

**UNIVERSITÉ BLIDA 1**

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**

**Département des Biotechnologies**

**MÉMOIRE DE MAGISTER**

Spécialité : Phytopathologie

Thème

**DEPERISSEMENT DE L'OLIVIER DANS PLUSIEURS REGIONS  
OLEICOLES**

Par

**Khadoudja SLAHI**

Devant le jury composé de :

Boutekrabt. A	Professeur, U. Blida 1	Président
Benchabane. M	Professeur, U. Blida 1	Examineur
Toumi. M	Professeur, ENS Kouba	Examineur
Belkahla. H	Professeur, U. Blida 1	Promotrice
Ammad. F	MCB, U. Blida 1	Co- Promotrice

Blida, Octobre 2016

## RESUME

Notre recherche a consisté à la réalisation d'un observatoire et une étude étiologique sur l'état sanitaire de deux parcelles oléicoles. Pour cela des prospections ont été menées dans deux oliveraies situées dans les deux wilayat de Blida et Chlef durant deux campagnes oléicoles 2013-2014 et 2014-2015. Les résultats des diagnostics symptomatologiques ont montrés la présence de différents symptômes que ce soit sur la partie aérienne ou dans le bois. Ces symptômes se distinguent en cinq classes symptomatologiques de 0 à 4 avec des taux de diffusion de 37,83% de dépérissement de la classe 1 , 4,33% de la classe 2 , 6,16% de la classe 3 et 1,16% de la classe 4. Le taux d'infection enregistré est d'une valeur moyenne de 43%, avec une incidence moyenne de 17.24% et une gravité moyenne de 1.50. Les isolements effectués ont permis de détecter la présence des genres fongiques suivants : Botryosphaeria et Fusarium. L'inoculation des plants de deux variétés locales d'olivier (Chemlal et Sigoise) avec les différentes espèces identifiées a extériorisé le développement sur les tiges des nécroses après 8 semaines d'incubation.

**Mots clés :** Algérie, dépérissement, enquête, étiologie, olivier.

## ABSTRACT

### Wasting of olive in several regions olive growing

Phytopathogenic diseases are very harmful, they are responsible for economic losses from these diseases, wasting fruit trees. In this context we have made an observatory and an etiological study on the health status of two olive parcels, surveys were conducted in two groves located in the two provinces of Blida and Chlef for two years of study 2013-2014 and 2014-2015. The results of diagnoses symptomatology led to reported the presence of various aspects of symptoms whatsoever on the part or herb in the wood. This revealed the existence of five symptomatologic class (0 to 4). We noted a diffusion rate of 49.5%: 37.83% dieback of class "1", 4.33% of the Class " 2 ", 6.16% of the class " 3 " and 1.16% of the class " 4 ". We have registered an average value of 43% infection rate, an average incidence of 17.24% and an average severity 1.50.

Isolations made have detected the presence of the following fungal genera: Botryosphaeria and Fusarium. Inoculation of seedlings of two local olive varieties (Chemlal and Sigoise) with different species identified to induce the development of lesions on the stems after 8 weeks of incubation.

**Key words:** Algeria, dieback, investigation, etiology, olive tree.

## ملخص

يبوس الزيتون في عدة مناطق منتجة

أمراض النباتات خطيرة جدا لأنها مسؤولة عن خسائر اقتصادية، من بين هذه الأمراض يبوس الأشجار المثمرة

في هذا السياق قمنا بعمل مرصد ودراسة أسباب الأمراض لبستانين من الزيتون، تفقدنا هدين الحقلين لأشجار الزيتون المتواجدين بكل من ولاية البليدة و الشلف خلال عامين من الدراسة 2013-2014 و 2014-2015

نتائج تشخيص الأعراض مكنتنا من إثبات تواجدها أنواع مختلفة من الأعراض سواء على المنطقة الخضراء أو داخل الخشب هذا الأخير يبين تواجدها 5 أقسام للأعراض (0 إلى 4). سجلنا نسبة الانتشار ب 49,5 : 37,83 يبوس من القسم "1"، 4,33 من القسم "2"، 6,16 من القسم "3" و 1,16 من القسم "4"، قمنا بتسجيل قيمة متوسطة ب 17,24 وخطورة متوسطة ب 1,50 عملية العزل أسفرت عن تواجدها العوامل الفطرية التالية Botryosphaeria et Fusarium.

