plantes les plus anciennes de la terre. Elles étaient là bien avant les Hommes. Elles sont également connues pour avoir contribué aux mythologies, aux religions et aux traditions. En somme, l'histoire de la vigne se confond avec celle de l'humanité.

La vigne est cultivée sur le territoire algérien depuis au moins 3 500 ans. Tour à tour, suite à diverses migrations ou occupations : des perses, des phéniciens, des grecs, des romains, des turcs, des espagnols, des portugais et en fin des français, s'y sont succédé (Belaid, 2017).

Aujourd'hui, cette culture aussi importante à l'échelle internationale et nationale est sujette à divers problèmes. La vigne est victime d'une dégénérescence de ses principales variétés de cépages, d'un manque de diversité génétique, du réchauffement climatique, mais d'autres causes sont également incriminées : les modes de taille, la qualité des sols, l'usage intensif de produits phytosanitaires pendant des décennies et essentiellement les maladies et ravageurs qui peuvent affecter la récolte.

Dans le présent travail, nous nous intéresserons d'une part, aux maladies fongiques menaçant les vignobles dans la région de Tizi-Ouzou. Pour cela, un inventaire est réalisé au niveau de plusieurs vignobles de la région et une enquête auprès des viticulteurs afin de pouvoir identifier les principaux problèmes phytosanitaires dues à des champignons phytopathogènes rencontrés sur culture de vigne et les moyens de lutte utilisés par ces viticulteurs pour lutter contre ces parasites.

D'une autre part, l'étude de l'activité anti-fongique de l'extrait brut de l'ail vis-à-vis du mildiou de la vigne *Plasmopara viticola* retrouvé au niveau des vignobles enquêtés, est menée au laboratoire.

Le présent travail s'articule autour de deux parties, la première concerne une recherche bibliographique comportant trois chapitres qui traitent de la culture de la vigne, ses maladies et la culture d'ail. La deuxième partie concerne l'expérimentation et présente trois chapitres également, le premier présente la région d'étude, le deuxième détaille l'inventaire et l'enquête réalisés et le troisième traite de l'étude de l'activité bio-fongicide de l'ail vis-à-vis du mildiou. Chacune des deux parties du chapitre matériel et méthodes présente leur propre matériel, méthodes, résultats et discussion. Au final, le travail est achevé par une conclusion générale et des perspectives.

PARTIE I

Analyse bibliographique

CHAPITRE I

Présentation de la vigne

Chapitre I -Présentation de la vigne

1. Présentation botanique

La vigne (*Vitis vinifera L.*) est une plante lianescente à tiges sarmenteuses appartenant à la famille des Vitacées (Alem, 2014). Elle fait partie des angiospermes dicotylédones selon la classification nommée « AngiospermPhylogeny Group classification » (APG III) de Chase et Reveal (2009). Elle est originaire des zones septentrionales tempérées d'Amérique, d'Asie et d'Europe. La famille botanique de la vigne a une diversité génétique complexe, répartie en trois groupes principaux éco-géographiquement: l'Occidentalis, la Ponticaet l'Orientalis (Chadefaud et Emberger, 1960 cités par Bordiec, 2010). Selon Galet (2001), elle comprend 19 genres et 62 espèces, Parmi lesquelles :

- Le genre *Parthenocissus*, auquel appartiennent les vignes vierges, originaire d'Asie et d'Amérique du nord.
- Le genre *Vitis*, auquel appartiennent les vignes cultivées, originaires des zones chaudes ou tempérées de l'hémisphère nord, ce genre est divisé en deux sous genres : *Muscadinia* et *Euvinis*.

A l'intérieur d'*Euvinis*, on distingue trois principaux groupes : le groupe Euroméditerranéen représenté par une seule espèce (*Vitis vinifera L.*), le groupe Asiatique par une dizaine d'espèces et le groupe Américain par une vingtaine d'espèces.

2. Systématique de la vigne :

Selon Crespy (1987) et Messaoudi (2007) la classification de *Vitis vinifera* est :

Embranchement : Spermaphyte

Sousembanchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sousclasse : Archichlamydées

Ordre : Rhamnales

Famille : Vitacées

Genre : *Vitis*

Espèce : *Vitis vinifera*

3. Données sur la viticulture :

3.1. Viticulture à l'échelle mondiale :

3.1.1. Bilan global du secteur vitivinicole :

En 2018, le directeur général de l'OIV, Pau Roca, a présenté le bilan global du secteur vitivinicole à l'occasion du 42ème Congrès Mondial de la Vigne et du Vin, à Genève (Suisse). Le bilan traite la superficie en vigne, la production de raisins, la production et la consommation de vin, les exportations et les importations de vin.

- La superficie viticole mondiale s'élève à 7,4 millions d'hectares.
- La production mondiale de raisin atteint 78 millions de tonnes.
- La production mondiale de raisin de table est de 27,3 millions de tonnes.
- La production de raisin sec est de 1,3 millions de tonnes.
- La production mondiale de vin est évaluée à 292 millions d'hectolitres.
- La consommation mondiale de vin est estimée à 246 millions d'hectolitres.
- Les échanges mondiaux de vin atteignent 108 millions d'hectolitres en volume et 31 milliards d'euros en valeur.

3.1.2. Superficie viticole

La superficie du vignoble mondial en 2018 s'élève à 7,4 millions d'hectares. L'Espagne reste largement en tête pour les surfaces cultivées avec 969 milliers d'hectares, devant la Chine (875 milliers d'hectares) et la France (793 milliers d'hectares).

3.1.3. Production de raisins

- **Production de raisins frais**

En 2018, la production mondiale de raisins frais est de près de 78 millions de tonnes. Depuis 2000, la tendance de la production de raisins est en hausse (+1% par an), malgré la diminution de la superficie du vignoble (-3% sur la même période). Ceci s'explique principalement par une hausse des rendements, provenant de l'amélioration continue des techniques viticoles.

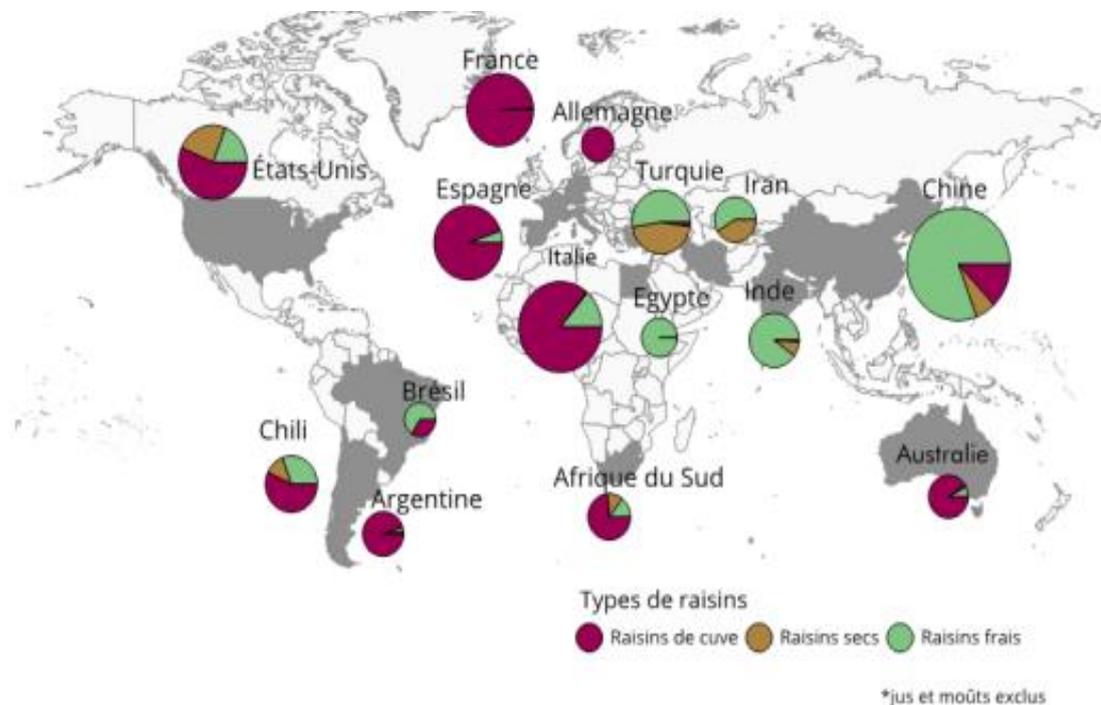
La Chine est le 1er producteur mondial avec 11,7 millions de tonnes (15% de la production mondiale de raisins), suivie de l'Italie (8,6 millions de tonnes), des États-Unis (6,9 millions de tonnes), de l'Espagne (6,9 millions de tonnes) et de la France (5,5 millions de tonnes).

- **Production de raisins de tables**

La récolte de raisins de table atteint 27,3 millions de tonnes en 2018. La Chine reste le 1er producteur mondial (9,5 millions de tonnes), suivie par la Turquie (1,9 millions de tonnes) et l'Inde (1,9 millions de tonnes).

- **Production de raisins secs**

La production de raisin sec est évaluée à 1,3 millions de tonnes en 2018. La Turquie (381 milliers de tonnes) et les Etats-Unis (263 milliers de tonnes) sont toujours les deux premiers producteurs mondiaux et représentent presque 50% de la production mondiale.



© OIV

Figure 1 : Superficie de vigne et destinations de la production de raisin (OIV, 2017).

3.2. Viticulture en Algérie

La vigne est cultivée sur le territoire algérien depuis au moins 3 500 ans. Tour à tour, suite à diverses migrations ou occupations : des perses, des phéniciens, des grecs, des romains, des turcs, des espagnols, des portugais et des français, s'y sont succédé (Belaid, 2017). Levadoux et *al.* (1971) ont estimé la superficie viticole à 3000 hectares avant la période coloniale.

Durant la période coloniale, les Français développèrent massivement le vignoble algérien, qui en culmine à 360 000 hectares dans les années 1930-1939, avec une production de 17,2 millions d'hectolitre de vin.

Par comparaison, durant cette décennie le vignoble produit annuellement 58,8 millions d'hectolitre sur 1,53 millions ha. L'Algérie devient le quatrième producteur de vins dans le monde (Belaid, 2017).

Après l'indépendance, la viticulture algérienne fait face à une crise viticole entre l'Algérie et la France en 1966, ce qui a poussé l'Algérie à procéder à des programmes de reconversions par l'arrachage des vignobles réduisant ainsi les superficies aux environs des 50 000 hectares à la fin des années 90.

A partir de 2000, un plan de relance de l'agriculture a permis de redynamiser cette culture, ainsi les superficies ont augmentés pour atteindre 75000 ha en 2017, mais il ne se place plus qu'au 22ème rang au niveau mondial (OVI, 2018).

4. Cépages et porte-greffes :

Les vignes cultivées diffèrent les unes des autres par l'aspect de leur feuillage et de leurs grappes ; elles constituent ce que les vignerons appellent cépages et les botanistes cultivars.

4.1. Cépages :

Le patrimoine variétal est classé en trois catégories: les variétés autochtones, les variétés classiques et les variétés nouvelles.

- En fonction de l'époque de maturité, on distingue : les cépages précoces (maturité: 2e semaine de juillet), les cépages de saisons (maturité: fin juillet à mi-septembre) et les cépages tardifs (maturité après la mi-septembre).
- En fonction de la couleur du raisin, on distingue selon (Lehad, 2011) : les raisins blancs, les raisins roses et les raisins noirs.
- D'après les caractéristiques morphologiques des grappes et des baies, et la destination des raisins, on distingue plusieurs catégories de cépages (Reynier, 2007): les cépages de cuve, les cépages de table et les cépages de séchage.

Un arrêté du Ministère de l'Agriculture publié en Journal Officiel de la République Algérienne le 12 novembre 2017, définit une liste de 89 variétés, 10 portegreffes, 53 cépages de table, 05 cépages à raisin secs, 18 raisin noir ou rose et 13 raisin blanc.

Pour les variétés autochtones, on rencontre la variété de Chaouch dans la région de Boumerdes, la variété Frannaà Mascara et la variété Hmar Bou Amer à Médéa(Lehad, 2016).

4.2. Porte-greffes :

D'après Carbonneau et Cargnello (2003), les porte-greffes appartiennent en majorité à des espèces d'origine américaine du genre *Vitis* ou résultent de croisements artificiels entre les espèces suivantes: *Vitis riparia*, *Vitis rupestris*, *Vitisberlandieri* et *Vitis vinifera*.

Tableau 1 : Caractéristiques et aptitudes culturales de quelques cépages de table cultivés en Algérie. (Benabderabou, 1971)

Cépage	Couleur	Maturité	Aptitudes culturales	Porte-greffe	Zone de culture
Cardinal	Rose	1ere semaine de juillet	-Terres riches sensibles au mildiou, oïdium et gelées d'hiver	P 1103 B 41	Zones chaudes bien exposé au soleil, zone littorales.
Alphonse Noire Lavallée «Gros Noir »	Noire	Fin de juillet début aout	-Terrain frais et fertile, sensible à oïdium, mildiou, bonne transportabilité	SO4 R 110 R 99	Plaines sublittoral, vallées intérieures
Italia	Blanche Doré	-Zones littorales fin juillet-début septembre -Zone de montagne mi-octobre mi-Novembre	-Sols riches et frais sensible au mildiou et oïdium à la pourriture grise et aux gelées d'hiver	R99 R 110 P 1103	Plaines littorales et Zone de montagne
Muscat d'Alexandrie	Jaune vert	mi-août mi-septembre	-Redoute le sirocco préfère la proximité de la mer	SO4 B 41	Zones littorales
Ahmer Bou Amar	Rose ou rouge vif	mi-septembre à mi-novembre	-Sols riches, a besoin de nuits froides pour colores ses grains	B 41 P 1103	Zone de montagnes

Valensi	Jaune doré	mi-septembre à	Se conserve bien sur	R 110	Zone	de
		fin décembre	souche	P 1103	montagnes	et
			Résiste au transport	B 41	plaines sèches	

5. Morphologie générale de l'espèce *Vitis vinifera* :

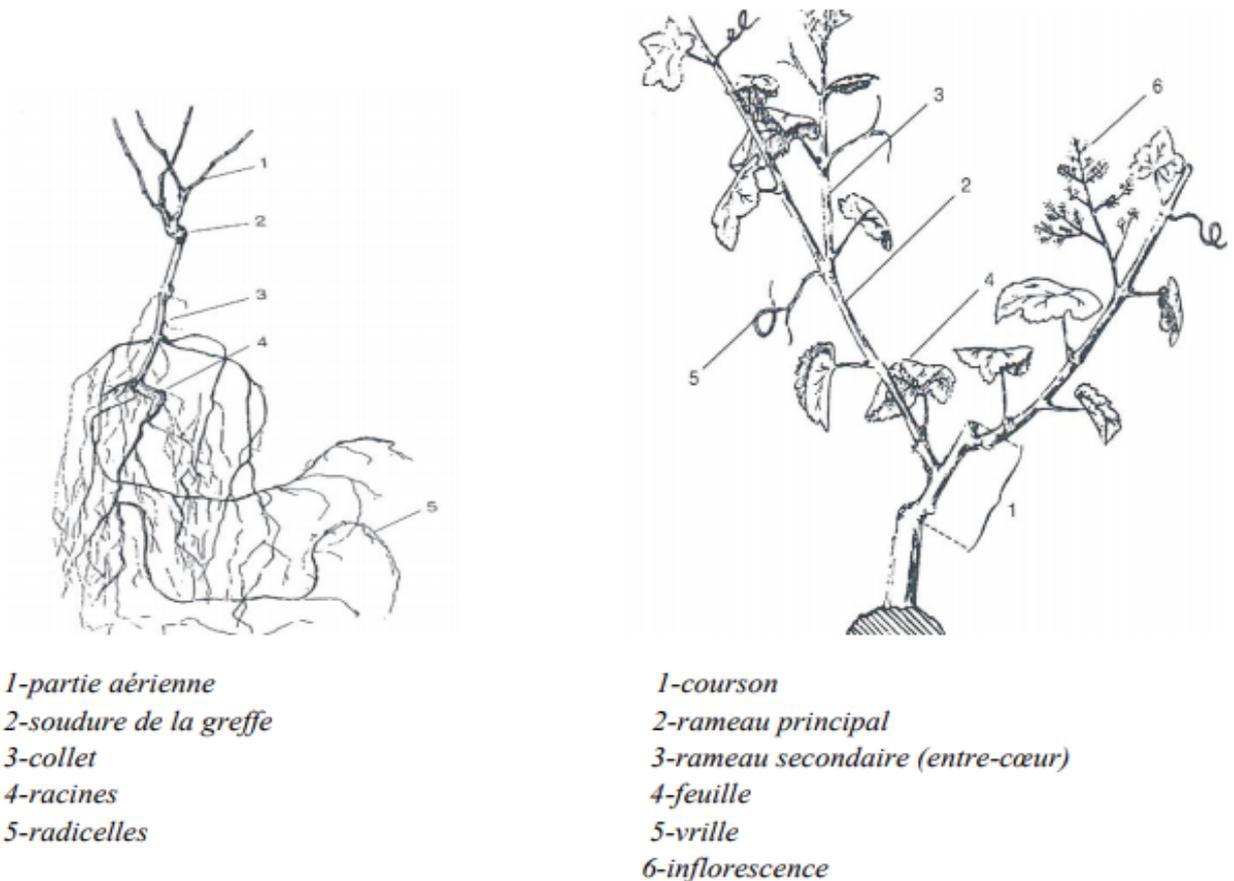


Figure 2 : Morphologie générale de la plante de vigne (Hidalgo, 2008)

• Système racinaire :

Le système racinaire se met en place à partir de 2 ou 3 racines principales qui se ramifient par la suite en racines secondaires, tertiaires, etc... (Huglin, 1986) terminées par une coiffe. Les racines portent des radicelles dont l'ensemble constitue le chevelu par lequel sont absorbées l'eau et les matières minérales nécessaires à l'alimentation de la vigne. Les racines atteignent généralement 2 à 5 mètres de longueur, mais peuvent s'enfoncer dans le sol jusqu'à 10-12 mètres (Galet, 1993). La vigne a également une forte propension à former des racines adventives. Ces racines se mettent en place sur la tige, généralement au niveau des nœuds de sarments ou d'axes caulinaires plus vieux en contact avec le sol.

- **La tige:**

La vigne est une plante sarmenteuse dont la tige et les rameaux, plus ou moins grêles, s'enlacent autour des supports qu'ils rencontrent. Le tronc de la vigne reste grêle le plus souvent, flexible, pouvant s'élever jusqu'à 20 à 30 mètres de hauteur. Il se ramifie en plusieurs branches qui portent les tiges de l'année appelées rameaux tant qu'elles demeurent herbacées et sarments après l'aoûtement (Galet, 1993). En dehors de son rôle de support, le tronc sert au transport de la sève brute et de la sève élaborée par l'intermédiaire des vaisseaux du bois et du liber. Il joue également un rôle de réservoir pour les substances de réserve qui s'accumulent dans les cellules du bois (Huglin et Schneiderc, 1998); (Galet P., 2000).

- **Les rameaux :**

Chaque année, au printemps, des pousses herbacées se développent à partir des bourgeons, ce sont les rameaux. Les rameaux ou sarments annuels de la vigne sont grêles, cylindriques ou aplatis, ils sont généralement de 8 à 30mm de diamètre et une longueur de 1 à 2 m; ils peuvent atteindre annuellement une longueur de 8 à 10m. Chaque rameau est composé d'une succession de nœuds et de mérithalles (entre-nœuds). Les nœuds portent les différents organes : feuilles, bourgeons et inflorescences ou vrilles. Le rameau reste herbacé devient ligneux eu mois d'août puis s'aoûte. (Huglin et Schneiderc, 1998); (Mullins, Bouquet et Williams, 1992); (Galet, 2000).

- **Les feuilles :**

La feuille de vigne comporte deux parties, le pétiole et le limbe. Le pétiole rattache le limbe à la tige au niveau du point pétiolaire, et le limbe est la partie plane, où s'effectuent la photosynthèse, la transpiration et la respiration (Fournioux et Adrian, 2011). Le limbe comprend 5 nervures principales qui partent du point pétiolaire ; elles se ramifient en nervures secondaires (Bretaud, 1964). La taille des feuilles peut varier de 50 à 500 cm², suivant les espèces et les cépages (Crespy, 1992).

- **Les yeux et bourgeons :**

D'après Ribereau-Gayon et Peynaud (1971), un bourgeon est un rameau feuillé embryonnaire, miniature constitué essentiellement par un petit axe très court, garni d'ébauches de feuilles et terminé par un méristème. Un œil est un complexe de bourgeons élémentaires rassemblés sous des écailles communes. Quand le bourgeon se développe, les feuilles s'accroissent, l'axe s'allonge et le méristème donne naissance à de nouveaux tissus et organes.

• Vrilles :

Les vrilles sont des organes de soutien qui permettent aux rameaux de la vigne de s'accrocher aux supports situés à proximité. Les vrilles sont opposées aux feuilles ; sur chaque rameau on les observe, en général, à partir de la quatrième ou cinquième feuille (Bretaudeau, 1990).

• Inflorescences :

L'inflorescence de *Vitis vinifera* est une inflorescence à deux bras. Elle apparaît peu après le débourrement et sa croissance se poursuit jusqu'à la véraison. La forme générale de l'inflorescence varie selon l'espèce, la variété, la position sur le rameau et la vigueur (Reynier, 2005).

• Fleurs :

Groupées en inflorescences, la majorité des espèces cultivées, possèdent des fleurs hermaphrodites ; les espèces américaines et certaines espèces asiatiques sont dioïques, les fleurs sont très petites variant de 2 à 7 mm. La fleur de la vigne est pentamère, hétérochlamyde et actinomorphe, et est formée de (Huglin, 1986 ; Fournioux et Adrian, 2011) :

- Le calice qui comprend 5 sépales soudés entre eux.
- La corolle constituée par 5 pétales soudés également entre eux et qui donne à la fleur juvénile de vigne la forme d'un capuchon appelé calyptra.
- L'androcée formé par 5 étamines composées du filet et de l'anthere, elle-même constituée de 2 sacs polliniques ; ces sacs sont composés de 2 loges polliniques à l'intérieur desquelles se trouve le pollen.
- Le disque composé de 5 nectaires sécrétant un suc sucré et odorant, le nectar.
- Le gynécée ou pistil à ovaire bicarpellé (2 loges renfermant chacune 2 ovules).