زرع الشتلات للنوعين المحليين لأشجار الزيتون ( شمال و سيقواز ) مع مختلف الأنواع المعروفة يبين ظهور أضرار على الأغصان بعد 8 أسابيع من الزرع

الكلمات المفتاحية: الجزائر، يبوس، بحث، أسباب الأمراض، الزيتون

## REMERCIEMENTS

Mes très vifs remerciements s'adressent à ma promotrice **Pr. Belkahla** qui m'a énormément aidé tout au long de mon travail. Qu'il trouve ici mes sincères reconnaissances pour sa disponibilité, son inestimable aide et ses très précieux conseils.

Mes vifs remerciements s'adressent aussi à ma co-promotrice **Mme. Ammad** pour le temps consenti pour suivre mon travail et pour ses précieuses remarques et orientations qui ont bien enrichi le mémoire.

J'adresse mes sincères remerciements à :

**Pr. Boutekrabt** pour avoir accepté de présider le jury,

**Pr. Benchabane** et **Pr. Toumi** pour avoir accepté d'examiner ce mémoire et pour le temps consacré à l'évaluation de ce travail.

Un merci très spécial au Monsieur **Ali Arousse**, au technicien de laboratoire de virologie **Bouarar Walid** et l'ingénieur de laboratoire de mycologie, **Fadil Djamila**, Merci beaucoup pour votre disponibilité et pour vos aides et vos précieux conseils.

Je tiens de remercier aussi mes chères amies: Boukaya Nassira, Mamèche Imen et Mekhaldi Delel pour leur aide très précieuse.

En guise de reconnaissance, je tiens à exprimer ma gratitude et mon respect le plus sincère à ma famille et à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce modeste travail.

# TABLE DES MATIERES

RESUME

ABSTRACT

ملخص

REMERCIEMENTS

TABLTE DE MATIERES

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAU

INTRODUCTION .....	11
1. CHAPITRE 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUES .....	15
1.1. Généralité sur l'olivier .....	15
1.1.1. Origine et extension de l'olivier .....	15
1.1.2. Classification .....	16
1.1.3. Valeur et utilisation de l'olivier .....	17
1.1.3.1. La valeur nutritive .....	17
1.1.3.2. Intérêt de l'olivier .....	18
1.1.3.2.1. Intérêt économique .....	18
1.1.3.2.2. Intérêt écologique .....	18
1.1.3.2.3. Utilisation en phytothérapie .....	19
1.2. Situation de l'oléiculture .....	19
1.2.1. L'oléiculture dans le monde .....	19
1.2.1.1. Superficie .....	20
1.2.1.2. Production .....	20
1.2.1.3. Commercialisation .....	21
1.2.1.4. Les variétés cultivées dans le monde .....	22
1.2.2. L'oléiculture en Algérie .....	24
1.2.2.1. Le patrimoine oléicole algérien .....	27
1.2.2.2. Les contraintes de la filière .....	28
1.3. Les principales maladies de l'olivier .....	29
1.3.1. Les maladies abiotiques .....	29