• Les grappes et les baies

Après la nouaison les inflorescences sont communément appelées grappes. La grappe est composée d'un pédoncule ou queue de raisin, l'axe principale ou rachis et les pédicelles qui portent les baies ou grains (Huglin et Schneider, 1998). Les baies résultent du développement des tissus de l'ovaire, après la fécondation. Elles sont constituées d'une pellicule entourant la pulpe, de faisceaux vasculaires et de pépins (Joly, 2005).

Chez *Vitis vinifera*, les grappes sont grosses et de formes variables (tronconiques, cylindriques, ...), avec des baies juteuses globulaires ou ovoïdes de volume important et de couleur variée (noire,

violacée, rosée, jaunâtre, verte) et de goût sucré. Leur nombre sur le rameau dépend à la fois de l'âge de la plante et du génotype (Galet, 1971 in Pallas, 2009).

- **Graine**

La graine ou pépin résulte du développement de l'ovule fécondé. Le pépin comprend trois parties : l'embryon qui se développera en plantule, l'albumen qui contient des réserves pour la survie de l'embryon et son développement et le tégument qui protège l'embryon et son albumen (Huglin et Schneider, 1998; Galet, 2000). L'embryon dans une graine mûre (pépin), contient déjà l'amorce d'une première racine, et deux feuilles embryonnaires, les cotylédons (Bugnon et Bessis, 1968). Chez la vigne cultivée les graines sont en moyenne au nombre de deux, pour parfois atteindre cinq ou six en fonction des cépages et la taille de la baie (Viala et Vermorel, 1901-1910 ; Mangafa et Kotsakis, 1996 ; Ocete et *al.*, 2008 ; Terral et *al.*, 2010 ; Picq, 2012 ; Bouby et *al.*, 2013). Dans certains cas les raisins n'ont pas du tout de pépins et sont dits apyrènes (Huglin et Schneider, 1998; Galet, 2000).



Figure 3 : Caractéristiques de *Vitis vinifera*.

Sarment (1) ; Feuille à cinq nervures principales (2) ; Vrille(3) ; Inflorescence (4) ; Bouton floral (= jeune fleur fermée) (5) ; Fleur déhiscente (ouverture de la corolle) (6) ; Fleur hermaphrodite ouverte avec cinq étamines (7) ; Coupe longitudinale de l’ovaire (8) ; Coupe transversale de l’ovaire (9) ; Etamines à filet grêle (10) ; Grains de pollen (11) ; Grappe de raisin (12) ; Coupe longitudinale d’une baie (13) ; Coupe transversale d’une baie (14) ; Graine (pépin en face ventrale) (15) ; Coupe longitudinale d’une graine (16 et 17) ; Coupe transversale d’une graine (18) (Kappel, 2010).

6. Physiologie de la vigne

La vigne est une plante pérenne qui peut être cultivée pendant 30 ou 40 ans, voire un siècle mais qui n'entre pas en production avant 3 ou 4 ans après sa plantation. Cette plante vivace est caractérisée par une succession de phases. L'apparition de chacune d'elles est conditionnée par la précédente aussi que par les conditions climatiques et physiologiques (Vidaud et al, 1993).

Il apparaît deux phases qui se déroulent en même temps (Crespy, 1992) :

- une phase végétative avec un développement des rameaux et des feuilles.
- une phase reproductive avec développement des inflorescences et des grappes.

6.1. Cycle végétatif

- **Pleurs**

A partir du mois de février jusqu'à la fin du mois de mars, dès les premiers réchauffements du sol (8°C à 12°C à 25 cm dans le sol) (Vidaud et al, 1993), le système racinaire entre en activité ; de la sève brute circule et s'écoule par les plaies de taille : ce sont les pleurs de la vigne (Reynier, 1991 ; Crespy, 1992).

- **Débourrement**

Dès le printemps, les bourgeons latents entrent en croissance active, les écailles s'écartent pour laisser apparaître un feutrage protecteur : le coton ou « bourre » d'où le nom de débourrement (Crespy, 1992) ; au bout de quelques jours le coton est expulsé et il apparaît une pointe verte au sommet du bourgeon latent : c'est le stade pointe verte (Vidaud et al, 1993).

- **Croissance des pousses**

Elle se caractérise par l'allongement des rameaux issus de bourgeons et la naissance de nouvelles feuilles (Galet, 1995). La vitesse de croissance des pousses est d'abord lente mais elle s'accélère rapidement pour atteindre son maximum juste avant la floraison vers la fin du mois de mai à mi-juillet (Vidaud et al, 1993).

- **Aoûtement**

C'est une phase très importante qui assure la pérennité du cep et permet sa multiplication végétative (Galet, 1993). A partir du mois d'août, la base des sarments devient dure et brune, il s'agit d'une lignification des bois accompagnée d'une accumulation des réserves d'amidon, ceci confère au sarment une bonne résistance au froid hivernal et un débourrement normal au printemps suivant (Reynier, 1991).

- **Chute des feuilles**

En automne, les feuilles commencent à se vider de leurs substances qui migrent vers le bois ; la destruction de la chlorophylle entraîne l'apparition de pigments jaunes ou rouges selon les cépages; une couche de liège cicatricielle se forme à la base du pétiole et sous l'effet du vent ou de la pluie, les feuilles se détachent en laissant une empreinte pétiolaire sur le rameau (Reynier, 1991 ; Crespy, 1992)

6.2. Phase reproductrice

C'est pendant la phase de croissance que se produisent des étapes intermédiaires très importantes qui caractérisent cette phase.

- **Induction florale et l'initiation florale**

L'induction florale est un phénomène physiologique de la perception du stimulus déterminant la différenciation d'un méristème vers la constitution d'une inflorescence et l'initiation florale est un phénomène morphologique de la différenciation de l'inflorescence et des fleurs, en effet c'est en fin d'été que les premiers primordia des fleurs s'individualisent (Reynier, 1991).

- **Floraison et fécondation**

La floraison est l'ensemble des phénomènes physiologiques qui sont compris entre l'ouverture de la fleur et la fécondation, elle correspond à l'épanouissement de la fleur par l'ouverture de la corolle qui se dessèche et tombe (Chauvet et Reynier, 1979). Elle se produit en moyenne deux mois après le débourrement et dure environ dix jours (Calo, 1979). Selon Vidaud et al (1993), la pollinisation est anémophile ; cependant, l'allogamie est obligatoire pour les cépages femelles.

- **Nouaison**

La nouaison intervient quelques jours après la floraison. C'est l'ensemble des phénomènes qui permettent à l'ovaire d'évoluer pour donner le fruit et les ovules évoluent pour donner les pépins (Chauvet, 1979 ; Bretandeu et Faure, 1990).

- **Véraison**

Quelques jours après la nouaison, les grains tout en grossissant commencent à changer de couleur suivant les cépages, c'est la véraison (Bretandeu et Faure, 1990). Ainsi, l'épiderme de la baie change de couleur de vert au rouge pour les cépages rouges ou au jaune pour les cépages blancs. Selon Reynier (1991), la véraison correspond à une accumulation brusque et importante des sucres dans la baie de raisin.

- **Maturation**

La maturation est la période pendant laquelle le fruit subit des transformations chimiques telles que l'accumulation des sucres et la diminution de l'acidité (Galet, 1993). Durant cette période, les pépins vont atteindre leur maturité physiologique et seront apte à germer (Chauvet, 1979).

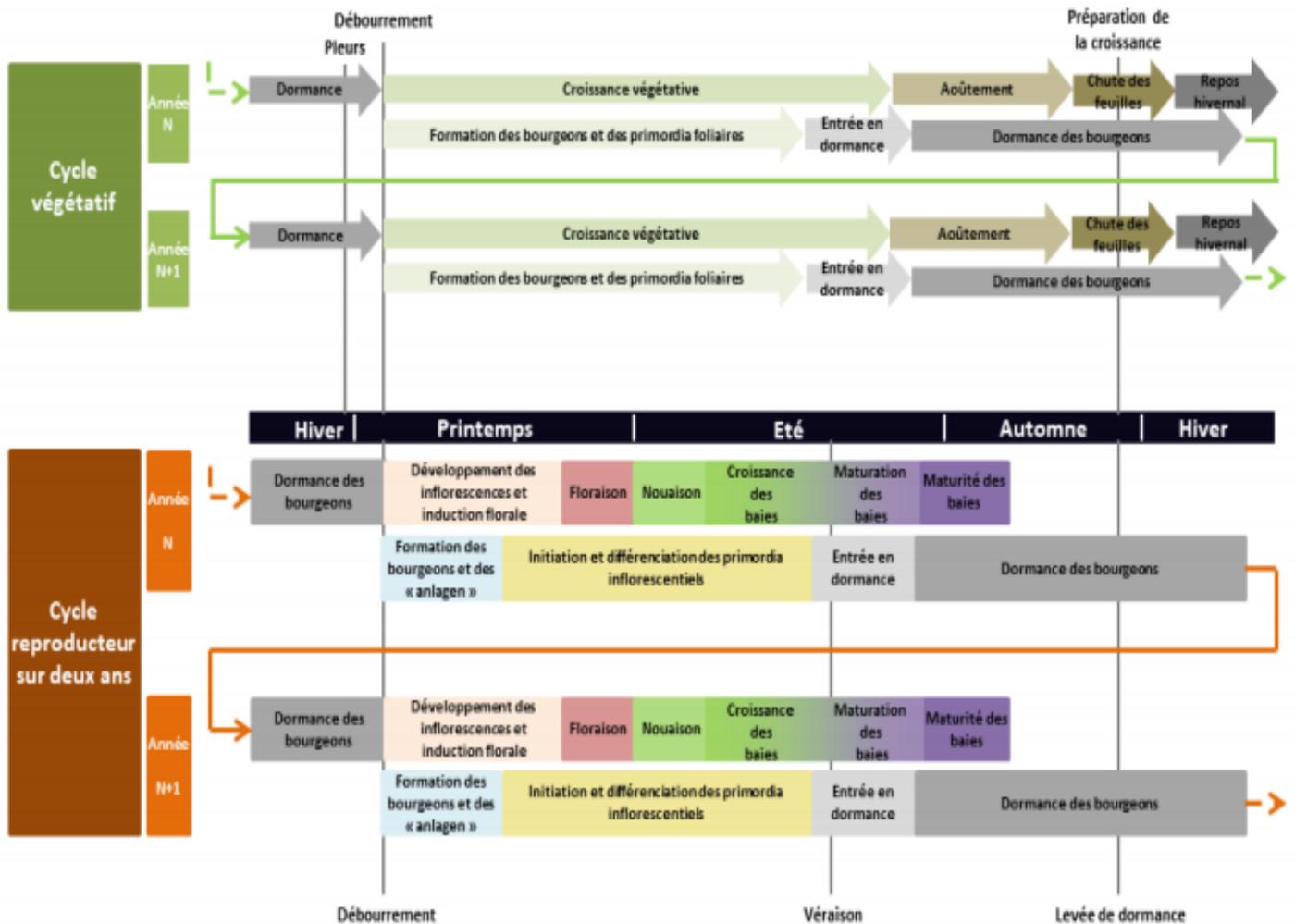


Figure 4 : Logigramme de cycle du développement de la vigne représentant les différents stades phénologiques et physiologique (schéma adapté de Carbonneau, 1992 ; Coombe et Iland, 2004 ; Carmona et al., 2008).

7. Multiplication de la vigne

7.1. Multiplication par voie sexuée ou semis

Cette voie consiste à créer des hybrides, c'est à dire des ceps issus de semis de pépins obtenus par fécondation sexuée (Crespy, 1992) Le semis ne permet pas de conserver les caractères de la plante qui a produit les pépins. Ce procédé de multiplication est réservé aux sélectionneurs et aux hybrideurs pour la création de variétés et de porte-greffes nouveaux (Cliche, 1989 ; Reynier, 1986).

7.2. Multiplication par voie asexuée ou végétative

- **Bouturage :**

Le bouturage consiste à placer dans un milieu favorable un fragment de sarment détaché du cep, afin que se développent des racines et un système aérien identique à la plante mère (Vidaud et *al.*, 1993). Les racines qui se développent sur un sarment de vigne sont des racines adventives qui apparaissent souvent près de la base de la bouture et préférentiellement au niveau des nœuds (Cliche, 1989).

- **Marcottage :**

Le marcottage consiste à coucher en terre, à 25-30 centimètres de profondeur, un sarment qui reste attaché au cep jusqu'à ce qu'il ait reproduit un nouveau plant. Ce procédé est utilisable pour remplacer les pieds manquants dans les vignes plantées (Cliche, 1989 ; Reynier, 1986).

- **Greffage :**

Le greffage des vignes est indispensable pour la culture de *Vitis vinifera* à cause de la présence du phylloxera dans la plupart des sols (Vidaud et *al.*, 1993). Le greffage consiste à fixer une portion de sarment appelée greffon, destiné à fournir les rameaux, les feuilles et les fruits, sur une autre fraction de végétal, le porte greffe ou sujet, qui produit le système racinaire et sert de support (Reynier, 1986). Ce procédé de multiplication végétative permet d'associer la qualité des cépages et la résistance au phylloxera des vignes américaines (Reynier, 1986).

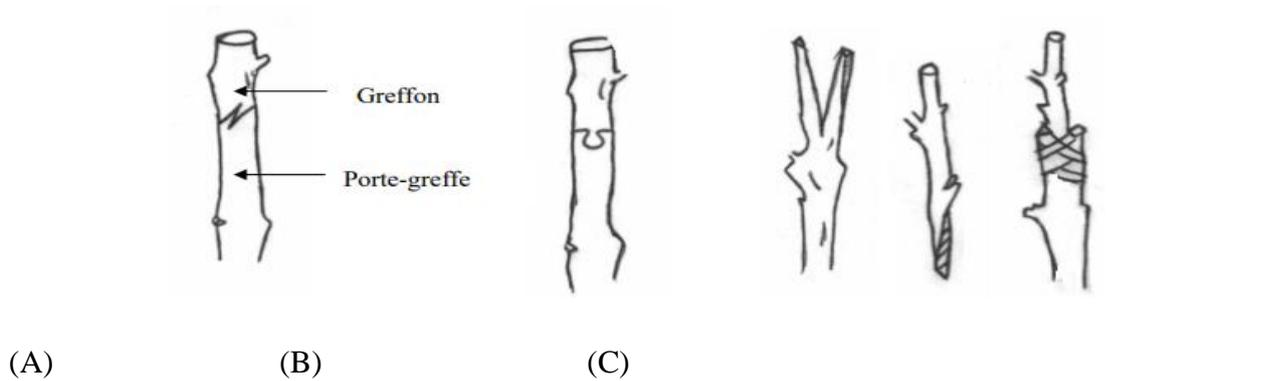


Figure 5: Systèmes de greffage (Abdenouz, 1995): (A) greffage à l'anglaise (B) greffage omega (C) greffage en fente

7.3. Multiplication par culture *in vitro* :

La multiplication par culture *in vitro* des végétaux couvre des méthodes diverses permettant les unes et les autres d'obtenir des plantes entières. Plusieurs techniques ont été définies par plusieurs auteurs, le microbouturage (Galet, 1969 ; Nozeran et Bancilhon, 1972 ; Martin, 1985), L'embryogenèse somatique (Mullins et Srinivasan, 1976), La sélection sanitaire *in vitro* utilisée pour la production de matériel certifié (Lebrun, 1985) ect ...

8. Exigences de la vigne :

Les facteurs de la production viticole sont d'une part des facteurs naturels et des facteurs techniques dont le choix dépend des décisions du viticulteur, (Reynier, 1986)

8.1. Facteurs naturels :

- **Température :**

La limite inférieure de prolifération de la vigne est de 9°C, (Crespy, 1987); (Huglin, Biologie et écologie de la vigne, 1986). C'est une culture exigeante en chaleur ; craignant les fortes gelées d'hiver.

- **Ensoleillement :**

La nécessité d'un bon ensoleillement favorisant la photosynthèse est particulièrement évidente pour la vigne. Les besoins, pour les cépages de table exprimés en heure d'insolation pendant la période végétative, vont de 1000 heures pour les cépages précoces à 2000 heures pour les cépages tardifs soit un écart de deux mois et demi. (Crespy, 1987).

- **Précipitations :**

Crespy(1987) estime les besoins en eau de la vigne à 300 mm disponibles pendant la phase végétative. Compte tenu des pertes ce chiffre est porté à 600mm.

- **Sol :**

La vigne est une plante peu exigeante sur le choix du sol, elle peut s'accommoder à divers type de sols des plus pauvres au plus fertiles et des plus acides au plus calcaires. Mais il est remarqué que le sol calcaire assure le meilleur goût aux raisins (Bretaudau, 1988).

8.2. Facteurs culturaux :

Selon Chauvet et Reynier (1979), les travaux d'entretien de la vigne répondent à quatre préoccupations:

8.2.1. Entretien du sol :

L'entretien du sol vise la maîtrise des mauvaises herbes, qui établissant à l'égard de la culture une concurrence vis à vis de l'alimentation en eau et en substances minérales (Vidaud et *al*, 1993).

8.2.2. Taille

La taille consiste à supprimer totalement ou partiellement certains organes de la vigne (rameaux, sarments, bourgeons, feuilles et grappes) pour régler l'allongement, l'encombrement du cep et de régulariser une production annuelle. Elle permet éventuellement la pérennité de la souche (Champagnol, 1984).

8.2.3. Fertilisation et alimentation minérale

La vigne est l'une des plantes les moins exigeantes en éléments fertilisants, elle peut mettre en valeur des terres relativement pauvres (Huglin, 1986); indépendamment de la fumure de fond qui sera incorporée lors de la préparation du terrain, il serait indispensable de compléter périodiquement par des fumures d'entretien (Bretandau et Faure, 1990).

8.2.4. Protection du vignoble

Comme toutes les espèces cultivées, la vigne est aussi menacée par un certain nombre d'accidents et ennemis divers, dont les dégâts sont parfois si importants qu'ils affectent non seulement la production qui peut être altérée ou détruite mais aussi la pérennité de la plante (Vidaud et *al*, 1993). Ainsi, dans le cadre de la recherche d'une production importante et de bonne qualité, le viticulteur doit apporter tous les soins pour le choix des cultivars résistants aux maladies et aux divers parasites qui menacent les vignobles (Crespy, 1992).

CHAPITRE II

Maladies de la vigne

Chapitre II : Maladies de la vigne

Une maladie est une anomalie dans la structure ou la fonction d'une plante causée par un facteur irritant continu (agent causal ou agent pathogène), ces maladies sont répertoriées en deux groupes : maladies non infectieuses (abiotiques) et maladies infectieuses (biotiques).

1. Maladies abiotiques (non infectieuses) :

On observe souvent chez les plantes des états résultant d'un dysfonctionnement anormal mais indépendants de toute intervention parasitaires. Ces maladies sont provoquées par plusieurs facteurs d'environnement défavorables, nutritionnels, mécaniques ou autre.

Tableau 2: Maladies abiotique de la vigne

Type d'incident	Facteurs favorisants	Manifestation des symptômes
Anomalies génétiques	Bigarrure	Modification de la coloration des organes
	Fasciation	Aplatissement et regroupement des tiges, pétioles et des pédicelles des grappes
Désordre nutritionnel	Carence en éléments minéraux (Ca, Mg, N, K,...)	Décolorations et des déformations surtout foliaires, de nature et de répartition variables sur les plantes.
Phyto-toxicité	Soufre	Brûlures foliaires
	Cuivre	Lésions brunâtres sur les feuilles et les baies
Accidents climatiques	Gel	Chute des feuilles, destruction des bourgeons et les inflorescences brunissent et se dessèchent.
	Grêle	Les feuilles présentent des trous, des déchirures. Lésions brunâtres, nécrotiques sur rameaux. Les baies peuvent brunir et présenter des éclatements
	Vent	Déchirer les feuilles, briser les inflorescences et désarticuler les rameaux
	Chaleur	Enroulement des feuilles, un brunissement du limbe et des nécroses foliaires.

2. Maladies biotiques(infectieuses) :

Les maladies infectieuses dites biotiques, sont causées par un agent pathogène qui peut être soit un organisme tel que les ravageurs (insectes, acariens, nématodes ...) soit par des micro-organismes (champignons, bactéries, virus, mycoplasmes...) et on distingue :

2.1. Les ravageurs.

Tableau 3: Quelques insectes et acariens ravageurs responsables des maladies chez la vigne

Type de ravageur	Nom commun	Nom scientifique	symptômes
Insectes	Cicadelle bubale	<i>Stictocephal abisonia</i>	rougissement des feuilles ou rameaux entiers
	Cochylis	<i>Eupoecilia ambiguella</i>	Perforations sur la baie qui facilitent le développement de microorganismes sur la grappe
	Phylloxera	<i>Daktulosphaira vitifoliae</i>	Formation de galles sur la face inférieure des feuilles, des lésions chlorotiques sur le limbe et des nodosités au niveau racinaire
Acariens	Acariose	<i>Calepitrimerus vitis</i>	Les rameaux et bourgeons poussent plus faiblement et les entres nœuds sont plus court
	Erinose	<i>Colomerus vitis</i>	Formation de galles sur feuilles et inflorescences. La prolifération des pétioles, les vrilles ou les boutons floraux.

2.2. Les maladies virales

Les maladies virales constituent le plus grand problème de la vigne dans le monde, car aucune lutte chimique ne peut être envisagée (Martelli, 1985). La vigne peut héberger le plus grand nombre de virus (Cloquemin et *al.*, 1998) ; Plus de 60 virus s'attaquent à la vigne dans le monde, pouvant réduire la vigueur et la productivité des vignes ou la qualité des raisins (Martelli 2014; Yepes et *al.* 2018).

Tableau 4 : Les principales maladies virales de la vigne (Source : Martelli, 1994 ; Boscia et al. 1995 ; Bovey et al., 1974 ; Crespy, 1992 ; Walter et al, 1996 ; Ouerfelli, 1989 ; Bahder et al. 2016 ; www.inrae.fr).

Maladie	Agent causal	Symptômes
Le court noué	GFLV et ArMV	-Anomalies morphologiques -Panachure et mosaïque
L'enroulement foliaire de la vigne	GLRaVs	-Enroulement des feuilles -Décoloration internervaires et taches foliaires
La tache rouge	GRBV	-Sur vigne rouges, des taches et nervures rouges -Sur vigne blanches, zone chlorotiques, certains d'autres asymptomatique

2.3. Maladies bactériennes

Bien qu'elles ne soient pas très nombreuses, les bactéries causent des dégâts importants sur la vigne, six genres ont été signalés : *Agrobacterium spp*, *Xylophilus spp*, *Xylella spp*, *Pseudomonas spp*, *Xanthomonas spp*, *Enterobacter spp* (Boudon-Padieu et al., 2000)

Tableau 5: Les principales maladies bactériennes de la vigne (Source : Ravaz, 1895 ; White et Braun, 1942 ; www.inrae.fr).

Maladie	Agent causal	Symptômes
Nécrose bactérienne	<i>Xylophilus ampelinus</i>	-Pas de débourrement de bourgeons -Dessèchement des bourgeons et limbes -Taches brunes avec halo jaune huileux sur feuilles -Chancre sur rameaux et sarments -Noircissement et coulure des inflorescences et grappes
Tumeur du collet de la vigne ou Broussin	<i>Agrobacterium vitis</i> <i>Agrobacterium tumefaciens</i>	- Excroissances brunes sur les pieds ou les sarments -Détachement de l'écorce des tiges -Développement des tumeurs sur les racines
Maladie de Pierce	<i>Xylella fastidiosa</i>	-Roussissements et des dessèchements partiels des feuilles -Dessèchement du limbe et nécrose des feuilles -Aoutement irrégulier des rameaux -Fruits de taille plus petite, une partie se dessèche.

2.4. Maladies fongiques de la vigne

Tableau 6: Les principales maladies fongiques de la vigne (Source : Tahirine, 2015 ; www.inrae.fr).

L'organe	La maladie	L'agent causal
Organe aériens	Oïdium	<i>Uncinula necator</i>
	Mildiou	<i>Plasmopara viticola</i>
	Pourriture grise	<i>Botrytis cinerea</i>
	Excoriose	<i>Phomopsis viticola</i>
	Anthractose	<i>Elsinoë ampelina</i>
	Black rott	<i>Guignardia bidwellii</i>
Le bois	Eutypiose	<i>Eutypa lata</i>
	Complexe de l'Esca	<i>Phaeoconiella chlamydospora</i>
		<i>Phaeoacremonium aleophilum</i>
<i>Fomitiporia mediterranea</i>		
Les racines	Pourriture des racines	<i>Armillaria mellea</i>

2.4.1. Oïdium :

L'oïdium appelé aussi maladie du blanc est présente dans tous les vignobles du monde où elle sévit avec plus ou moins de gravité. L'agent responsable de l'oïdium de la vigne est *Uncinula necator*, un parasite obligatoire appartenant à l'ordre des Erysiphales, famille des Erysiphaceae au sein des ascomycètes (Bolay, 2005). Ce pathogène est un ectoparasite, dont le mycélium filamenteux et cloisonné se développe uniquement à la surface des organes de l'hôte. Il est amphigène sur feuilles et s'observe sur l'ensemble des parties herbacées de la vigne.

Cycle de la maladie

L'oïdium est une maladie polycyclique, plusieurs cycles d'infections ayant lieu durant la même année de production. Il peut faire alterner une phase sexuée ou phase sporophytique comprenant la production de cléiosthèques contenant des ascospores, et une phase asexuée ou phase gamétophytique conduisant à la formation de conidiospores portant des conidies (Blanc, 2012). L'oïdium peut hiverner sous forme de mycélium dormant au niveau des bourgeons ou de cléiosthèques dans les sarments, les feuilles ou l'écorce (Fredon, 2016). Les cléiosthèques comprennent 4 à 6 asques, contenant eux-mêmes les ascospores (4 à 8 par asque). Les cléiosthèques éclatent au printemps pour laisser sortir les ascospores assurant les contaminations primaires. Les

ascospores, et les conidies issues du mycélium, colonisent les différents organes. Le mycélium de l'Oïdium est à la surface des organes et doit émettre des suçoirs pour se fixer et se nourrir. Sa propagation est assurée par les conidiophores portant des conidies disséminées par le vent.

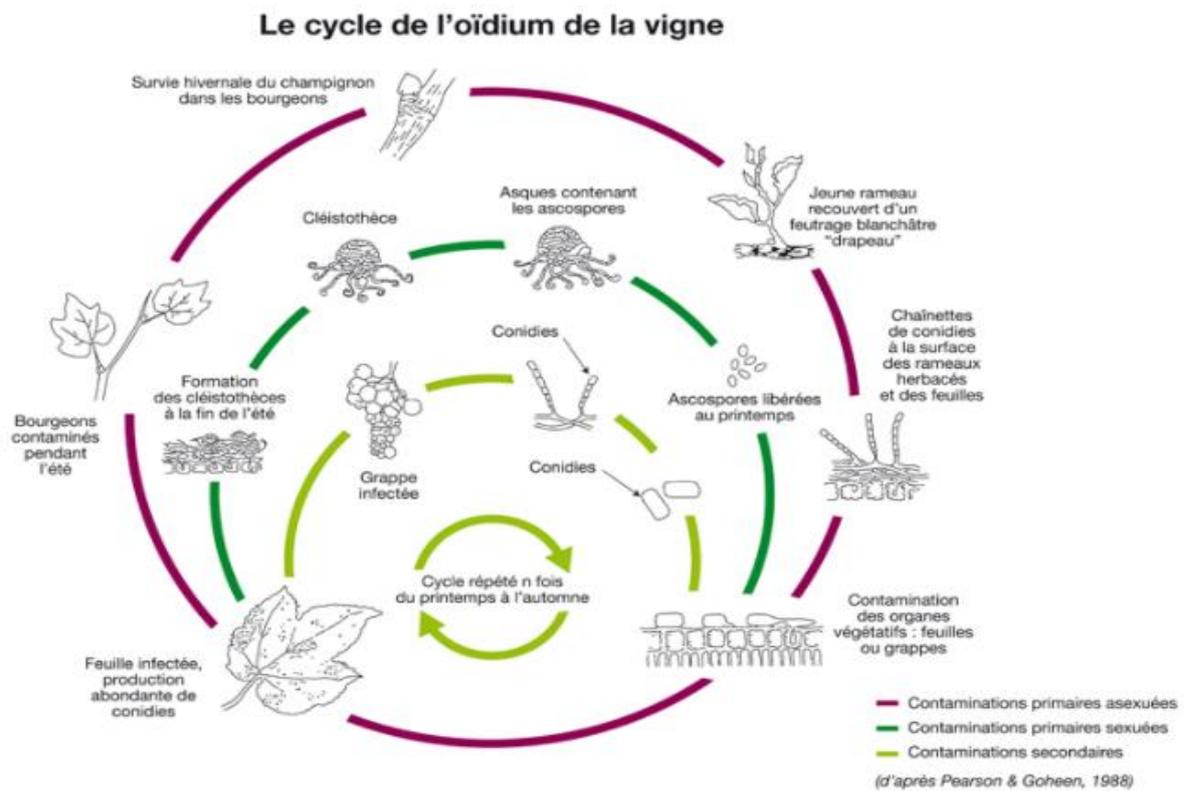


Figure 6: Cycle de l'oïdium de la vigne (Source : syngenta.fr)

Symptômes de l'oïdium

- **Sur les jeunes pousses :** Au moment du débourrement, on observe un ralentissement de la croissance, accompagné d'un raccourcissement des entre-nœuds et d'une crispation des feuilles.
- **Sur les feuilles :** Des tâches huileuses (semblables à celles du mildiou) et des petites taches poussiéreuses, puis un noircissement des nervures sur la face inférieure. Apparaît ensuite au niveau de ces taches un feutrage grisâtre sur la face supérieure de la feuille et les bords du limbe se crispent.
- **Sur les sarments :** Avant l'aoûtement, on observe la présence de taches brunes qui vont évoluer vers le rouge et prendre la forme d'une étoile après l'aoûtement. A l'automne, des boursoufflures foncées apparaissent sur les sarments contaminés : ce sont les cléistothèces.

- **Sur les grappes** : Les fleurs contaminées se dessèchent et tombent. Les grains se couvrent dès la nouaison d'un feutrage blanc. Par la suite, ils se nanifient et se couvrent d'une poussière grisâtre, leur peau se fendille et éclate, laissant apparaître les pépins. L'éclatement de la baie favorise alors des écoulements de jus et le développement du botrytis.

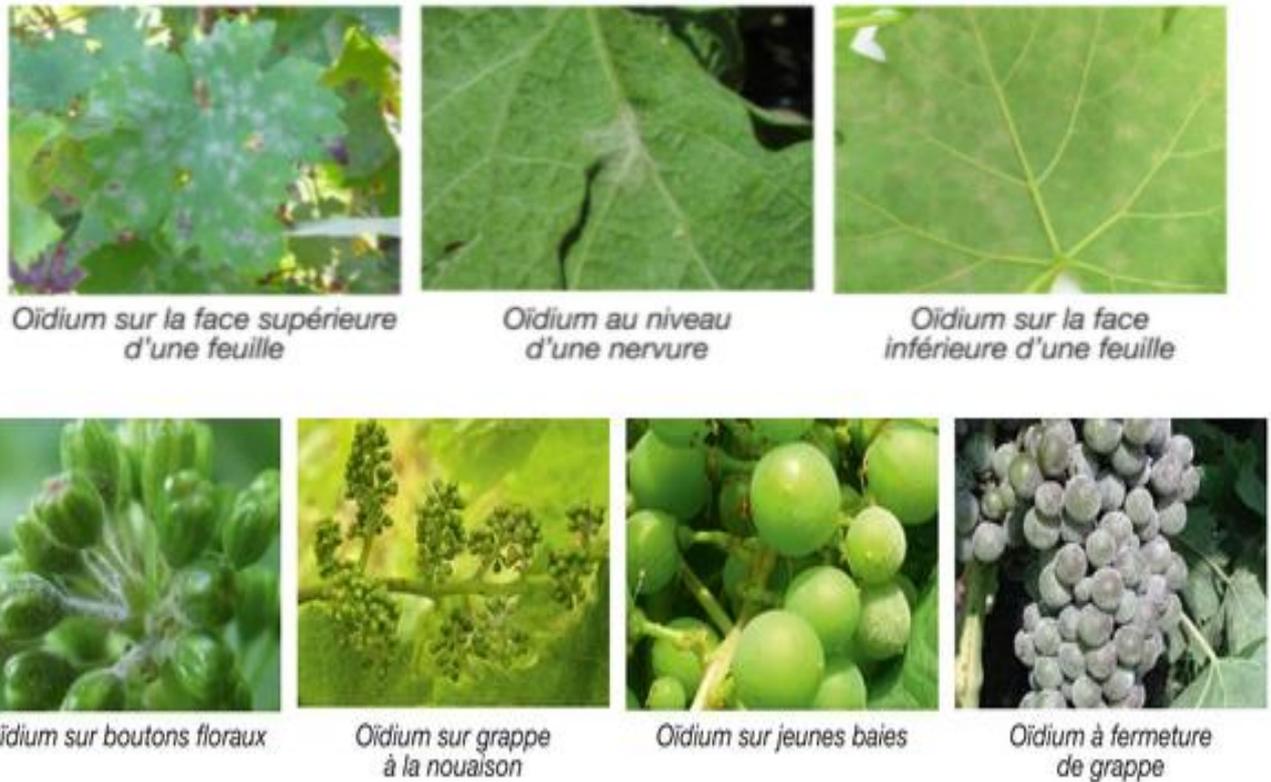


Figure 7: Symptômes de l'Oïdium sur les différents organes de *Vitis vinifera* (Source : www.vitisphere.com)

2.4.2. Pourriture grise :

La pourriture grise est une maladie qui provoque des dégâts importants dans les vignobles du monde entier, dont l'agent pathogène responsable est *Botrytis cinerea*. Ce pathogène peut entraîner la destruction partielle ou totale de la plante et dans certains cas de la récolte. Sur le plan économique, ce champignon est considéré comme un problème phytosanitaire majeur en viticulture dans le monde (Martinez et al., 2005). La classification de ce champignon comme beaucoup d'autres connaît une double classification :

- Une forme parfaite (téleomorphe), *Botryotinia fuckeliana*. C'est un Ascomycète, de la classe des Discomycètes, de l'ordre des Léotiales, famille des Sclerotiniaceae. C'est la forme de résistance du parasite.

- Une forme imparfaite (anamorphe), *Botrytis cinerea Pers.* C'est un Deutéromycète de la classe des Hyphomycètes, de l'ordre des Moniliales, famille des Moniliaceae. C'est la forme symptomatique du parasite.

C'est de Bary (1866) qui a établi une relation génétique entre *Botrytis cinerea Pers.*, organisme asexué, et *Botryotiniafuckeliana* appelé au départ *Pezizafuckeliana*, organisme sexué.

Le *Botrytis cinerea* est un champignon polyphage, ubiquiste et nécrotrophe qui s'attaque aux tissus vivants mais qui est capable également de saprophytisme. Il peut se présenter dans la nature sous trois formes caractéristiques :

- Une forme mycélienne stérile, qui provoque la « maladie de la toile » dans les caisses de greffes-boutures placées en stratification dans les chambres chaudes.
- Une forme conidienne appelée *Botrytis cinerea*, la plus répandue dans la nature et qui est retrouvée sur les fleurs, les fruits et les feuilles.
- Une forme parfaite, ascosporee et peu rencontrée dans la nature, appelée *Botryotiniafuckeliana*, observée sur les sarments de vigne à l'automne, sur les débris de culture au printemps ou sur les raisins de table conservés durant l'hiver en chambres froides.

Cycle de développement de la pourriture grise :

Au cours de son cycle biologique, le *Botrytis cinerea* peut produire du mycélium, des spores asexuées ou conidies, des spores sexuées ainsi que des sclérotés. Sur vigne, le champignon se conserve sous forme de mycélium haploïde dormant ou condensé et mélanisé en sclérotés sur le bois d'hivernage. Sous les conditions favorables du printemps, les sclérotés germent, produisent un mycélium capable de perforer la cuticule végétale grâce à ses appressoria. Ce mycélium primaire différencie des conidies responsables des premières contaminations sur pièces florales sénescents, contaminant également la jeune baie et parfois sur feuilles. Ces premières spores sont responsables des contaminations secondaires qui sont disséminés par le vent la pluie, mais également par certains lépidoptères (Fermaud et *al.*, 1992). Plusieurs cycles de reproduction asexuée peuvent se dérouler dans la saison (Dubos, 2002). L'infection par *Botrytis cinerea* est favorisée par les blessures des baies et la grappe est généralement colonisée de proche en proche après la contamination d'une seule baie (Elmer et *al.*, 2004).

La reproduction sexuée est supposée se produire en hiver et résulte de la fusion entre les microconidies (spermaties) produites par le mycélium, induit par les conditions hivernales et les gamètes femelles (ascogones) produits dans les sclérotés.

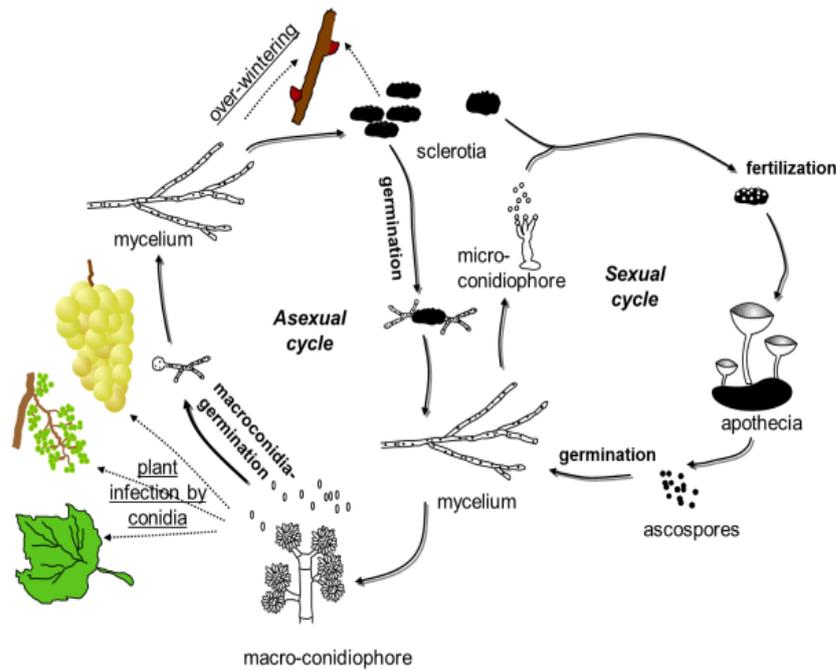


Figure 8: Cycle de vie de *Botrytis cinerea* sur vigne (Fillinger et al, 2007) Pers.

Symptômes :

La pourriture grise est omniprésente et peut provoquer des symptômes de dépérissement sur les différentes parties aériennes de la plante.

- **Sur rameaux :** Les infections des rameaux sont rares et se manifestent par des nécroses brunes, recouvertes de fructifications correspondant à la forme conidienne du champignon. Elles entraînent généralement le flétrissement et le dessèchement de la partie du rameau située au-dessus (Reynier, 2011). Pendant le repos végétatif, des croûtes noires caractéristiques peuvent être observées sur les sarments mal aoûtés, ce sont les sclérotés (Alem, 2014).
- **Feuilles :** Au cours des printemps humides et frais se présentent des tâches brunâtres de forme triangulaire. Dans certains cas, ces taches se recouvrent d'un feutrage grisâtre correspondant aux fructifications asexuées du champignon (Reynier, 2011).
- **Inflorescence :** *Botrytis cinerea* peut faire pourrir et se dessécher les inflorescences qui finissent par tomber.
- **Grappes et baies :** Les baies sont réceptives au botrytis à la maturité, à partir de blessures la plupart du temps. Les baies se recouvrent d'un feutrage gris caractéristique de *Botrytis cinereae* (conidiophores et conidies). L'atteinte de la grappe dans sa totalité est fonction de l'hygrométrie : si le temps est humide, la baie atteinte va éclater, laissant la pourriture se répandre par contact aux autres baies, ainsi de suite jusqu'à colonisation de la grappe (Lozzo, 2015) (Fig. 18 à 21).



Figure 9: Tache nécrotique rougeâtre se développant à la périphérie d'une feuille de vigne infectée par *Botrytis cinerea* (www.inrae.fr).



Figure 10: Inflorescence colonisée par *Botrytis cinerea* a pourri et s'est desséchée (www.inrae.fr).



Figure 11: Détails de grappes atteintes par *Botrytis cinerea* sur cépage rouge (www.inrae.fr).



Figure 12: Détails de baies atteints par *Botrytis cinerea* sur cépage blanc (www.inrae.fr).

2.4.3. Mildiou de la vigne

Plasmopara viticola est un parasite obligatoire de la classe des oomycète, spécifique à la vigne. Tous les cépages de *Vitis vinifera* sont sensibles. Le mildiou est une maladie occasionnelle, mais sévère qui sévit surtout lorsque le climat est chaud et humide. Il est fréquent à la suite d'un hiver et d'un printemps humides, suivi d'un été chaud avec des orages fréquents.

Cycle de vie

Le mildiou de la vigne est une maladie polycyclique comprenant des phases des contaminations primaires et secondaires qui vont assurer l'expansion du champignon (Gessler et *al.*, 2011).

Plasmopara viticola comporte un cycle sexué qui assure la conservation du champignon durant l'hiver et est responsable des foyers primaires au printemps. Cette phase de conservation se caractérise par des œufs d'hiver ou oospores (20 à 120 µm de diamètre) qui se forment en fin de saison sur les feuilles (Bernadette, 2002). Les spores qui ont survécus en hiver germent dans l'eau dès que la température atteint 11 °C, pour produire des sacs (sporangies) qui contiennent des spores (zoospores). Les zoospores sont capables de se déplacer dans l'eau. Lors de fortes pluies, les éclaboussures de terre et d'eau transportent ces spores sur les feuilles, vrilles et jeunes pousses. Les spores « nagent » pour atteindre les stomates, pénétrer dans la plante et causer les infections primaires. Le tout peut s'effectuer en 90 minutes si les conditions sont optimales (optimum 18 - 25 °C).

Suite à l'infection primaire, le champignon croit dans les tissus et produit d'autres sporangies qui contiennent des zoospores. Les sporangies sont disséminés par le vent et la pluie pour atteindre les différents organes de la vigne où elles libéreront les zoospores qui causeront les infections secondaires. Les conditions optimales sont : la présence d'eau, au moins 4 heures d'obscurité, 95 -100 % d'humidité relative et une température de 18 à 22 °C.

De nouvelles spores seront produites sur les lésions et causeront de nouvelles infections. Les lésions apparaissent de 5 à 17 jours après l'infection. Ce cycle se répète et cause de nouvelles taches tant que les conditions sont favorables.

En Automne le champignon produit des spores de survie (oospores) à l'intérieur des feuilles mortes (Odile C, 2009).

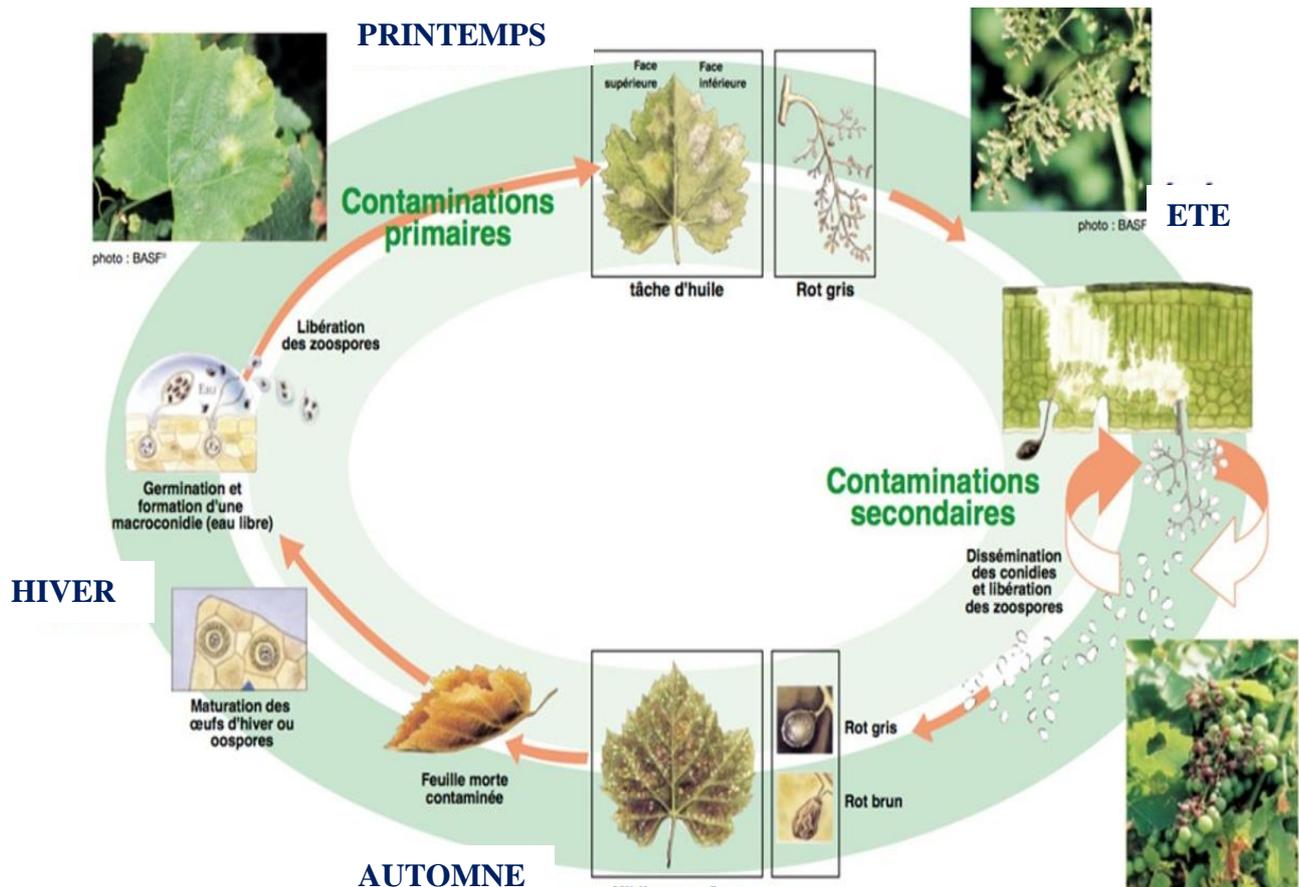


Figure 13: Cycle de vie de *Plasmopara viticola* (Source : www.agro.basf.fr)

Symptômes du mildiou de la vigne

Plasmopara viticola se développe exclusivement sur les organes aériens herbacés de la vigne, et plus particulièrement sur les plus jeunes en phase de croissance et gorgés d'eau. Il ne s'attaque en aucun cas aux tissus aoûtés.

- **Sur feuilles** : Deux types de lésions peuvent être observés, soit des taches circulaires et étendues, translucides à huileuses, jaunissant puis se nécrosant sur jeunes feuilles. Un duvet blanc plus ou moins dense se forme à la face inférieure de ces taches qui représente la fructification du champignon. Le duvet peut couvrir la quasi-totalité du limbe et entraîner le dessèchement des feuilles et leur chute, les ceps devenant fortement effeuillés. Soit des taches d'extension limitée, de forme polygonale, plus ou moins chlorotiques à nécrotiques sur les feuilles âgées. C'est à l'origine de l'appellation : "mildiou mosaïque". Le duvet peut dans certains cas recouvrir la totalité du limbe et entraîner le dessèchement des feuilles et leur chute (Lozzo, 2015).
- **Rameaux, pétioles et vrilles** : Les portions de jeunes rameaux affectées présentent des lésions superficielles longitudinales, de couleur brune, pouvant entraîner une déformation de ces derniers, des fissures peuvent apparaître sur ces lésions. Des symptômes identiques sont

observés sur les vrilles et les pétioles qui brunissent se dessèchent et tombent (Bernadette, 2002).

- **Inflorescences** : Des taches brunâtres apparaissant sur le pédoncule, les pédicelles des fleurs et sur les boutons floraux. *Plasmopara viticola* peut fructifier sur les tissus infectés. Si cela se produit sur les corolles des fleurs, les efflorescences formées d'aspect grisâtre sont à l'origine du faciès « rot gris »
- **Grappes et baies** : Les baies de raisin sont sensibles au mildiou jusqu'à la véraison. Les baies affectées moins précocement présentent des taches violacées à noirâtres, non fructifères. Dans ce cas, on est en présence du « rot brun ».



Figure 14: Tâche foliaire de *Plasmopara viticola* sur face supérieure de la feuille (www.inrae.fr).



Figure 15: La présence de *Plasmopara viticola* sur la face inférieure d'une feuille de vigne (www.inrae.fr).



Figure 16: Mildiou mosaïque bien développé sur vigne (www.inrae.fr).



Figure 17: Le faciès nommé 'rot gris' sur vrille(www.inrae.fr).



Figure 18: Inflorescences atteintes par *Plasmopara viticola* qui commence à fructifier en surface (www.inrae.fr).



Figure 19: Fructifications de *Plasmopara viticola* présentes sur ces baies présentant un symptôme de rot brun (www.inrae.fr).

2.4.4. Esca :

La maladie de l'Esca est un regroupement de plusieurs syndromes causés principalement par des champignons appartenant aux ascomycètes et basidiomycètes, les plus communément cités étant : *Phaeoconiella chlamydospora*, *Phaeoacremonium aleophilum*, *Fomitiporia mediterranea* et *Stereumhirsutum*. Ils peuvent coloniser le bois des ceps au travers des diverses blessures infligées depuis la pépinière jusqu'au vignoble et sont responsables de cinq syndromes distincts, en fonction de l'âge du cep et de l'origine de l'infection.

4.1. Syndromes de l'Esca :

Le premier syndrome, causé par *Phaeoconiellachlamydospora* sur des boutures de vigne, ne présente pas de symptômes externes. Des nécroses internes pouvant produire un exsudat de couleur noire se développent autour de la moelle centrale (Mugnai, Graniti et Surico, 1999).

Le deuxième syndrome ou maladie de Pétri, également causé par *Phaeoconiellachlamydospora*, se manifeste sur de jeunes plants de vigne et peut conduire à leur mort prématurée. Sur les plants infectés, des nécroses noires, accompagnées d'exsudats visqueux, identiques au premier syndrome, peuvent être observés à l'intérieur du tronc (Morton, 1995 ;Pascoe et Cottral, 2000). La maladie de Pétri provoque le rachitisme d'une partie ou de l'ensemble du pied, un arrêt complet de la croissance, une chlorose des feuilles, une réduction des rendements et une diminution progressive de la vigueur (Gubler, Baumgartner, Browne, Eskalen et Latham, 2004).

Le troisième syndrome ou correspond à l'expression des symptômes foliaires typiques de l'Esca. Les coupes transversales réalisées sur ces ceps ont révélé, en plus des nécroses décrites dans les deux premiers syndromes, des zones avec du bois sombre et la présence de nécroses brunes. Ces zones peuvent être centrales ou sectorielles et se développent dans le tronc et les rameaux. Enfin, sous l'écorce, des stries brunes ou jaunâtres peuvent être observées dans le cambium.

Le quatrième syndrome ou pourriture blanche est lié à l'activité du champignon *Fomitiporia mediterranea* (Fischer, 2002). Sous l'action de cet agent pathogène, le bois se décompose en une masse spongieuse et friable de couleur blanche (amadou). En coupe transversale, la zone atteinte est souvent délimitée par une ligne sombre qui sépare l'amadou du tissu sain.

Le cinquième syndrome ou « Esca proper » se manifeste lorsque les effets des trois principaux champignons associés à l'Esca *Phaeoconiella chlamydospora*, *Phaeoacremonium aleophilum* et *Fomitiporia mediterranea* se superposent, concourent de façon synergique au dépérissement du cep.

4.2. Symptômes de l'Esca

Sur feuille :

- Coloration internervaire (jaune sur cépage blanc, rouge sur cépage noir), qui évolue vers un dessèchement.
- Des taches jaunes présentent les premiers symptômes chez les cépages noirs.
- Présence d'un liseré jaune entre tissus nécrotiques et tissus sains.
- Début du processus sur les feuilles de la base puis développement sur le rameau entier.
- Dessèchement rapide de tout ou partie de la souche.

Sur bois :

- Nécrose centrale : zone claire et tendre, cernée par un fin liseré noir, parfois entourée d'une zone dure, marron à rose
- Nécrose sectorielle : zone claire et tendre, entourée par une zone dure, brune à noire.

Sur fruits

- Un retard dans leur maturation, soit par leur flétrissement. Les fruits peuvent aussi présenter des taches brun violacées à leur surface.



Figure 20: Une feuille de cépage noir présentant des dessèchements et des décolorations foliaires de l'Esca (www.inrae.fr).



Figure 21: Une feuille de cépage blanc présentant des dessèchements foliaires de l'Esca (www.inrae.fr).



Figure 22: Une coupe transversale des ceps présentant des symptômes foliaires d'Esca permet d'observer (www.inrae.fr).



Figure 23: Un cep exprimant la forme apoplectique de l'Esca survenu en cours de végétation (www.inrae.fr).

3. Lutte contre les maladies fongiques de la vigne:

La lutte conventionnelle est habituellement basée sur l'utilisation régulière de fongicides, généralement, appliqués selon un calendrier de traitements préétablis qui ne tient pas compte de la présence de la maladie ou des conditions météorologiques. Cette façon de procéder peut conduire à effectuer des traitements inutiles, coûteux et polluants. En fait, il n'est pas toujours nécessaire de traiter, particulièrement lorsque la maladie est sous le seuil économique de traitement et que les facteurs tels la sensibilité du cultivar et la présence ou non de la maladie sont aussi pris en considération.

Monitoring des vignobles :

Surveiller régulièrement est la base de la lutte raisonnée. Le dépistage doit se faire au bon moment (période critique) et les observations doivent être notées et conservées au fil des années. Le dépistage permet de détecter la présence des maladies idéalement avant que le seuil économique ne soit atteint ce qui permet d'optimiser les traitements phytosanitaires.

Lutte culturale :

La lutte raisonnée devrait être intégrée progressivement dans les pratiques de production dans un premier temps, le viticulteur pourrait adopter les pratiques culturales permettant de prévenir le développement des maladies. Par la suite, grâce au dépistage, il sera possible de cibler les interventions fongicides. Éventuellement, les traitements fongicides pourront être effectués selon les risques en utilisant des systèmes prévisionnels ou autres outils de lutte intégrée.

Lutte chimique:

Les traitements fongicides sont faits en fonction du risque de développement de la maladie. Ce risque est estimé en fonction de la sensibilité du cépage, du dépistage, de l'historique de la maladie dans le vignoble, du stade phénologique, des conditions météorologiques, du temps écoulé depuis la dernière pulvérisation, du fongicide utilisé et de la croissance de la vigne.

Lutte intégrée:

Ce programme consiste à 'intégrer' plusieurs méthodes de lutte biologique, physique et chimique. Ces méthodes sont utilisées de façon préventive (prophylaxie) ou réactive (utilisation rationnelle des fongicides). Ce programme exige une bonne planification et ce, avant même la plantation du vignoble. Dans une large mesure ce programme est basé sur la prévention des maladies par le choix du site, de l'orientation des rangs, des cépages, du type de taille (Odile C, 2009).

Lutte biologique :

C'est une lutte au niveau de la viticulture qui se fait dans le cadre de l'agriculture biologique, définie très précisément au plan européen. Rappelons qu'il s'agit d'une production fondée sur la gestion de l'activité microbienne du sol, le recyclage des déchets organiques, un meilleur équilibre des cultures, le respect de l'environnement et des équilibres naturels et la recherche d'une production dépourvue de résidus de pesticides.

Cette lutte peut s'opérer à l'aide, soit des insectes ou des acariens utiles (des auxiliaires), soit grâce à des préparations à base de bactéries, champignons ou virus entomopathogènes.

Des préparations à base de plantes (extraits ou huiles essentielles) sont fortement recommandées contre le mildiou de la vigne.

CHAPITRE III

Présentation de l'ail

Présentation de l'ail

1. Origine de l'ail

Les premières traces de l'utilisation de l'ail sont localisées au bord de la mer Caspienne, dans les plaines des pays qui la bordent à l'Est (Kazakhstan, Ouzbékistan actuels). Il s'est répandu progressivement en Extrême-Orient, en Arabie, en Égypte et dans le Bassin méditerranéen, transporté par les marchands, les marins, les explorateurs ou encore les nomades dans le reste du monde. (Krčmár, 2008 ; Senninger, 2009). Ce bulbe est sans doute l'un des légumes les plus anciennement cultivés par l'homme qui l'utilisait autant pour son alimentation que pour sa santé (Dufresne et Ouellet, 2009). *Allium sativum* ne dérive pas directement des espèces sauvages, mais plutôt d'une très lente évolution génétique issue d'un travail de sélection par l'homme (Dufresne et Ouellet, 2009)

2. Classification de l'espèce *Allium sativum* L.

La classification classique de l'espèce *A. sativum* L. (Ghesquiere, 2016).

Règne : Plantae

Sous-règne : Tracheobionta

Embranchement : Magnoliophyta (Spermaphytes)

Sous embranchement : Magnoliophytina (Angiospermes)

Classe : Liliopsida (Monocotylédones)

Sous-classe : Liliidae

Ordre : Asparagales

Famille : Liliaceae

Genre : *Allium*

Espèce : *Allium sativum* L.

Le genre *Allium* est le plus répandu, avec 600-900 espèces. Il existe différentes variétés de l'ail, *Allium sativum* qui se diffère par la taille, la forme du bulbe, ou encore par la couleur de l'enveloppe (Goetz et Ghédira, 2012).

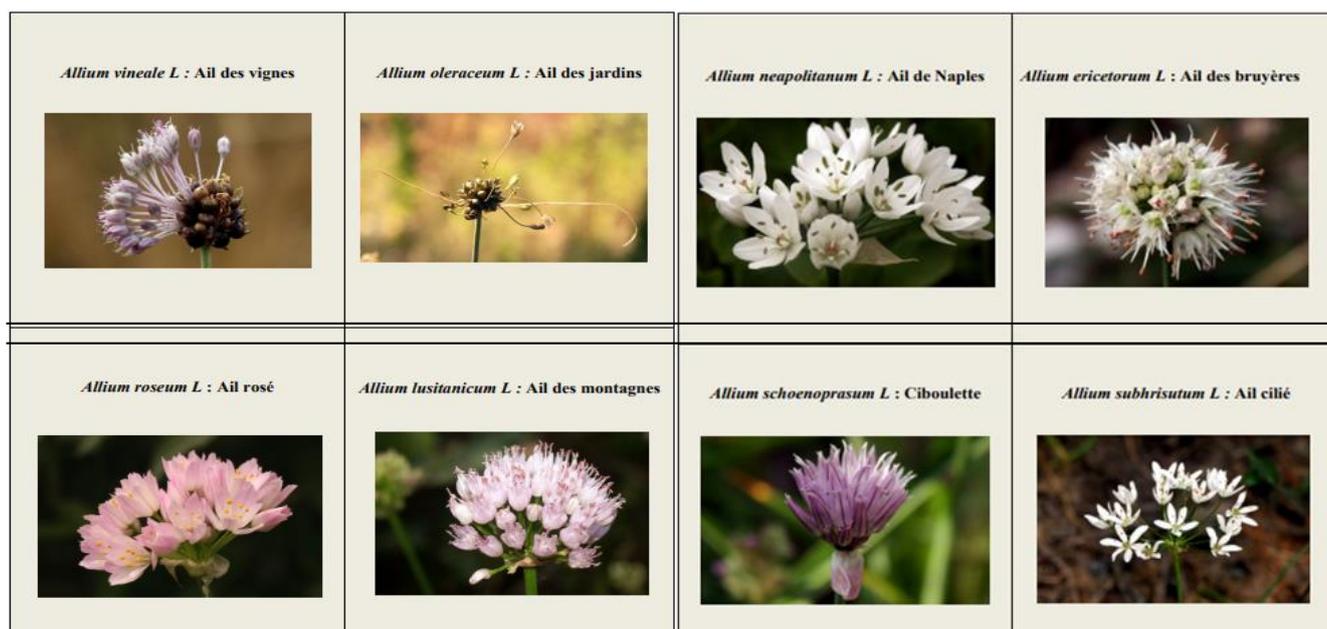


Figure 24: Quelques exemples d'espèces ornementales du genre Allium : (Leblond, 2006)

3. Données sur la production de l'ail :

3.1. Situation globale de la production de l'ail :

Selon l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO,) la production de la culture de l'ail au niveau mondial est estimée à un peu plus de 28 millions des tonnes, dans le genre *Allium*, la consommation d'ail se trouve en deuxième position après l'oignon. La production d'ail est très élevée concernant l'Asie. Ce continent arrive en première place avec 26 millions de tonnes d'ail produit en 2018. Suivi par l'Europe, l'Amérique, l'Afrique et pour finir par l'Océanie. Le premier pays producteur étant la chine (81%).bien que l'Algérie occupe la 11ème place en termes de production d'ail et productivité (Tab. 7).

Tableau 7: Les principaux 20 pays producteurs d'ail dans le monde (FAOSTAT, 2018).

N	Pays	Quantité en tonnes
1	Chine continentale	22273802
2	Inde	1721000
3	Bangladesh	461970
4	Corée du sud	331741
5	Egypte	286213
6	Espagne	273476
7	Etats Unis d'Amérique	260340

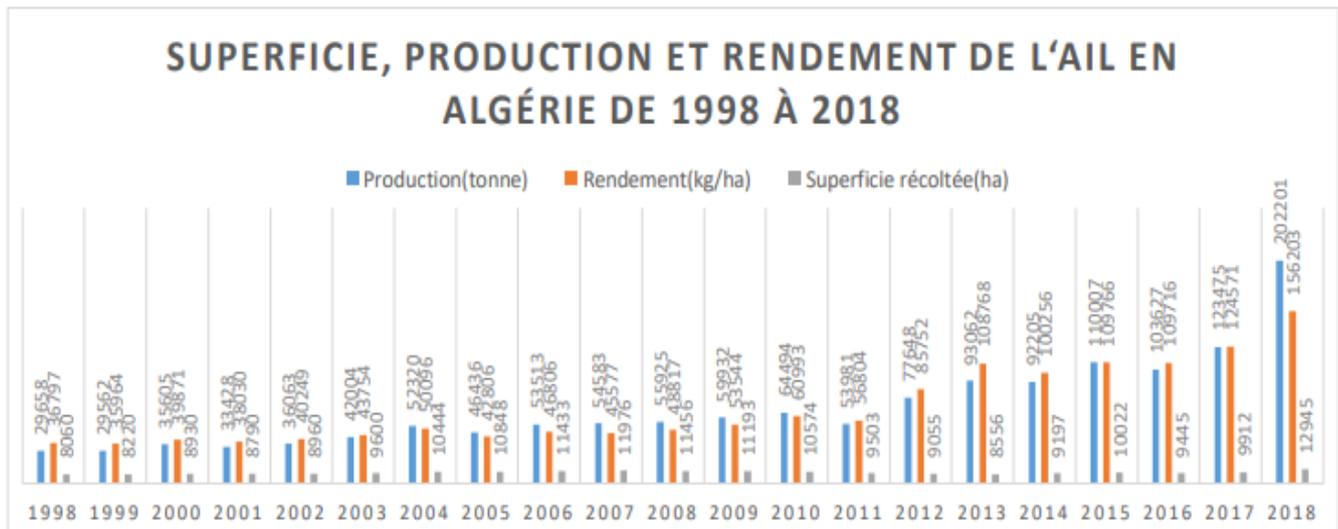
8	Ouzbékistan	254857
9	Fédération de Russie	211981
10	Myanmar	207094
11	Algérie	202201
12	Ukraine	187020
13	Argentine	148156
14	Turquie	143207
15	Ethiopie	124801
16	Brésil	118837
17	Pérou	104574
18	Mexique	94692
19	Pakistan	81167
20	Thaïlande	74288
Totale	Monde	28 494 130

3.2. Production d'ail en Afrique :

Selon les statistiques de l'organisation mondiale de l'agriculture, l'Afrique est le quatrième producteur d'ail au monde. L'Égypte assure la plus grosse production d'ail au niveau africain avec 286.213 tonnes d'ail produites en 2018. Tandis que l'Algérie est le 2ème producteur d'ail de l'Afrique avec 202.201 tonne.

3.3. Place de l'ail dans la production des légumes en Algérie 2018:

La production d'ail en Algérie reste très faible contrairement à la production et à la consommation d'autres légumes en 2018. Cependant il est le deuxième allium le plus consommé après l'oignon, mais sa consommation a tendance à décroître légèrement depuis quelques années.



Graph 1: La superficie, production et rendement de l’ail en Algérie de 1998 à 2018 (FAOSTAT)

3.4. Zone et production d'ail en Algérie 2019

Selon les estimations de 2018-2019 des statistiques horticoles de DSA, les principaux États producteurs d'ail de Algérie étaient ; Mila (1.903 hectares), Médéa (968 ha) et Batna (788 ha), Skikda (620 ha), Msila (495 ha), Tizi-Ouzou (322 ha), Guelma (290 ha), Sétif (236 ha) et Bordj Bou Arreridj (132 ha).

4. Description botanique :

D’un point de vue botanique, l’ail cultivé ou l’ail commun est appelée en latin *Allium sativum* L. C’est une petite plante de la famille des Alliaceae, herbacée, monocotylédone, vivace avec une tête bulbeuse formée de caïeux (gousses d’ail, bulbilles) (Dethier, 2010).

4.1. Appareil végétatif :

4.1.1 Bulbe :

L’ail possède la capacité de passer la mauvaise saison enfouie dans le sol grâce à ses bulbes qui sont sous une tige entourée de nombreuses feuilles appelées le plateau du bulbe. Lorsque ces feuilles sont desséchées, minces et âgées, elles ont un rôle protecteur. Tandis que les jeunes et charnues, fournissent les réserves nutritives (Dupont et Guignard, 2012). Un bulbe renferme en moyenne une douzaine de caïeux. Chaque caïeu est capable de redonner un nouveau bulbe (Maurice, 2015).

4.1.2. Racine, tige et feuilles :

Les racines sont des racines adventives qui prennent naissance sous le bulbe. La tige sort de la partie haute de bulbe, elle mesure 30 à 60 cm selon les espèces (Bourgoin et *al.*, 2017). Les feuilles sont linéaires, planes et lisses. On en compte entre 2 et 10 feuilles (Colin, 2016 ; Bourgoin et *al.*, 2017).

4.2. Appareil reproducteur :

4.2.1. Inflorescence

Il s'agit d'une ombelle sphérique, protégée par deux spathes. Ces spathes sont membraneuses, elles enveloppent l'inflorescence avant la floraison puis s'ouvre sur un côté (Colin, 2016).

4.2.2. Fleurs

Les fleurs sont régulières et hermaphrodites de couleur blanche à rose. Le périanthe est à 6 tépales libres : 2 verticilles de 3 tépales, 6 étamines libres répartis sur deux verticilles pour chaque fleur (Colin, 2016). La

4.2.3. Fruit

Le fruit d'*Allium sativum* L. est une capsule loculicide à trois loges (Colin, 2016) une fois secs, libère des graines.

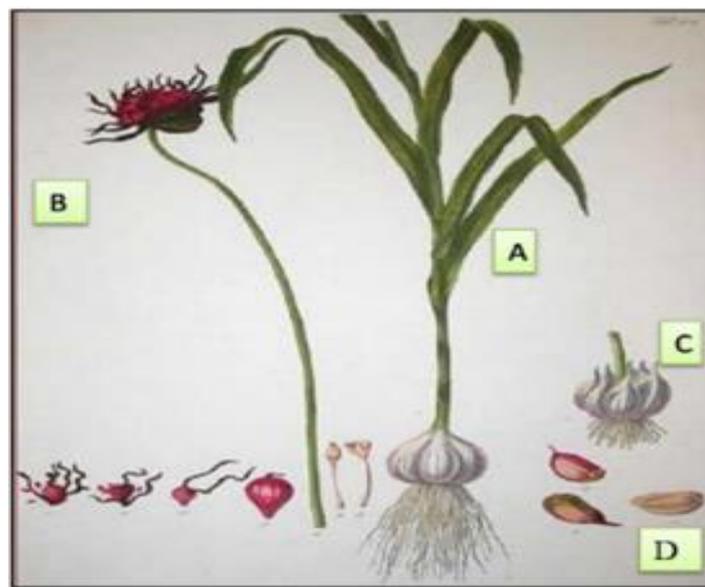


Figure 25: La présentation de la plante d'*Allium sativum* A : les feuilles ; B : inflorescence ; C : bulbe d'ail ; D : les gousses d'ail (Goetz, et al., 2012; Moumen, 2016).

5. Culture et conditionnement :

5.1. Exigences climatiques

L'ail s'adapte à tous les climats. Il possède de faibles exigences en température. Les caïeux de plantation doivent subir une période froide durant quelques mois pour être capables de croître et de produire un bulbe. Puis l'ail requiert un climat frais avec des jours qui allongent pendant les premiers mois. Ces conditions permettent la croissance du feuillage. Enfin, une période chaude pour la maturation du bulbe (Ghesquiere, 2016).

5.2. Culture

L'ail est cultivé sur tous types de sols. Le développement est bon dans les sols argileux, sableux, humide, riches en humus, engrais organiques, minéraux et en nutriments. Ces sols devraient être caractérisés par un potentiel d'hydrogène (pH) entre 6 et 7,2 pour une production optimale (Ghesquiere, 2016).

6. Composition de l'ail

La valeur énergétique de l'ail est de 138,7 Kcal/100g (Dethier, 2010). Le bulbe d'ail frais contient de nombreux composés tels que l'eau, les glucides, les protéines, les acides aminés, les fibres, les minéraux, les polyphénols, mais aussi et surtout des composés soufrés (Bourgoin et *al.*, 2017; Colin, 2016). Ces composés varient en fonction de la variété cultivée, du lieu de culture, du moment de la récolte, et des conditions de stockage des bulbes (Bruneton, 2009 ; Colin, 2016).

6.1. Composés soufrés

Les composés soufrés ou les composés organosulfurés sont des molécules qui possèdent un ou plusieurs atomes de soufre. Ils confèrent à l'ail sa saveur et son odeur caractéristiques. Ce sont eux qui sont principalement responsables des effets bénéfiques de l'ail pour la santé. (Santhosha et *al.*, 2013). Certains de ces composés sont solubles dans l'eau, tandis que les autres sont hydrophobes et solubles dans l'huile (Colin, 2016). L'ail est une source importante de composés soufrés (Santhosha et *al.*, 2013 ; Colin, 2016), tel que les γ -glutamyl peptides, les trois S-alk(en)ylcystéinesulfoxydes, l'isoalliine, la méthiine et l'alliine qui est le composé majoritaire (Sendl, 1995 ; Colin, 2016) et qui représente plus de 82% de la teneur totale en soufre de l'ail (Berthet, 2014). Les thiosulfonates comme l'allicine, les ajoènes, les vinyldithiines et les sulfides, le diallylsulfide (Amagase, 2006; Colin, 2016) ou le diallyldisulfide (Sendl, 1995 ; Colin, 2016) qui sont des produits de dégradation de l'allicine. Lorsque le bulbe d'ail est lésé l'alliine est libéré de son compartiment et interagit avec l'alliinase (enzyme) présente dans les vacuoles adjacentes

pour former l'allicine (diallylthiosulfinate) (Guet, 2011). L'alliine est une substance qui est un antibiotique plus fort que la pénicilline ou la tétracycline (Majewski, 2014).

6.2. Composés non soufrés

a- Eau : Un bulbe d'ail (100g) contient en moyenne 60 à 65% d'eau (Bourgoin et *al.*, 2017).

b- Protéines et les acides aminés : Un bulbe d'ail contient 2% de protéines (les protéines de transport, de stockage, de défense dont essentiellement des enzymes (allinase, peroxydase) et des anticorps) et de 1,2% d'acides aminés. L'ail apporte au total dix-huit acides aminés dont tous sont indispensables (Colin, 2016; Bourgoin et *al.*, 2017).

c- Glucides : Un bulbe d'ail contient 28% de glucides dont les glucides simples (fructose, glucose), le saccharose et les sucres complexes comme le fructosane qui est utilisé par la plante pour sa croissance (Colin, 2016; Bourgoin et *al.*, 2017).

d- Lipides : L'ail contient une quantité faible (négligeable) de lipides, Il apporte de petites quantités en acides gras polyinsaturés essentiels : l'acide linoléique (oméga 3) et d'acide linoléique (oméga 6) (Colin, 2016).

e- Fibres : Un bulbe d'ail contient 1,5% de fibres. Il existe les fibres solubles comme les pectines qui sont des substances mucilagineuses présentes dans les parois végétales et les fibres insolubles tels que la cellulose et de l'hémicellulose qui sont des constituants de la paroi végétale (Colin, 2016; Bourgoin et *al.*, 2017).

f- Minéraux et oligo-éléments : L'ail contient une large quantité de calcium, phosphore, magnésium, fer, sélénium, iode, soufre, manganèse, cuivre, cobalt, chlore, fluor, zinc, sodium et de potassium (Colin, 2016).

g- Vitamines : L'ail renferme de nombreuses vitamines, et notamment les vitamines : A, B1, B2, B6, C et E (Lee et *al.*, 2005), B3, B5, et B9 (Colin, 2016 ; Senninger, 2009).

En plus de ces composés soufrés et non soufrés, l'ail contient d'autres substances tels que les saponines, les adénosines, les flavonoïdes et les polyphénols.

7. Propriétés de l'ail :

7.1. Pathologies fongiques, bactériennes, virales et parasitaires :

7.1.1. Activité anti-fongique :

L'allicine est le principal composant responsable de l'inhibition de la croissance des champignons pathogènes tels que *Trichophyton verrucosum*, *T. mentagrophutes*, *Candida*... L'extrait d'*A. sativum*, peut aussi inhiber la formation des mycotoxines comme l'aflatoxine dans l'*Aspergillus parasiticus* (Ghesquiere, 2016 ; Gaber et al., 2020).

7.1.2. Activité anti-bactérienne :

L'activité antibactérienne de l'ail est attribuée à l'activité de son huile essentielle. Elle agit sur les bactéries Gram négative et Gram positive tels que *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio*... (Ghesquiere, 2016).

7.1.3. Activité anti-virale :

Les différents extraits d'ail possèdent l'activité antivirale contre le cytomégalovirus, l'influenzine B, l'herpès de type 1 et 2, la parainfluenza virus de type 3 et le rhinovirus de type 2 (Ghesquiere, 2016)

7.1.4. Activité antiparasitaire et antiprotozoaires :

Plusieurs études ont montré que l'extrait d'ail à savoir diallyle trisulfure, ajoène... était efficace contre une multitude de parasites et protozoaires tels que *Entamoeba histolytica*, *Giardia lamblia* et *Echinococcus granulosus* (Ghesquiere, 2016).

7.2. Effets thérapeutiques :

L'ail est utilisé en cuisine pour relever le goût des aliments, mais ses nombreuses propriétés thérapeutiques en font un complément alimentaire prisé. En effet, des qualités antimicrobiennes, anti-oxydantes, anti-inflammatoires, anti-tumorales et de prévention du cancer lui ont été reconnues. En outre, il aurait le pouvoir d'inhiber la coagulation, de réduire l'hypercholestérolémie et le taux de lipides sanguins, ou encore de faciliter la digestion. L'ail prévient aussi le risque de thrombose et d'athérosclérose. Enfin, il diminue l'hyperglycémie et la tension sanguine (Dethier, 2010).

PARTIE II

Expérimentation

CHAPITRE I

Présentation de la zone d'étude

Chapitre I - Présentation de la zone d'étude

1. Superficie et situation géographique :

La wilaya de Tizi-Ouzou est une wilaya côtière qui se situe dans la partie nord centre de l'Algérie, dans la région de la Grande Kabylie en plein cœur du massif du Djurdjura. Elle s'étend sur 2 992,96 km² (DPSB/DSA).

Les limites naturelles de la wilaya de Tizi-Ouzou se présentent ainsi :

- Au nord : la mer méditerranée
- Au sud : la chaîne cristalline du Djurdjura
- A l'est : le massif de l'Akfadou
- A l'Ouest : des collines et des vallées.

Pour ce qui est des limites administratives, la wilaya de Tizi-Ouzou est délimitée par :

- Au nord la mer méditerranée,
- A l'est, la wilaya de Bejaia,
- A l'ouest, la wilaya de Boumerdes,
- Au sud, la wilaya de Bouira.

2. Relief

La chaîne côtière comprend approximativement le territoire situé de la rive droite du Sebaou jusqu'à la mer. Le massif central est situé entre l'Oued Sebaou et de Draâ El Mizan, Ouadhia. Il a des limites moins nettes à l'est où il bute contre le Djurdjura. Ses altitudes se situent en général entre 800 et 1 000 mètres. De nombreux oueds provenant du Djurdjura ont entaillé le massif, et les pentes sont presque toujours élevées (supérieures à 12 %).

3. Surfaces agricoles utiles et totales :

La surface agricole utile (SAU) de la wilaya estimée à 98 842 hectares demeure très réduite : Elle ne représente que 33% de la superficie totale de la wilaya et que 38% de l'ensemble des terres affectées à l'agriculture (258 253 ha).

4. Présentation des sites expérimentaux :

Cette étude a été réalisée à la wilaya de Tizi-Ouzou, dans les communes Drâa Ben Khedda situé à l'ouest de Tizi-Ouzou et Frêha situé à l'est de la wilaya. Le choix de ces localités pour la réalisation

de notre étude se situe au niveau de l'importance accordée à la culture de la vigne quant à sa pratique par les paysans de ces milieux (Fig. 36).

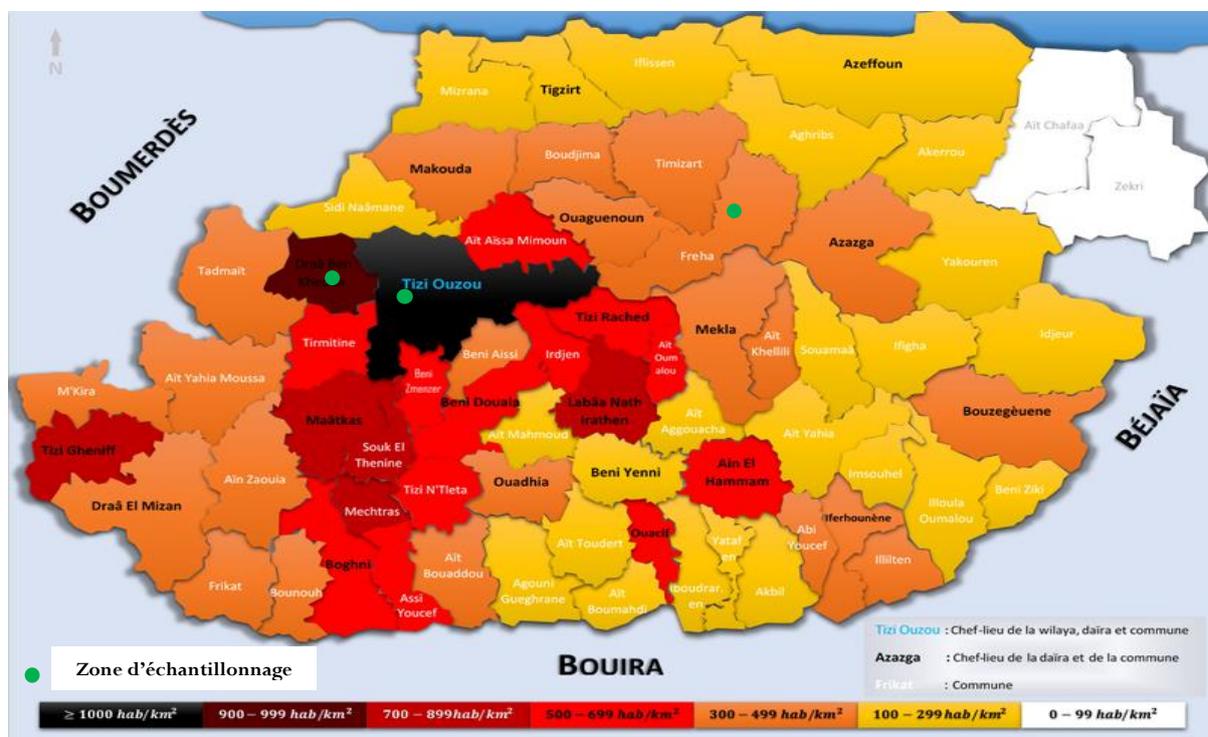


Figure 26: Carte de la wilaya de Tizi-Ouzou montrant les zones d'échantillonnages Drâa Ben Khedda, Frèha et Tizi Ouzou.

5. Présentation des vignobles et des viticulteurs :

Tableau 8: Présentation des vignobles visités

Viticulteurs	Localisation	Superficie	Age du vignoble	Variété
1	Drâa Ben Khedda	1 ha	19 ans	Cardinale
2	Drâa Ben Khedda	3 ha	13 ans	Redglobe
3	Drâa Ben Khedda	2 ha	4 ans	Muscats d'Alexandrie
4	Drâa Ben Khedda	4 ha	20 ans	Sabel
5	Frèha	1 ha	Abandonné	Cardinale

6. Présentation du laboratoire d'étude :

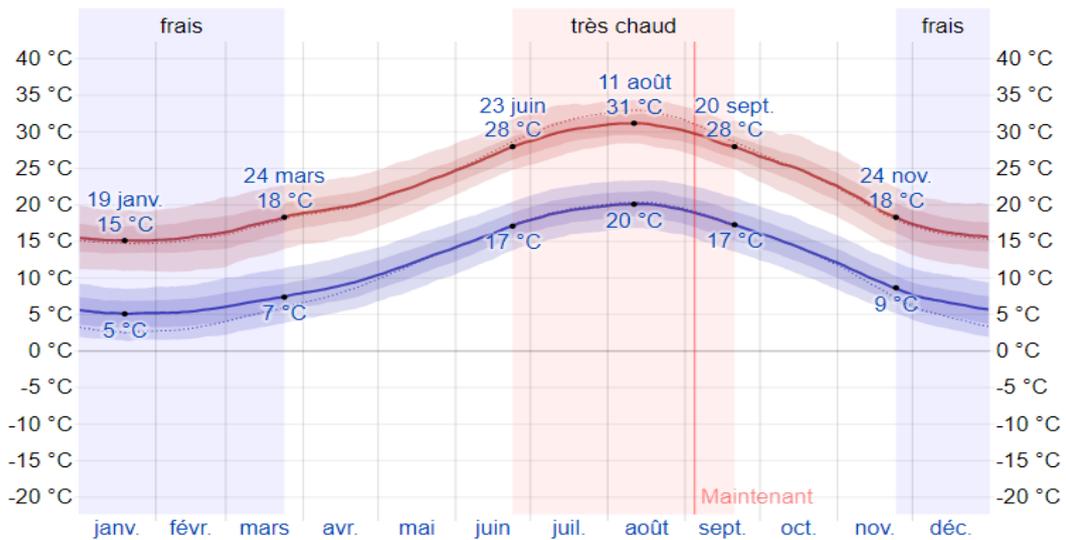
Les essais microbiologiques ont été réalisés au niveau du laboratoire mycologique de l'Institut National de la Protection des Végétaux, à la station régionale (SRVP) situé dans la commune de Drâa Ben Khedda, la wilaya de Tizi-Ouzou. L'Institut National de la Protection des Végétaux (INPV) est un établissement technique et public, sous tutelle du Ministère de l'Agriculture et du développement rurale. Il a été créé en février 1975 et ses statuts ont fait l'objet de réaménagements en 1993 et en 2000. Son siège est situé à HacénBadi, El-Harrach (wilaya d'Alger).

L'INPV est l'acteur principal de la veille phytosanitaire nationale dont la stratégie repose sur :

- Le contrôle des produits agricoles dont l'objet est les échanges commerciaux internationaux, des plants et des semences produits localement.
- La surveillance et la lutte contre les fléaux agricoles.
- La veille phytosanitaire de proximité et établissement d'avertissements agricoles, pour une lutte préventive et curative contre les ravageurs.
- La modernisation et la maîtrise des techniques de protection des cultures en privilégiant les solutions qui respectent l'environnement.

7. Conditions climatiques :**7.1. Température :**

La saison très chaude du 23 juin au 20 septembre, avec une température quotidienne moyenne maximale supérieure à 28 °C. Le jour le plus chaud de l'année est le 11 août. La saison fraîche du 24 novembre au 24 mars, avec une température quotidienne moyenne maximale inférieure à 18 °C. Le jour le plus froid de l'année est le 19 janvier.

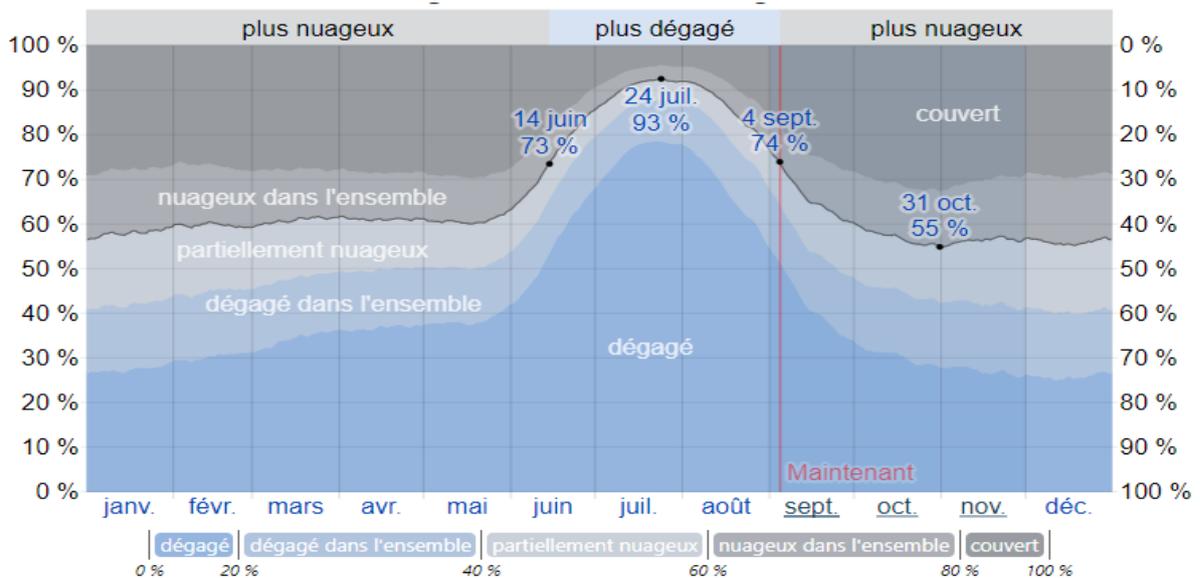


Graph 2: La température moyenne minimale et maximale à Tizi-Ouzou (Source : fr.weatherspark.com)

7.2. Nébulosité :

7.2.1 Nébulosité :

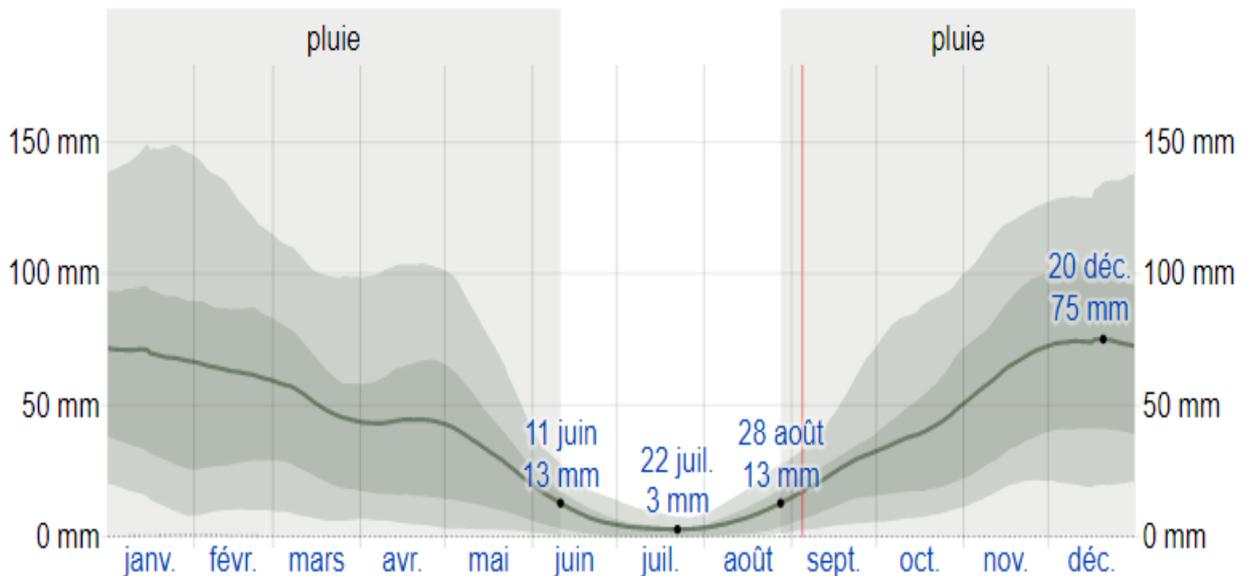
À Tizi-Ouzou, le pourcentage de nébulosité connaît une variation saisonnière considérable au cours de l'année. La période la plus dégagée de l'année à Tizi-Ouzou est du 14 juin au 4 septembre. Le 24 juillet, le jour le plus dégagé de l'année. La période plus nuageuse de l'année est du 4 septembre au 14 juin. Le 31 octobre, le jour le plus nuageux de l'année.



Graph 3: Les catégories de couverture nuageuse (Source : fr.weatherspark.com).

7.3. Pluviométrie :

La période pluvieuse de l'année du 28 août au 11 juin, la plus grande accumulation de pluie aux alentours du 20 décembre. La période sèche de l'année du 11 juin au 28 août. La plus petite accumulation de pluie a lieu aux alentours du 22 juillet.



Graphique 4: La pluviométrie mensuelle moyenne (Source : fr.weatherspark.com).

7.4. Photopériode :

La longueur du jour à Tizi-Ouzou varie considérablement au cours de l'année. En 2021, le jour le plus court est le 21 décembre, avec 9 heures et 39 minutes de jour ; le jour le plus long est le 21 juin, avec 14 heures et 41 minutes de jour.

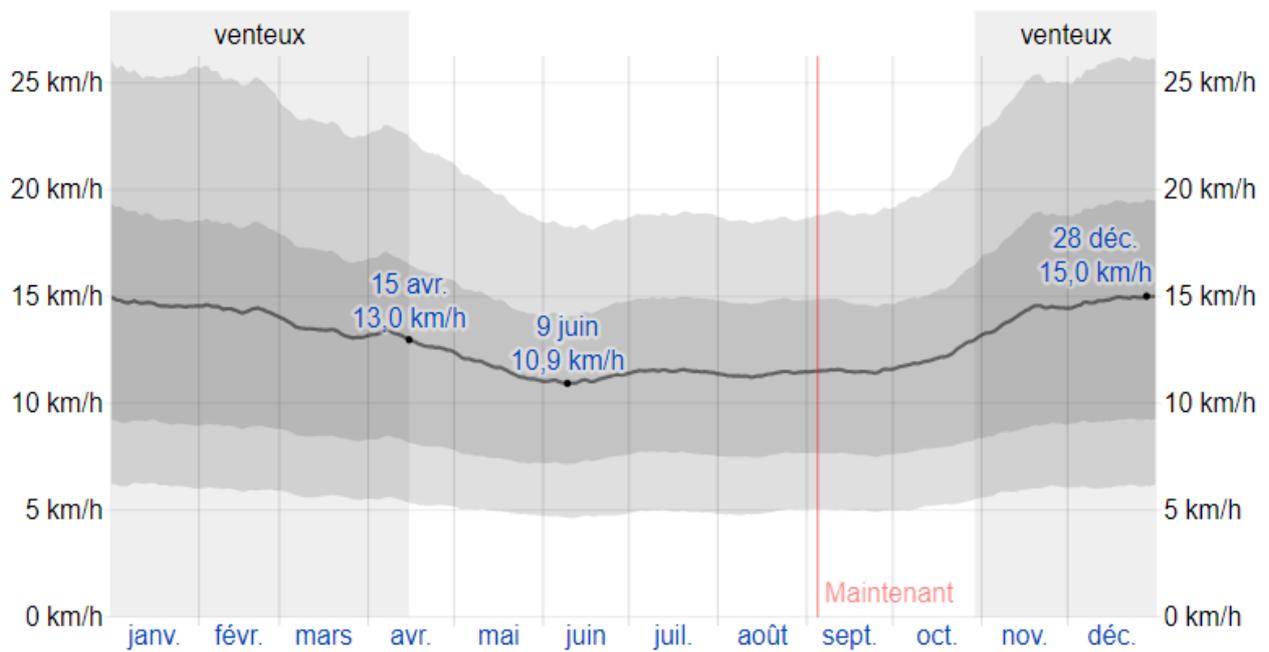
7.5. Humidité :

Tizi-Ouzou connaît des variations saisonnières extrêmes en ce qui concerne l'humidité perçue. La période la plus lourde de l'année du 9 juin au 7 octobre, le jour le plus humide de l'année est le 13 août, avec une humidité relative 64 % du temps. Le jour le moins humide de l'année est le 14 février.

7.6. Vent :

La vitesse horaire moyenne du vent à Tizi-Ouzou connaît une variation saisonnière modérée au cours de l'année. La période la plus venteuse de l'année du 29 octobre au 15 avril, le jour le plus venteux de l'année est le 28 décembre, avec une vitesse moyenne du vent de 15,0 kilomètres par

heure. La période la plus calme de l'année du 15 avril au 29 octobre. Le jour le plus calme de l'année est le 9 juin, avec une vitesse moyenne horaire du vent de 10,9 kilomètres par heure.



Graphe 5: La vitesse moyenne du vent (Source : fr.weatherspark.com).

CHAPITRE II

Matériel et méthodes

Chapitre II. Matériel et méthodes

1.1. Inventaire des maladies fongiques de la vigne dans la région de Tizi-Ouzou

I-Matériel :

1. Matériel végétal :

Des rameaux et des feuilles infectées de la vigne ont été récoltés à partir des vignobles des régions de Drâa Ben Khedda et Frèha dans la wilaya de Tizi-Ouzou, durant les mois Avril, Mai et Août 2021.

2. Matériel d'échantillonnage :

- Sécateur
- Sacs
- Etiquettes
- Marqueur

3. Matériels du laboratoire

3.1. Grand matériel

- Microscope optique
- Etuve
- Autoclave
- Agitateur
- Hotte à flux laminaire
- Bec benzène

3.2. Petit matériel

- Ciseau, Scalpel, Pince
- Anse
- Verreries (boîte de Pétri, bécher, ...)
- Lames et lamelles
- Papier Wattman
- Film pharmaceutique
- Eau distillée
- Alcool chirurgical 70%, Lactophénol et Bleu de méthylène

4. Milieu de culture : Milieu standard PDA (Potato Dextrose Agar).

II- Méthodes :

1. Prospection :

Durant la période d'Avril-Mai 2021, des prospections ont été réalisées au niveau de plusieurs vignobles dans la région de Drâa Ben Khedda et de Frèha dans la wilaya de Tizi-Ouzou, pour la collecte des échantillons (de feuilles et de rameaux) de vigne infectées, dont le but est de mettre en évidence et d'identifier les maladies fongiques présentes au niveau des vignobles des sites suscités.



Figure 27: Vignoble 1 à Drâa Ben Khedda planté selon le système de Pergola (Originale : IghilGuitounManel, 2021).



Figure 28: Vignoble 2 à Drâa Ben Khedda (Originale : IghilGuitounManel, 2021).



Figure 29: Vignoble 3 à Drâa Ben Khedda (Originale : IghilGuitounManel, 2021).



Figure 30: Vignoble 4 abandonné à Freha (Originale : IghilGuitounManel, 2021).



Figure 31: Vignoble 5 à Drâa Ben Khedda (Originale : IghilGuitounManel, 2021).



Figure 32: Vignoble 5 à Drâa Ben Khedda(Originale : IghilGuitounManel, 2021).

Tableau 9: Dates d'échantillonnage, noms des viticulteurs et lieu des vignobles visités pour les échantillons

Date d'échantillonnage	Lieu-dit	Commune
7 Avril	Ain Fassi	Drâa Ben Khedda
7 Avril	Ain Fassi	Drâa Ben Khedda
7 Avril	Medina	Drâa Ben Khedda
6 Avril	Boukhalfa	Tizi-Ouzou
28 Mai	/	Frèha
1 Août	Face à la SRPV	Drâa Ben Khedda

2. Echantillonnage :

Pour réaliser l'inventaire, nous avons prospectés des exploitations viticoles de différents âges et variétés, pour toucher un maximum de vignobles et récupérer une large liste de champignons phytopathogènes présents sur la culture dans les régions précédemment citées. Les organes végétaux concernés par l'échantillonnage sont les feuilles et les rameaux de vigne sur lesquels nous retrouvons les symptômes. Les échantillons sont acheminés dans des sacs au laboratoire de la mycologie de la SRPV.

3. En laboratoire :

3.1. Préparation du milieu de culture :

Le milieu de culture utilisé dans mon essai est le milieu PDA (Potato Dextrose Agar). Ce milieu standard favorise le développement de la majorité des champignons phytopathogènes.

Les constituants et la préparation du milieu PDA

- 200 g de Pomme de terre
- 20g de glucose
- 20 g d'agar – agar
- 1 litre d'eau distillée.

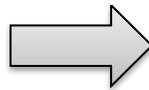
Le protocole de préparation:

1. Dissoudre 20g d'agar-agar et 20g de glucose dans 200 ml d'eau distillée, homogénéiser la solution avec agitation.

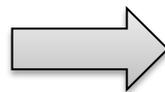
2. Eplucher, laver et peser 200g de pomme de terre ensuite découper en petites tranches.
3. Cuire les morceaux de pomme de terre dans 800 ml d'eau distillée, pendant 20 à 30 minutes, ensuite filtrer en mousseline et recueillir l'eau de cuisson.
4. L'eau provenant de la cuisson de la pomme de terre est mélangé à 200 ml de la solution agar – agar/ glucose.
5. Ajuster ensuite le volume du mélange au moyen de l'eau distillée jusqu'à 1000 ml.
6. Mettre en agitation pendant 15 minutes.
7. Auto - claver le mélange à la température de 120° C, la pression de 1,4 bar pendant 20 minutes.
8. Sous hotte à flux laminaire et stérilisée, couler le milieu liquide obtenue dans des boîtes de Pétri.
9. Laisser solidifier dans un milieu stérile.



Homogénéiser



20g de gélose + 20g d'agar agar dissout dans 200 ml d'eau distillée et homogénéiser avec agitation



Cuisson de la pomme de terre

Eau de cuisson + glucose + agar-agar ajusté à 1000 ml.

Figure 33: Etapes de la préparation du milieu de culture PDA

3.2. Traitement des échantillons :

Les échantillons prélevés et collectés ont été acheminés vers le laboratoire de mycologie pour subir le protocole suivant :

- Nettoyer légèrement les échantillons à l'eau courante pour les débarrasser de la poussière ;
- Etaler les feuilles sur le plan de travail et les sécher à l'aide d'un papier absorbant ;
- Sélectionner les échantillons malades ;
- A l'aide d'un scalpel, éliminer les pédoncules ;

3.3. Isolement

L'isolement des champignons phytopathogènes se fait généralement sur le milieu artificiel standard PDA à l'exception des parasites obligatoires tels que *Plasmopara viticola* et *Uncinula necator*, ces derniers sont mis en développement dans des chambres humides.

3.3.1. Sur milieu de culture (PDA)

- Couper des fragments de feuilles et l'épiderme des rameaux ;
- Sous la hotte à flux laminaire et dans un milieu stérile, ensemercer 4 petits fragments des tissus malades dans chacune des boîtes contenant le milieu de PDA ;
- Fermer hermétiquement les boîtes de Pétri avec un film pharmaceutique avant incubation.

3.3.2. Dans les chambres humides :

- Mettre un papier Wattman stérilisé et mouillé avec de l'eau distillée stérile sur un tampon humide dans une boîte de Pétri ; Cette opération est réalisée sous la hotte ;
- Découper des petits fragments de tissus malades de la vigne
- Déposer les fragments dans les 5 points excentrés de la boîte de Pétri ;
- Fermer hermétiquement les boîtes de Pétri avec un film pharmaceutique avant incubation
- Marquer la température et la durée d'incubation

3.4. Purification :

La purification concerne uniquement les échantillons isolés dans le milieu de culture PDA.

La technique consiste à purifier les isolats fongiques obtenus après isolement de la culture monospore par repiquage successif. Après le développement des amas mycéliens, des isolats de ces derniers sont repiqués sur de nouvelles boîtes de Pétri contenant le milieu de culture en évitant ainsi d'éventuelles contaminations.

3.5 Observations :

3.5.1. Observation à partir des boîtes de pétri :

Après le développement des champignons dans les boîtes de pétri, des isolats sont prélevés à l'aide d'une anse et déposés entre lame et lamelle contenant une goutte d'eau, du lactophénol ou du bleu de méthylène. Cette opération est réalisée sous la hotte laminaire stérile.

Observer sous microscope optique au grossissement Gx400, après une mise au point au Gx100.

3.5.2. Observation à partir du matériel végétal (chambres humides) :

Après le développement des champignons sur feuille de vigne en chambres humides, nous avons réalisé un prélèvement à l'aide d'une anse (ou scotch) que nous avons déposé entre lame et lamelle contenant une goutte d'eau et du lactophénol.

3.6. Identification :

Les observations microscopiques nous permettent de noter toutes les caractéristiques de la souche à savoir : la forme du mycélium (cloisonné ou pas, hyalin, ...), les fructifications, la forme des spores (allongée, ovales, ...).

L'identification se base sur les différents critères notés lors des observations microscopiques et la consultation des clés de détermination (consultation des spécialistes, ouvrages et sites-web).

Au cours de nos observations, nous avons pu identifier les trois différents champignons suivant :

- *Uncinula necator*, l'agent responsable de l'Oïdium.
- *Plasmopara viticola*, l'agent responsable du Mildiou.
- *Phaeomoniella spp* l'un des agents responsables de l'Esca du bois de la vigne.

1.2. Etude de l'activité bio-fongicide de l'extrait brut de l'ail *Allium sativum* vis-à-vis *Plasmopara viticola* de la vigne**I. Matériel :****1. Matériel végétal**

- Des feuilles de vigne infectées par *Plasmopara viticola*.
- Le bulbe d'*Allium Sativum*.

2. Appareillage

- Microscope optique
- Agitateur
- Etuve
- Centrifugeuse
- Broyeur
- Balance

3. Verreries

- Boîtes de Pétri
- Becher
- Erlenmeyer
- Flacon
- Entonnoir
- Condenseur
- Bec benzène
- Eau distillée

4. Consommable

- Papier Wattman
- Film pharmaceutique
- Lactophénol
- Bleu de méthylène

5. Petit matériel

- Scalpel
- Anse
- Filtre seringue et pissette

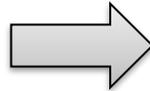
II. Méthodes :**1. Préparation de l'extrait d'ail :**

L'extrait d'ail est préparé à partir de bulbes d'ail (*Allium sativum L*) achetés au marché local. Il obtenu après avoir :

- Laver et éplucher les gousses d'ail ;
- Porter à ébullition dans quelques millilitres d'eau ;
- Broyer les bulbes à l'aide d'un mixeur (1/1 m/v) (Krichen et *al.*, 2004) ;
- Mettre à la centrifugeuse à (4000 tr/min) pendant 10 minutes ;
- Filtrer avec des filtres seringues (0.22 μ m) ;
- Conserver l'extrait à 4C avant d'être utilisé dans les tests d'activité antifongique *in vitro*



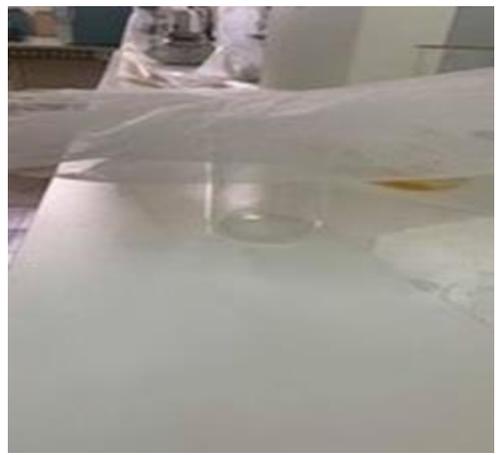
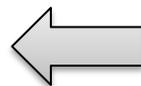
Mélange homogène (Poudre d'ail+eau distillée)



Centrifugation



Extrait d'ail prêt



Filtration

Figure 34: Etapes de préparation de l'extrait d'ail

2. Préparation des dosages de l'extrait d'ail :

Pour la réalisation de mon étude sur l'activité biofongicide de l'extrait d'ail, j'ai opté pour différents dosages afin de pouvoir comparer les résultats :

- Dosage1 : 100µl/ml
- Dosage2 : 200µl/ml
- Dosage3 : 400µl/ml

Mode d'utilisation :

Le mode d'utilisation de l'extrait de l'ail est comme suite :

Imbiber directement le papier wattman en couvrant la feuille de vigne atteinte du mildiou.

CHAPITRE III-
Résultats et discussion

Chapitre III. Résultats et discussion

Cette partie concerne trois aspects : l'inventaire des maladies fongiques observées et identifiées sur la vigne des six sites prospectés des régions de Draa Ben Khedda et Freha à TiziOuzou ; l'activité biofongicide de l'extrait de l'ail vis-à-vis du mildiou de la vigne conduite in vivo et l'enquête menée sur les pesticides chimiques conventionnels employés par les viticulteurs dans les sites prospectés.

3.1. Inventaires des maladies fongiques observées et identifiées sur les vignobles des sites prospectés des régions de Draa Ben Khadda et Freha à TiziOuzou

Les résultats des observations microscopiques des isolats fongiques ont montré la présence de maladies fongiques. Ces maladies sont les plus répondues dans les régions où nous avons mené notre étude, à savoir : l'Oïdium, le Mildiou et le complexe de l'Esca du bois de vigne.

3.1.1. Observations macroscopiques et microscopiques des maladies fongiques inventoriées

Discussion de l'inventaire

Selon le bilan de la SRPV des inventaires des maladies fongiques de la vigne au niveau de la région de Tizi-Ouzou, nous avons ce tableau :

Tableau 10: Inventaires des maladies fongiques de la vigne dans la région de Tizi-Ouzou

Maladies	Inventaire	SRPV
Mildiou	+	+
Oïdium	+	+
Pourriture grise	-	+
Excoriose	-	+
Esca	+	+

L'ensemble des résultats obtenu dans cet inventaire sont en conformité avec de nombreuses études faites sur les maladies de la vigne en Algérie et aussi avec le bilan de la station régionale de protection de végétaux à Tizi-Ouzou.

Le Mildiou, l'Oïdium et l'Esca sont des maladies déjà identifiées sur la vigne en Algérie et qui existent dans la région de Tizi-Ouzou, nous l'avons confirmé par les résultats de notre inventaire.

Références Bibliographiques

Nous pourrions dire que nous avons déterminés les maladies les plus présentes à l'exception de la pourriture grise et l'excoriose.

Plasmopara viticola, *Uncinula necator* et *Phaemoniella spp* représentent les agents pathogènes responsables des maladies fongiques les plus redoutables dans la région de Tizi-Ouzou.

Plasmopara viticola l'agent responsable du mildiou de la vigne, a été identifié sur feuilles de vigne. Les symptômes du mildiou ont été présents au niveau du terrain. Au laboratoire, les mycélium et spores de ce parasite ont été observés.

Des symptômes de l'Oïdium de la vigne étaient présents sur les plants de vigne au niveau des vignobles enquêté. D'après les échantillons acheminés au laboratoire, la présence d'*Uncinula necator* l'agent responsable de l'Oïdium était confirmée par les études microbiologiques menées.

L'un des agents responsable du complexe de l'Esca *Phaemoniella spp* a été également identifié lors de notre étude, les échantillons du bois suspecté de porter cette maladie ont subi le protocole d'identification des champignons. La présence de l'agent pathogène a été confirmée.

3.2. Etude de l'activité bio-fongicide de l'extrait brut de l'ail *Allium sativum* vis-à-vis de *Plasmopara viticola* de la vigne

1. Observation macroscopique des souches du mildiou en chambre humide :

T : Témoin pour chaque dose (1,2 et 3).

R : Répétition pour chaque dose (1,2 et 3).

D : Dose de l'extrait d'ail (D1: 100 µl, D2: 200 µl et D3: 400 µl).

Les résultats sont notés dans les tableaux 14, 15 et 16, et la figure 53

Tableau 11: Diamètres en cm des souches selon les différentes doses de l'extrait de l'ail pendant une semaine.

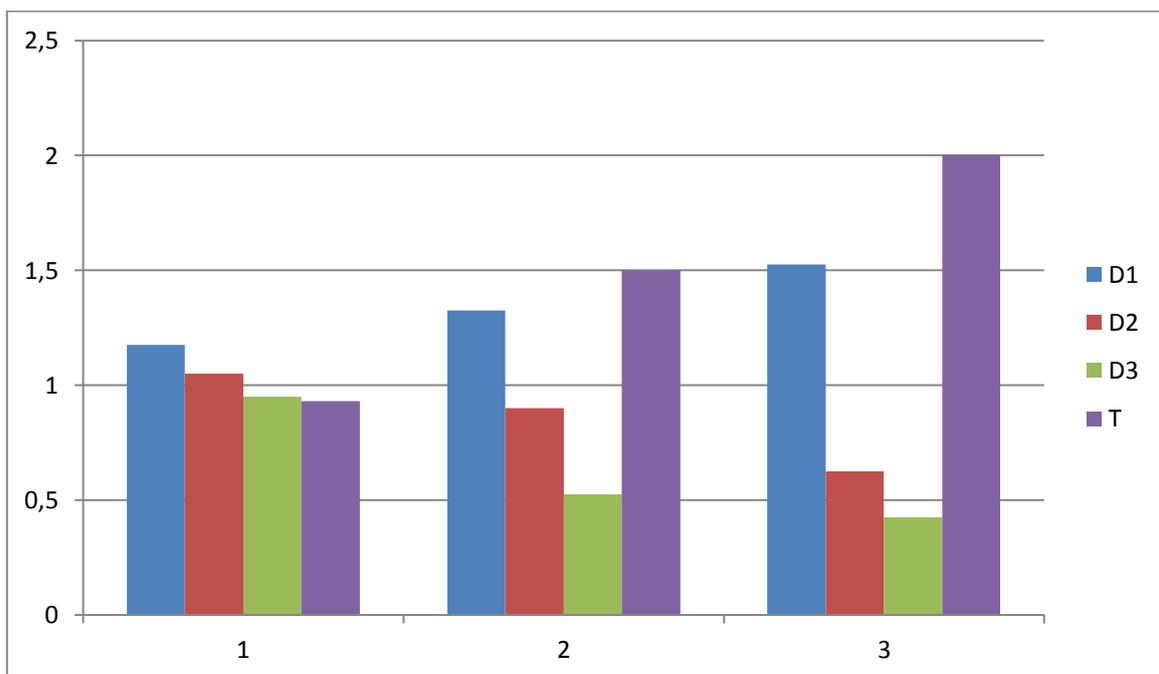
Doses	D1 : 100 µl	D2 : 200µl	D3 : 400µl
Dates			
J0 : 01.08.2021			
	T1 : 0.7	T2 : 1.0	T3 : 1.1
	R1 : 1.1	R1 : 1.5	R1 : 1.3
J1 : 03.08.2021	R2 : 1.6	R2 : 0.7	R2 : 1.5
	R3 : 0.8	R3 : 0.8	R3 : 0.8

Références Bibliographiques

	R4 : 1.2	R4 : 1.2	R4 : 0.2
J2 : 05.08.2021	T1 : 1.1	T2 : 1.9	T3 : 1.5
	R1 : 1.3	R1 : 1.6	R1 : 0.8
	R2 : 1.7	R2 : 0.5	R2 : 0.7
	R3 : 1.0	R3 : 0.5	R3 : 0.4
	R4 : 1.3	R4 : 1.00	R4 : 0.2
J3 : 08.08.2021	T1 : 1.5	T2 : 2.3	T3 : 2.2
	R1 : 1.4	R1 : 1.5	R1 : 0.6
	R2 : 1.9	R2 : 0.4	R2 : 0.7
	R3 : 1.4	R3 : 0.2	R3 : 0.4
	R4 : 1.4	R4 : 0.4	R4 : 0.0

Tableau 12: Calcul des moyennes :

	D1	D2	D3	T
03.08.2021	1.175	1.05	0.95	0.93
05.08.2021	1.325	0.9	0.525	1.5
08.08.2021	1.525	0.625	0.425	2



Graph 6: Histogramme de l'activité biofongicide d'Allium sativum sur *Plasmopara viticola*

Références Bibliographiques

Analyse statistique :

Tableau 13: Calcul de la variance par le tableau d'ANOVA.

	Degré de liberté	Sommes des carrés	Moyenne des carrés	FC
Entré	P-1 = 3	1.4232	0.4744	
Intérieur	N-P = 8	1.9672	0.2459	1.9292
Totale	N-1 = 11	3.390	/	/

2. Interprétation des résultats :

Selon les résultats obtenus des calculs de diamètres en cm des souches selon les différentes doses de l'extrait de l'ail pendant une semaine, de l'histogramme et du tableau d'ANOVA, nous notons :

- une évolution continue et importante des fructifications du champignon dans les boîtes de pétri contenant les différents témoins ;
- les échantillons traités avec la D1, se sont développés au cours de la semaine mais d'une densité moins que les témoins ;
- la D2 a eu un effet sur le développement du champignon, nous remarquons la réduction des diamètres des fructifications à fur et à mesure ;
- une réduction significative des diamètres du champignon et donc de son développement des échantillons traités à la D3.

3. Observation microscopique de l'évolution de la souche de *Plasmopara viticola* :

Les différentes notations de l'évolution du mildiou selon les différentes doses (100 µl, 200µl, 400µl) sur une période d'une semaine ont été faites dans le but de confirmer les résultats obtenus des observations macroscopiques.

Références Bibliographiques

Tableau 14: Récapitulatif des résultats d'observation du développement mycélien et des spores du mildiou *Plasmopara viticola* selon les différentes doses durant les trois notations :

	T	D1	D2	D3
J0 : 01.08.2021	Ensemencement et traitement			
J1 : 03.08.2021	Présences des spores et mycéliums	Présences des spores et mycéliums	Présences des spores et mycéliums	Absence des mycéliums et réduction de nombre de spores
J2 : 05.08.2021	Présences moyenne des spores et mycéliums	Présences en légère augmentation des spores et des mycéliums	Absence des mycéliums et réduction de nombres de spores	Arrêt total du développement du champignon
J3 : 08.08.2021	Présences abondante des spores et des mycéliums	//	Arrêt total du développement du champignon	//

4. Interprétation des résultats :

Selon les observations microscopiques faites dans le but de confirmer les résultats obtenues des observations macroscopiques avec le calcul des diamètres des souches, nous avons noté un effet positif de l'action de l'extrait d'ail sur l'évolution du champignon *Plasmopara viticola*, à cet effet :

- nous avons noté que pour tous les témoins, une nette évolution dans le développement des mycéliums et des fructifications durant l'essai (7jours) ;
- la première dose (D1), a eu un léger effet sur le développement du champignon. Les mycéliums et les spores sont toujours observés mais à un nombre moindre que les échantillons non traités T ;
- au bout de deux jours, l'action de l'extrait d'ail a provoqué une réduction du nombre de spores et une absence du mycélium pour la D3 (400 µl) ;
- Au quatrième jour d'observation, l'absence du mycélium et réduction du nombre de spores pour le traitement à 200ul sont enregistrées; et absence de mycéliums et de spores sur les boites traité à la dose3 (400ul).
- Au septième jour qui correspond au J0+7jours, nous avons observé l'absence totale du mycélium et des spores pour les doses D2 et D3.

Références Bibliographiques

Discussion

L'ail est connu par ses bienfaits et ses pouvoirs thérapeutiques depuis les anciennes civilisations. Son extrait a été utilisé pour la lutte contre plusieurs champignons pathogènes.

L'allicine est le principal composant responsable de l'inhibition de la croissance des champignons pathogènes tels que *Trichophyton verrucosum*, *T. mentagrophutes*, *Candida*...

Les extraits d'*A. sativum* aqueux, éthanolique, méthanolique et l'ajoène ont agi en affectant la paroi cellulaire fongique et en provoquant des modifications ultra-structurales irréversibles qui entraînent une perte d'intégrité structurelle et affectent la capacité de germination et peut aussi inhiber la formation des mycotoxines comme l'aflatoxine dans l'*Aspergillus parasiticus* (Ghesquiere, 2016 ; Gaber et al., 2020).

Selon Nicolas Aveline et Margaux Depralon, une étude coordonnée par l'ITAB (Institut Technique pour l'Agriculture Biologique), l'IFV Bordeaux-Blanquefort en 2012, a mené des essais sur des extraits de plantes contre le mildiou de la vigne. L'objectif était de déterminer l'efficacité de ces préparations pour lutter contre le mildiou et déterminer comment les employer de façon optimale.

Les produits utilisés sont des extraits éthanoliques de plantes communes : Prêle (*E.arvense*), Absinthe (*A.absinthium*), Armoise (*A.vulgaris*) et le Saule (*S.alba*).

Les concentrations ont été définies par rapport aux métabolites secondaires présents dans les extraits (polyphénols notamment).

Les tests sont réalisés sur les disques de feuilles, conservés en survie dans les boîtes de Pétri.

Les quatre types d'extraits montrent des efficacités quasi-totale et ce pour les concentrations préconisées.

Selon l'étude que nous avons réalisés, une action bio-fongicide de l'extrait brut de l'ail a été montré vis-à-vis du mildiou de la vigne.

Notre travail sur la bio-lutte contre le mildiou de la vigne à base d'extrait d'ail se rajoute à la liste et confirme l'efficacité des extraits de plantes comme anti-fongiques et essentiellement l'activité de l'ail.

Références Bibliographiques

3.3. Enquête des Pesticides utilisés par les viticulteurs sur vignobles :

Lors de l'enquête de prospection, nous avons noté les différentes interventions des viticulteurs vis-à-vis des problèmes des bioagresseurs animaux (insectes, acariens) et végétaux (maladies phytopathogènes) rencontrés au cours des différents stades phénologiques de la culture.

Les renseignements sont regroupés dans les Annexes.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Conclusion générale et perspectives

A la lumière des résultats obtenus jugés d'ordre préliminaires, on peut dire que trois objectifs principaux ont été atteints lors de ce travail.

En premier lieu, nous avons pu réaliser un inventaire des maladies fongiques qui touchent la viticulture après avoir eu un accès à cinq vignobles et une station dans la région de Tizi-Ouzou. Nous avons réussi à confirmer *in vivo* la présence des principaux agents phytopathogènes responsables des maladies fongiques de la vigne : *Plasmopara viticola* l'agent responsable du mildiou de la vigne, *Uncinula necator* responsable de l'Oïdium et *Phaeomoniella spp* l'un des parasites responsables de la maladie du bois de la vigne l'Esca.

Dans un deuxième temps, une enquête a été faite au niveau des vignobles avec la présence des viticulteurs dans le but d'apprendre et de développer nos connaissances sur les maladies et les problèmes phytosanitaires de la vigne, et de se rapprocher de la profession en recherchant les méthodes et moyens utilisés par viticulteurs pour lutter contre ces problèmes au fil des différents stades phénologiques de la vigne. Durant cette période, nous avons établi un tableau des traitements utilisés pour chacun des quatre vignobles visités et entretenus.

Notre dernier objectif est un essai de bio-lutte contre le mildiou de la vigne en utilisant l'extrait brut de l'ail *in vitro*. Le travail réalisé a été interprété par les résultats obtenus des observations macroscopiques et microscopiques du champignon *Plasmopara viticola*, nous avons conclu que pour toutes les doses, l'extrait d'ail a un effet positif sur le développement de celui-ci.

Perspectives : l'usage des extraits de plantes contenant des constituants bio-actifs est devenu une approche très importante dans la lutte contre les fléaux phytopathogènes. Ces plantes ayant des propriétés phytosanitaires permettent de diminuer l'emploi des pesticides chimiques qui sont nocifs pour l'environnement, et les êtres vivants.

Des travaux de recherche révèlent l'efficacité de l'activité anti-fongique de l'extrait d'ail. Suite à nos résultats, nous pourrions confirmer et recommander l'extrait de l'ail comme étant un moyen de lutte biologique contre le mildiou de la vigne.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

1. **Abdenouz A., 1995.** Culture de la vigne : techniques de production de la vigne Institut technique d'arboriculture fruitière et de la vigne ITAFV, 29 pages
2. **Alem Etsouri, M., 2014.** Etude de la diversité génétique de *Botrytis cinerea Pers.* :Fr. agent de la pourriture grise de la vigne. Mémoire de Magister en Sciences Agronomiques, Ecole Nationale Supérieure Agronomique El Harrach – Alger -, Algérie. 1p.
3. **Bahder, B.W., Zalom, F. G., Jayanth, M., Sudarshana, M.R. 2016.** Phylogeny of geminivirus coat protein sequences and digital PCR aid in identifying *Spissistilus festinus* as a vector of Grapevine red blotch associated virus. *Phytopath.* 106: 1223–1230
4. **Batiha G E S, Beshbishy A M , Wasef LG , Elewa Y H A, Al-Sagan A A, AbdEhack M E, Taha A E, Abd-Elhakim Y M et Debkota H P., 2020.** Chemical Constituents and Pharmacological Activities of Garlic (*Allium sativum L*): A Review. Received: 27 February 2020; Accepted: 12 March 2020; Published: 24 March 2020.
5. **Belaid Dj., 2017.** ALGERIE :renouveau de la viticulture. Collection Brochure Agronomiques : p.1-23. OIV, 2018
6. **Benabderabou, L., 1971.** Ampélographie algérienne : cépages de cuve et de table cultivés en Algérie. Alger: Société générale d'édition et de diffusion.
7. **Bernadette D., 2002.** Maladies cryptogamiques de la vigne. 2^{ème} édition, Feret, Bordeaux, 207p.
8. **Bretraudeau J., 1964 :** Atlas d'arboriculture fruitière. Vol IV, Edit. J.B. Baillièrre et fils
9. **Bretraudeau J, Faure Y., 1990.** Atlas d'arboriculture fruitière. vol 4, 263 pages.
10. **Bruneton J., 2009.** Pharmacognosie-Phytochimie, plantes médicinales. 4^{ème} édition, Tec & Doc, Lavoisier. Paris
11. **Bordiec S., 2010 :** Interaction entre la vigne et une bactérie PGPR ; mécanismes de défense impliqués lors de la perception de la bactérie par la plante et lors de l'établissement de la protection contre le froid et la pourriture grise. Thèse Doctorat, Univ. Reims, 161 p.
12. **Bolay, A., 2005.** Les oïdiums de Suisse (Erysiphacées). *Cryptogamica Helvetica* 2005; 20: 1-176.
13. **Boscia D., Grief C., Gugerli P., Martelli G.P., Walter B., Gonsalves D., 1995.** Nomenclature of grapevine leafroll associated potyvirus. *Vitis* 34. 13 pages.
14. **Bouby L, Figueiral I, Bouchette A, Rovira N, Ivorra S, Lacombe T, Pastor T, Picq S, Marival P, Terral JF. 2013.** Bioarchaeological Insights into the Process of Domestication of

Références Bibliographiques

- Grapevine (*Vitis vinifera* L.) during Roman Times in Southern France. PLOS ONE 8(5) : e63195. doi:10.1371/journal.pone.0063195.
15. **Bourgoin M.A., GarzaGuajardo R., Philippe G., Souchet S., 2017.** Etude des propriétés antimicrobiennes de l'extrait d'ail (*Allium sativum* L.). Ecole supérieure d'agriculture – f49000 Angers –France.
 16. **Bugnon F, Bessis R., 1968.** Biologie de la vigne : acquisitions récentes et problèmes actuels. Masson et Cie
 17. **Bovey R., 1974.** Sélection sanitaire de la vigne en suisse romande. Revue. Suisse. Vitic. Arboric. Hortic. (6). p 77-83.
 18. **Calo A., 1970.** Influence du climat et les conditions de nutrition sur la fécondation et la nouaison des fruits de la vigne. Bulletin de l'OIV 588
 19. **Carbonneau A., 1992.** Contrôle de la vigueur de la production par la taille en sec et la taille en vert. CR IV Sympo Inter Physio Vigne, 69–74.
 20. **Carbonneau A, Cargnello G., 2003 :** Architecture de la vigne et système de conduite. Edit. La vigne et Dunod.
 21. **Carmona MJ, Chaïb J, Martínez-Zapater JM & Thomas MR ., 2008.** A molecular genetic perspective of reproductive development in grapevine. Journal of Experimental Botany 59, 2579–2596.
 22. **Champaagnol F., 1984.** Éléments de physiologie de la vigne et de viticulture générale. Imp. Dehan, Montpellier. 351 pages.
 23. **Chase, M.W., et Reveal, J.L., 2009.** A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III. Botanical Journal of the Linnean Society 161 : p.122-127.
 24. **Chauvet M., 1979.** Manuel de viticulture. 3eme Ed, Bailliere, J.B, Paris. 319 pages.
 25. **Chauvet M, Reynier A., 1979.** Manuel de viticulture. 3eme Ed, Bailliere , J.B, Paris. 330 pages.
 26. **Cliche M., 1989.** La culture de la vigne. Conférence présentée à la société d'horticulture et d'écologie du nord de montréal. 14 pages.
 27. **Cloquemin G., Blaszczyk G., Herold D., Gillet J., 1998.** Les virus et la vigne. Progrès agricoles et viticoles 115 (3). p 59-65
 28. **Colin L., 2016.** L'ail et son interet en phytothérapie. Thèse de doctorat en Pharmacie. Université de Lorraine.
 29. **Coombe B, Iland P., 2004.** Grapeberry development and winegrape quality. Winetitles Pty Ltd.
 30. **Crespy., 1987.** Viticulture d'aujourd'hui. Paris: J-B Baillière Lavoisier.

Références Bibliographiques

31. **Crespy A., 1992** : Viticulture d'aujourd'hui. Edit. Lavoisier Tec. et Doc., 3-29 p.
32. **Dethier B., 2010**. Contribution à l'étude de la synthèse de l'alliine de l'ail. Bioingénierie chimie. Liège : université de Liège, 238.
33. **Dufresne C, Ouellet C., 2009**. Filière des plantes médicinales biologiques du Québec (*Allium sativum*). Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation de Québec (MAPAQ). Pp5-7
34. **Dupont F, Guignard JL., 2012**. Botanique: Les familles des plantes. Elsevier Health Sciences.
35. **Elmer P A G, Michailides T J., 2004**. Epidemiology of *Botrytis cinerea* in orchard and vine crops. 243-272 pp, in: *Botrytis: biology, pathology and control*. Elad Y., Williamson B., Tudzynski P., Delen N., eds. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.
36. **FAOSTAT**: <http://www.fao.org/faostat/fr/>
37. **Fermaud M, A.Giboulat., 1992**. Influence of *Lobesia botrana* Larvae on Field Severity of Botrytis Rot of Grape Berries. *Plant disease* 76.
38. **Fillinger S, Amselem J, Artiguenave F, Billaut A, Choquer M, Couloux A, Cuomo C, Dickman, Fournier E, Gioti A, Giraud C, Kodira C, Kohn L, Legeai F, Levis C, Mauceli E, Pomiier C, Pradier JM, Quevillon E, Rollins J, Saugurens B, Simon A, Viaud M, Weissenbach J, Wincker P et Lebrun MH., 2007**. The genome projects of the plant pathogenic fungi *Botrytis cinerea* and *Sclerotinia sclerotium* macromolecules of grape and wines. Edited by Jeandet P, Clément C and Conreux A. Lavoisier London, Paris, New York : 125-133.
39. **Fischer M., 2002**. A new wood-decaying basidiomycete species associated with Esca of grapevine: *Fomitiporia mediterranea* (Hymenochaetales). *Mycological Progress*. 1(3): 315-324.
40. **Fournioux JC, Adrian M., 2011**. Morphologie et anatomie de la vigne. Collection des Usuels Féret de la Vigne et du Vin. Editions Féret, Bordeaux, 143 p.
41. **Gaber El-Saber, Batiha Y, Amany Magdy Beshbishy Y, Lamiaa G. Wasef, Yaser H. A. Elewa, Ahmed A. Al-Sagan, Mohamed E. Abd ElHack, Ayman E. Taha, Yasmina M. Abd-Elhakim and Hari Prasad Devkota. (2020)**. Chemical Constituents and Pharmacological Activities of Garlic (*Allium sativum L*): A Review. Received: 27 February 2020; Accepted: 12 March 2020; Published: 24 March 2020.
42. **Galet P., 1969**. Précis de viticulture.
43. **Galet P., 1970**. Précis de viticulture.
44. **Galet P., 1993**. précis de viticulture.
45. **Galet P., 1995**. Précis de pathologie viticole. 2eme Ed, Impression J.F.

Références Bibliographiques

46. Galet P., 1998. Précis d'ampélographie pratique. Saint Jean de Vedas: Imprimerie JF impression
47. Galet P., 2000. Dictionnaire encyclopédique des cépages. Paris: Hachette.
48. Galet P., 2000. Précis de viticulture. SaintJeandeVedas, :JFimpression,.
49. Gessler, C., Pertot, I., Perazzoli, M. *Plasmopara viticola*: A review of knowledge on downymildew of grapevine and effective disease management. *PhytopathologiaMediterranea*. 2011, Vol.50, p.3-44
50. Ghesquiere C., 2016. Les bienfaits de l'ail dans les maladies cardiovasculaires. Thèse de doctorat en pharmacie. Université de Picardie jules verne.
51. Goetz, P., Ghedira, K., 2012. Phytothérapie anti-infectieuse. Springer Science & Business Media
52. Goetz P., Ghedira K., 2012. Phytothérapie anti-infectieuse. Universite de Monasti Springer-Verlag France, Paris. Pp216
53. Gubler WD, Baumgartner K, Browne GT, Eskalen A, Latham SR, Petit E, et al., 2004. Rootdiseases of grapevines in California and their control. *Australasian Plant Pathology*.33(2): 157–165.
54. Guiet, A., 2011. L'apport de marrubiumValgare L dans la Prévention du risque cardiovasculaire doctorat, NANTES. Retrievedfrom [file:///C:/Users/Devil/Downloads/guiePH11%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Devil/Downloads/guiePH11%20(3).pdf)
55. Hamrit S. et Messoudi F., 2007. Contribution à l'étude de la germination de graines de vigne (*Vitis vinifera* L.), mémoire DES., université de M'sila., p 2.
56. Hidalgo L., 2008 : Taille de la vigne. Edit. Dunod, 256.
57. Huglin P., 1986. Biologie et écologie de la vigne. Lausanne: Payot.
58. Huglin P, Schneider C., 1998. Biologie et écologie de la vigne. Ed Lavoisier.
59. Joly D., 2005. Génétique moléculaire de la floraison de la vigne., thèse doctorat., université Louis Pasteur, Strasbourg., pp 16, 17, pp 18, 43.
60. Krčmár M., 2008. L'ail: saveurs et vertus. Paris: Grancher;170p.
61. Leblond N., 2006. Les Allium de Midi-Pyrénées, Conservatoire botanique pyrénéen. *Isatis* n°6.
62. Lebrun L., 1985. Amélioration de la vigne et culture in vitro. *Biofutur* 37.p 64-66
63. Lee J, Harnly JM., 2005. Free aminoacid and cysteinesulfoxide composition of 11 garlic (*Allium sativum*) cultivars by gaschromatographywithflameionization and mass selectivedetection. *Journal of agricultural and foodchemistry*, 53(23), 9100-9104.

Références Bibliographiques

64. **Lehad A., 2012.** Etude du complexe viral associé à l'enroulement foliaire de la vigne en Algérie. Mémoire Magister : Biotechnologies Végétales. ENSA, 64p
65. **Lehad A., 2016.** Etiologie et épidémiologie de la maladie de l'enroulement foliaire de la vigne en Algérie. Thèse Doctorat : Biotechnologies Végétales. ENSA 75p.
66. **Lozzo G., 2015.** Impact des pesticides sur la sante du vigneron. Thèse de doctorat:Sciences pharmaceutiques. Université Toulouse III Paul Sabatier, 85p.
67. **Majewski M., 2014.** Allium sativum: facts and myths regarding human health. Roczniki Państwowego Zakładu Higieny, 65(1)
68. **Mangafa M, Kotsakis K., 1996.** A new method for the identification of wild and cultivated charred grape seeds. Journal of Archaeological Science 23 : 409-418.
69. **Martelli G.P., 1985.** Viroses et quasi viroses de la vigne en Algérie. Rapport gouvernement Algérien. F.A.O. Rome. 42 pages.
70. **Martelli G.P., 1994.** Classification systématique des virus de la vigne. Institut Agronomique Méditerranéen (IAM), Bari- Italie. 20 pages.
71. **Martin C., 1985.** Culture de méristèmes et multiplication végétatives in vitro. Symposium International sur la Culture In Vitro de Tissus Végétaux. 8-15 dec. 5 pages.
72. **Martinez F., Dubos B., Fermaud M., 2005.** The role of saprotrophy and virulence in the population dynamics of Botrytis cinerea in vineyards. Phytopathol. 95: 692-700.
73. **Maurice S., 2015.** Cultivez votre ail [Internet]. Ail Québec - Association des producteurs. 2015 [cité 13 oct 2015]. Disponible sur: <http://ail.quebec/decouvrez-ail-duquebec/cultiver-votre-ail/>
74. **Morton L., 1995.** Mystery diseases hit young vines. Wines and Vines. 76, 11, 46-47
75. **Moumen F., 2016.** Valorisation des plantes condimentaires cultivées et spontanées dans l'ouest algérien : cas du genre Allium. Thèse de doctorat ès sciences de l'environnement, Université Djillali Liabes de Sidi Bel Abbes, Sidi Bel Abbes, 171 p.
76. **Mugnai L, Graniti A, Surico G., 1999.** Esca (black measles) and brown wood streaking: two old and elusive diseases of grapevines. Plant disease 83, 404-418.
76. **Mullins M., Srinivassan C., 1976.** Somatic embryos and plantlets from an ancient clone of the grapevine (cv Cabernet-Sauvignon) by apomixis in vitro. J. of Experimental Botany 27, p1022-1030.
77. **Mullins, M, Bouquet, A, Williams L., 1992.** Biology of grape vine. Cambridge.
78. **Nozeran R, Bancilhon L., 1972.** Les cultures in vitro en tant que technique pour l'approche de problèmes posés par l'amélioration des plantes. Ann. Amelio. Plantes, 22 (2). p167-185.

Références Bibliographiques

- 79. Ocete R, Lopez MA, Gallardo A, Arnold C., 2008.** Comparative analysis of wild and cultivated grapevine (*Vitis vinifera*) in the Basque Region of Spain and France. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 123 : 95-98.
- 80. Odile C., 2009.** Gestion raisonnée des principales maladies de la vigne au Québec. *Agriculture et Agroalimentaire Canada*, A52 : p. 6 – 44.
- 81. Ouerfellir., 1990.** Relation entre clostérovirus et tissus de vigne en fonction de leur détection. Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes, Bari- Italie. 55 pages.
- 82. Pallas B., 2009.** « Modélisation dynamique des interactions plante-environnement. Application à l'étude des interactions entre les relations sources-puits et les processus de développement chez la vigne ». Thèse de Doctorat, Ecole Centrale des Arts et Manufactures « Ecole Centrale Paris ».
- 83. Pascoe I, Cottral E., 2000.** Developments in grapevine trunk diseases research in Australia. *Phytopathologia Mediterranea*. 39, 68-75.
- 84. Picq S., 2012.** « Diversité et évolution chez *Vitis vinifera* L. impliqués dans le syndrome de domestication et dans la biologie de la reproduction ». Thèse de Doctorat, Université Montpellier 2.
- 85. Reynier A., 1991.** Manuel de viticulture. 6eme Ed Tec et Doc, Lavoisier. 403 pages.
- 86. Reynier A., 2005.** Manuel de viticulture. 9ème édition, London, Paris, New York.
- 87. Reynier, A., 2007.** Manuel de viticulture. Paris : Edit, Tec.
- 88. Reynier A., 2011.** Manuel de viticulture: guide technique du viticulteur. Lavoisier: 611
- 89. Ribereau-Gayon J. et Peynaud E., 1971 :** Sciences et techniques de la vigne. Tome I et II, Edit. Dunod, 85-328 p
- 90. Santhosha SG, Jamuna P, Prabhavathi, SN., 2013.** Bioactive components of garlic and their physiological role in health maintenance: A review. *Food Bioscience*, 3, 59-74.
- 91. Sendl., 1995.** *Allium sativum* and *Allium ursinum*: Part 1 Chemistry, analysis, history, botany. *Phytomedicine*, 1(4), 323-339.
- 92. Senniger F., 2009.** L'ail et ses bienfaits. Saint-Julien-en-Genevois; Genève Bernex: Editions Jouvence; 94p.
- 93. Tahirine, 2015.** Identification des virus impliqués dans la maladie du court noué de la vigne par des critères sérologiques et biochimiques.
- 94. Terral JF, Tabard E, Bouby L, Ivorra S, Pastor T, Figueiral I, Picq S, Chevance JB, Jung C, Fabre L, Tardy C, Compan M, Bacilieri R, Lacombe T, This P., 2010.** Evolution and history of grapevine (*Vitis vinifera*) under domestication : new morphometric perspectives to

Références Bibliographiques

understandseed domestication syndrome and revealorigins of ancientEuropean cultivars.
Annals of Botany 105 : 443-455

95. Videau J, CharmontS, Wagner R., 1993. Le raisin de table. CTIFEL, Ed Tec et Doc, Lavoisier. 263 pages.

96. Viala P, Vermorel V., 1901-1910. Ampélographie. Traité général de viticulture, Vol. 1-7. Masson, Paris.

97. Walter B, Cloquemi G, Clauel JM., 1996. Les maladies à virus et phytoplasmes de la vigne. Analyse et Diagnostic N° 5, p 1-2.

Sites :

<https://ail.quebec/>

www.fao.org/faostat/fr/

www.inrae.fr

www.oiv.int/fr

www.vitisphere.com

ANNEXES

ANNEXES

Annexe1 : Les traitements du vignoble 1

Stade végétatif de la plante	Traitement	Matière active	Mode d'action	Maladies de vigne à traité
Avant débourrement (Hiver)	BOUILLIE BORDELAI SE	Sulfate de cuivre	Fongicide de contact, préventif	Mildiou
	HUILE JAUNE		Insecticide et fongicide de contact	Les formes hivernantes des parasites
Débourrement	INACOP	Oxychlorure de cuivre	Fongicide de contact	Mildiou Pourriture noire
	THIOVIT JET	Soufre	Fongicide de contact à action de choc.	Oïdium Acariose Excoriose
grappes visibles (15 jours après)	MIKAL FLASH	Fosétyl-aluminium + Folpel.	Fongicide préventif Fosétyl-aluminium : systémique et stimulateur de défense.. Folpel : de contact.	Mildiou
	THIOVIT JET	/	/	/
Grappes séparées	CUPROSAT E C	Cymoxanil + Oxychlorure de cuivre	Fongicide de contact	Mildiou
	TOPAZE	Penconazole	Fongicide de contact préventif et curatif	Oïdium
Floraison	PROFILER	Fosétyl-aluminium + Fluopicolide.	Fongicide systémique, préventif Stimulateur de défense	Mildiou
	MOSPILAN	Acétamipride	Insecticide systémique	Aleurodes +Thrips
	BELLIS	Boscalid + pyraclostrobine	Fongicide systémique, préventif	Oïdium
Nouaison	RIDOMIL	Folpel + Métalaxyl-M	Fongicide systémique et de contact en préventif	Mildiou
	PUNCH	flusilazole + carbendazime	Fongicide systémique, préventif et curatif.	Oïdium
Développement des baies (stade petit pois)	MELODY COMPACT	l'Iprovalicarbe + l'oxychlorure de cuivre (Toutia).	Fongicide systémique et de contact, préventif et curatif	Mildiou

	FLINT	Trifloxystrobin	Fongicide systémique préventif	Oïdium Pourriture noire Brenner Excoriose
	KARATE ZEON	Lambda-cyhalothrine	Insecticide de contact, préventif et curatif avec effet de choc.	Multi-ravageurs
Fermeture de la grappe (fin juin)	ANTRACOL	Propinèbe	Fongicide de contact, préventif	Mildiou Black rot
	CORAIL	Tubeconazole	Fongicide systémique, préventif et curatif	Oïdium Botrytis Black rot Brenner
	PELT 70WG	Méthyl-Thiophanate	Fongicide systémique, préventif et curatif	Oïdium Botrytis
Véraison (juillet)	ANTRACOL	/	/	/
	SCORE	Difenoconazole	Fongicide systémique, préventif et curatif	Oïdium Black rot Brenner
Début maturité	AIRONE	Hydroxyde de cuivre + oxychlorure de cuivre	Fongicide de contact, préventif	Mildiou
	PYRUS	Pyriméthanil	Fongicide de contact, curatif	Botrytis
	DECIS	Deltaméthrine	Insecticide	Multi-ravageurs
Début aoûtement	CUPROSAT E C	/	/	/
	TOPAZE	/	/	/
Aoûtement	PELT 70WG	/	/	/
	DRAGO-COMBI	Chloropyrifos+ Dimethoate	Insecticide systémique, par contact ou ingestion	Pyrale

Annexe 2 : Les traitements du vignoble 2

Stade végétatif de la plante	Traitement	Matière active	Mode d'action	Maladies de vigne à traité
Avant débourrement (Hiver)	BOUILLE BORDELAIS E	Sulfate de cuivre	Fongicide de contact, préventif	Mildiou
	HUILE JAUNE		Insecticide et fongicide de contact	Les formes hivernantes des parasites
Débourrement	INACOP	Oxychlorure de cuivre	Fongicide de contact	Mildiou Black rot

	THIOVIT JET	Soufre	Fongicide de contact à action de choc.	Oïdium Acariose Excoriose
grappes visibles (15 jours après)	CAPTANE + SOUFRE	Captan + Soufre	Fongicide préventif, de contact	Mildiou Botrytis Black rot
Grappes séparées	MELODY COMBI+ SOUFRE	Folpet + Iprovalicarbe+ Soufre	Fongicide de contact	Mildiou Botrytis Brenner
	KARATE ZEON	Lambda-cyhalothrine	Insecticide de contact, préventif et curatif avec effet de choc.	Multi-ravageurs
Floraison	PROFILER	Fosétyl-aluminium + Fluopicolide.	Fongicide systémique, préventif Stimulateur de défense	Mildiou
	FASTAC	Alfa-cipermetrin	Insecticide systémique, par contact et ingestion	Multi-ravageurs
	BELLIS	Boscalid + pyraclostrobine	Fongicide systémique, préventif	Oïdium
Nouaison	MAXIL	Mancozèbe et Métalaxyl	Fongicide systémique préventif, de contact	Mildiou
	PELT 70	Méthyl-Thiophanate	Fongicide systémique, préventif et curatif	Oïdium Botrytis
Développement des baies (stade petit pois)	AIRONE	Hydroxyde de cuivre + oxychlorure de cuivre	Fongicide de contact, préventif	Mildiou
	CYMBAL	Cymoxanil	Fongicide systémique, curatif	Mildiou
	VIVANDO	Metrafenone	Fongicide systémique, préventif	Oïdium
	FASTAC	/	/	/
Fermeture de la grappe (fin juin)	CYMBAL	/	/	/
	FLINT	Trifloxystrobin	Fongicide systémique préventif	Oïdium Pourriture noire Brenner Excoriose
Véraison	AIRONE	Hydroxyde de cuivre + oxychlorure de cuivre	Fongicide de contact, préventif	Mildiou
	PYRUS	Pyriméthanil	Fongicide de contact, curatif	Botrytis
	KARATE	/	/	/

Début maturité	ANTRACOL	Propinèbe	Fongicide de contact, préventif	Mildiou Black rot
	DOMARK	Tetraconazole	Fongicide systémique préventif, curatif	Oïdium
Début aoûté	AIRONE	/	/	/
	ROVRAL	Iprodione	Fongicide de contact, préventif	Botrytis
Augusté	PELT 70WG	/	/	/
	ANTRACOL	/	/	/
	ENGEO	Thiaméthoxam+ Lamdacyhalothrine	Insecticide systémique, par contact et ingestion	Multi-ravageurs

Annexe 3 : Les traitements du vignoble 3

Stade végétatif de la plante	Traitement	Matière active	Mode d'action	Maladies de vigne à traité
Avant débourrement (Hiver)	BOUILLIE BORDELAISE	Sulfate de cuivre	Fongicide de contact, préventif	Mildiou
	HUILE JAUNE		Insecticide et fongicide de contact	Les formes hivernantes des parasites
Débourrement	TOUTIA	Sulfate de cuivre	Fongicide de contact, préventif	Mildiou
grappes visibles (15 jours après)	CAPTANE + SOUFRE	Captane + Soufre	Fongicide préventif, de contact	Mildiou Botrytis Black rot
Grappes séparées	MELODY COMBI	Folpet + Iprovalicarbe	Fongicide de contact	Mildiou Botrytis Brenner
	DECIS	Deltaméthrine	Insecticide de contact	Multi-ravageurs
	CORAIL	Tubeconazole	Fongicide systémique, préventif et curatif	Oïdium Botrytis Black rot Brenner
Floraison	AKTUAN DTI	Diméthomorphe + dithianon	Fongicide de contact, préventif	Mildiou
	DECIS	/	/	/
	BELLIS	Boscalid + pyraclostrobine	Fongicide systémique, préventif	Oïdium
Nouaison	ORVEGO	Amétoctradin Diméto morph	Fongicide systémique, curatif	Mildiou

	TOPAZE	Penconazole	Fongicide de contact, préventif et curatif	Oïdium
Développement des baies (stade petit pois)	CYMBAL	Cymoxanil	Fongicide systémique, curatif	Mildiou
	VIVANDO	Metrafenone	Fongicide systémique, préventif	Oïdium
Fermeture de la grappe (fin juin)	MAXIL	Mancozèbe + Métalaxyl	Fongicide systémique préventif et curatif	Mildiou
	FLINT	Trifloxystrobin	Fongicide systémique préventif	Oïdium Pourriture noire Brenner Excoriose
Véraison	ANTRACOL	Propinèbe	Fongicide de contact, préventif	Mildiou Black rot
	TOPAZE	/	/	/
	PELT 70	Méthyl-Thiophanate	Fongicide systémique, préventif et curatif	Oïdium Botrytis
Début maturité	ANTRACOL	Propinèbe	Fongicide de contact, préventif	Mildiou Black rot
	DOMARK	Tetraconazole	Fongicide systémique préventif, curatif	Oïdium
Début aoûtéme	FLINT	/	/	/
	ROVRAL	Iprodione	Fongicide de contact, préventif	Botrytis
	KARATE	Lambda-cyhalothrine	Insecticide de contact, préventif et curatif avec effet de choc.	Multi-ravageurs
Aoûtéme	PELT 70WG	/	/	/
	PILORI 480	chlorpyrifos-éthyl	Insecticide par contact, ingestion et inhalation	Multi-ravageurs

Annexe 4 : Les traitements du vignoble 4

Stade végétatif de la plante	Traitement	Matière active	Mode d'action	Maladies de vigne à traité
Débourrement	VERITA + SOUFRE	Fénamidone + Fosétyl Aluminium	Fongicide systémique, préventif	Mildiou
grappes visibles (15 jours après)	MIKAL+ SOUFRE	Fosétyl-aluminium + Folpel + Soufre	Fongicide préventif Fosétyl-aluminium : systémique et stimulateur de défense.. Folpel : de contact.	Mildiou
Grappes séparées	RIDOMIL + SOUFRE	Méfénoxam + Mancozèbe	Fongicide systémique, de contact et préventif	Mildiou

	KARATE	Lambda-cyhalothrine	Insecticide de contact, préventif et curatif avec effet de choc.	Multi-ravageurs
Floraison	PROFILER		Fongicide de contact, préventif	Mildiou
	VERTIMEC	Abamectine	Insecticide de contact	Multi-ravageurs
	TOPAZE	Penconazole	Fongicide de contact, préventif et curatif	Oïdium
Nouaison	VACOMYL PLUS	l'oxychlorure de cuivre + le métalaxyl	Fongicide systémique, préventif et curatif	Mildiou
	TOPAZE	/	/	/
Développement des baies (stade petit pois)	OVERGO	Amétoctradin Dimétomorph	Fongicide systémique, curatif	Mildiou
	DOMARK	Tetraconazole	Fongicide systémique, préventif et curatif	Oïdium
Fermeture de la grappe (fin juin)	ANTRACOL	Propinèbe	Fongicide de contact et préventif	Mildiou Black rot
	PROSPER	spiroxamine	Fongicide systémique, préventif et curatif	Oïdium
	KARATE	/	/	/
Véraison	DOMARK	/	/	/
	CYMBAL	Cymoxanil	Fongicide systémique et curatif	Mildiou
	PELT 70	Méthyl-Thiophanate	Fongicide systémique, préventif et curatif	Oïdium Botrytis
Début maturité	BELLIS	Boscalid + pyraclostrobine	Fongicide systémique et préventif	Mildiou
	AIRONE	Hydroxyde de cuivre + oxychlorure de cuivre	Fongicide de contact, préventif	Mildiou
Début aoûtement	ANTRACOL	/	/	/
	TOPAZE	/	/	/
Aoûtement	ANTRACOL	/	/	/
	ROVRAL	Iprodione	Fongicide de contact, préventif	Botrytis
	DECIS	Deltaméthrine	Insecticide de contact	Multi-ravageurs

RESUMES

Résumé

La présente étude a été réalisée dans le but de déterminer les maladies fongiques de la vigne présentes dans la région de Tizi-Ouzou. Les résultats de l'inventaire et du laboratoire ont montré la présence des trois maladies de la vigne : le Mildiou, l'Oïdium et l'Esca.

Les viticulteurs ont traité préventivement durant toute cette période pour éviter l'apparition de ces maladies en suivant un tableau de traitement selon le stade phénologique de la plante.

Un essai de l'extrait d'ail comme biofongicide contre le mildiou de la vigne a été effectué *in vitro*. Les résultats ont montré l'efficacité de l'activité anti-fongique de l'ail avec les trois doses testées. L'extrait d'ail a des propriétés fongicides contre l'agent causal du mildiou de la vigne *Plasmopara viticola*.

Mots clés: vigne, maladies fongiques, inventaire, Mildiou, Oïdium, Esca, ail, biofongicide.

Abstract

The present study was carried out with the aim of determining the fungal diseases of vine present in the region of Tizi-Ouzou. The results of the inventory and the laboratory showed the presence of the three diseases of the vine: downy mildew, powdery mildew and Esca.

The wine grow erstreated preventively through out this period to avoid the appearance of these diseases by following a treatment table according to the phenological stage of the plant.

A trial of garlic extract as a bio fungicide against powdery mildew was carried out *in vitro*. The results showed the effectiveness of the anti-fungalactivity of garlic. Garlic extract has fungicidal properties against the causative agent of downy mildew of the vine *Plasmopara viticola*.

Keywords: vine, fungal diseases, inventory, downy mildew, powdery mildew, Esca, garlic, biofungicide.

ملخص

أجريت الدراسة الحالية بهدف تحديد الأمراض الفطرية للعنب الموجودة في منطقة تيزي وزو. أظهرت نتائج تقييم الوضع والمختبر وجود أمراض الكرمة الثلاثة: البياض الزغبي، البياض الدقيقي والإيسكا.

عالج مزارعي الكروم بشكل وقائي طوال هذه الفترة لتجنب ظهور هذه الأمراض من خلال اتباع جدول العلاج وفقاً للمرحلة الفينولوجية للعنب.

أجريت تجربة على مستخلص الثوم كمبيد حيوي للفطريات ضد مرض البياض الزغبي العنب في المختبر. أظهرت النتائج فعالية نشاط الثوم كمضاد للفطريات.

الكلمات المفتاحية: الأمراض الفطرية، تقييم الوضع، البياض الزغبي، البياض الدقيقي، الإيسكا، الثوم، مضاد للفطريات.