1.3.2. Les maladies biotiques .....	30
1.4. Le dépérissement de l'olivier .....	32
1.4.1. Eutypiose .....	32
1.4.1.1. Historique .....	32
1.4.1.2. Symptomatologie .....	33
1.4.1.3. Plantes hôtes et répartition .....	33
1.4.1.4. Cycle biologique .....	34
1.4.2. Esca .....	35
1.4.2.1. Historique .....	35
1.4.2.2. Symptomatologie .....	35
1.4.3. Black Dead Arm(BDA) .....	36
1.4.3.1. Historique .....	36
1.4.3.2. Taxonomie .....	37
1.4.3.3. Symptomatologie .....	37
1.4.3.3.1. Sur la partie herbacée .....	37
1.4.3.3.2. Nécroses du bois .....	38
1.4.3.4. Biologie et stade de développement .....	39
1.4.3.5. Plantes hôtes et répartition .....	40
1.4.3.6. Cycle biologique .....	40
1.5. Facteurs favorisant le dépérissement .....	41
1.5.1. Sol et climat .....	41
1.5.2. Mode de conduite .....	42
1.5.3. Réceptivité des plantes .....	42
1.6. Interaction plante-pathogène .....	43
1.6.1. Adaptation physiologique de la plante face à l'agression .....	43
1.7. Méthodes de lutte .....	45
1.7.1. Mesures préventives .....	45
1.7.2. Lutte chimique .....	46
1.7.3. Lutte biologique .....	46
2. CHAPITRE 2 : MATÉRIEL ET MÉTHODES .....	48
2.1. Étude épidémiologique de dépérissement .....	48
2.1.1. Présentation des régions d'études .....	48
2.1.1.1. Chlef .....	49

2.1.1.2. Blida .....	50
2.1.2. Caractérisation des parcelles oléicoles .....	51
2.1.3. Enquête sur l'état de dépérissement .....	51
2.1.3.1. Échelle d'évaluation .....	51
2.1.3.2. Paramètres épidémiologiques du dépérissement .....	52
2.1.3.2.1. Taux d'infection .....	52
2.1.3.2.2. Gravité de la maladie .....	52
2.1.3.2.3. Indice de McKinney .....	52
2.2. Étude étiologique .....	53
2.2.1. Méthodologie d'échantillonnage .....	53
2.2.1.1. Prélèvement des échantillons de bois .....	53
2.2.2. Diagnostic au laboratoire .....	54
2.2.2.1. Isolement et recherche des agents causals .....	54
2.2.2.2. Observation et purification des cultures .....	54
2.2.3. Etude microbiologique .....	54
2.2.3.1. Caractérisation culturelle .....	54
2.2.3.2. Caractères micro-morphologiques .....	55
2.3. Test de pathogénicité .....	55
2.3.1. Matériel végétal .....	55
2.3.2. Matériel fongique .....	55
2.3.3. Inoculation .....	55
3. CHAPITRE 3 : RÉSULTATS ET DISCUSSION .....	57
3.1. Diagnostic symptomatologique .....	57
3.1.1. État des oliveraies .....	57
3.1.2. Symptomatologie .....	59
3.1.2.1. Sur la partie aérienne .....	59
3.1.2.2. Sur le bois .....	61
3.2. Évolution spatiale des différentes classes de dépérissement .....	63
3.2.1. Oliveraie de «Chegga»-Chlef .....	64
3.2.2. Oliveraie de «Halouya»-Blida .....	65
3.3. Dépérissement au niveau des oliveraies prospectées .....	65
3.3.1. Estimation des paramètres épidémiologiques .....	65

3.3.2. Évolution des classes de dépérissement .....	66
3.4. Caractérisation et identification des agents fongique .....	68
3.4.1. Caractères morphologiques et micro-morphologiques .....	68
3.4.1.1. <i>Botryosphaeria spp</i> .....	68
3.4.1.2. <i>Eutypa lata</i> .....	70
3.5. Tests de pathogénicité .....	73
3.6. Discussion .....	74
Conclusion générale .....	80
Annexe .....	83
Références bibliographiques .....	92

## LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

<b>Figure1.1</b>	Classification systématique de la famille des Oleaceae et répartition géographique des taxons.	17
<b>Figure1.2</b>	Carte oléicole mondiale	20
<b>Figure 1.3</b>	Les fluctuations de la production d'olive en Algérie	25
<b>Figure 1.4</b>	Carte oléicole d'Algérie	26
<b>Figure1.5</b>	Localisation des principales variétés d'olivier cultivées en Algérie	28
<b>Figure 1.6</b>	Evolution de la nécrose brune dure et de position sectorielle	33
<b>Figure 1.7</b>	Cycle biologique d' <i>Eutypa lata</i>	34
<b>Figure 1.8</b>	Nécrose claire et tendre en position centrale au niveau du bois	36
<b>Figure 1.9</b>	Défoliation de la plante	38
<b>Figure 1.10</b>	Nécrose foliaire	38
<b>Figure1.11</b>	Nécrose évoluant dans le bois des plants d'olivier	38
<b>Figure1.12</b>	<b>Les quatre types de barrières de compartimentation du modèle CODIT</b>	<b>44</b>
<b>Figure 2.1</b>	Localisation géographiques des deux régions oléicoles prospectées	48
<b>Figure 2.2</b>	Localisation géographique du verger de Chegga wilaya de Chlef	59
<b>Figure 2.3</b>	Localisation géographique du verger de Halouya wilaya de Blida	50
<b>Figure 2.4</b>	Différente étape de test de pathogénicité	56
<b>Figure 3.1</b>	La présence des adventices autour des plantes wilaya Chlef	57
<b>Figure 3.2</b>	La présence de plaies de taille non protégées wilaya de Blida	58
<b>Figure 3.3</b>	La présence de bois de taille dans la parcelle de Chlef	58
<b>Figure 3.4</b>	Jaunissement des feuilles wilaya de Chlef	59
<b>Figure 3.5</b>	Nécrose foliaire wilaya de Chlef	59
<b>Figure 3.6</b>	Défoliation des plantes wilaya de Chlef	60
<b>Figure 3.7</b>	Dépérissement partielle wilaya de Chlef	60
<b>Figure 3.8</b>	Dépérissement totale wilaya de Blida	61
<b>Figure 3.9</b>	La présence des chancres wilaya de Blida	61
<b>Figure 3.10</b>	Nécrose brune et dure en position sectorielle wilaya de Chlef	62
<b>Figure 3.11</b>	Nécrose clair et molle en position centrale wilaya de Blida	62

<b>Figure 3.12</b>	Association des nécroses wilaya de Blida	63
<b>Figure 3.13</b>	Répartition géographique de différentes classes symptomatologiques dans l'oliveraie de Chlef	64
<b>Figure 3.14</b>	Répartition géographique de différentes classes symptomatologiques dans l'oliveraie de Blida en 2015	65
<b>Figure 3.15</b>	Situation générale des oliveraies prospectées selon les différentes classes du dépérissement	67
<b>Figure 3.16</b>	Situation détaillée sur l'état symptomatologique du dépérissement dans les deux oliveraies étudiées	67
<b>Figure 3.17</b>	Colonie de <i>Botryosphaeria sp</i> sur milieu PDA âgée d'un mois	69
<b>Figure 3.18</b>	Colonie de <i>Botryosphaeria sp</i> sur milieu PDA âgée de 21 jours (A), âgée d'un mois (B)	69
<b>Figure 3.19</b>	Colonie de <i>Botryosphaeria sp</i> sur milieu PDA âgée d'un mois	69
<b>Figure 3.20</b>	Colonie de <i>Botryosphaeria sp</i> sur milieu PDA âgée de 21 jours (A), âgée d'un mois (B) (Personnelle, 2015)	70
<b>Figure 3.21</b>	Mycélium de <i>Botryosphaeria sp</i> (G : 40x10) (Personnelle, 2015)	70
<b>Figure 3.22</b>	Colonie d' <i>Eutypa sp</i> sur milieu PDA âgée d'un mois (Personnelle, 2015)	71
<b>Figure 3.23</b>	Mycélium d' <i>Eutypa sp</i> (G : 40x10) (Personnelle, 2015)	71
<b>Figure 3.24</b>	Colonie d' <i>Aspergillus sp</i> sur milieu PDA âgée d'un mois (Personnelle, 2015)	72
<b>Figure 3.25</b>	Mycélium d' <i>Aspergillus sp</i> (G : 40x10) (Personnelle, 2015)	72
<b>Figure 3.26</b>	Colonie de <i>Paecilomyces variotii</i> sur milieu PDA âgée de 21 jours (A) âgée d'un mois (B) (Personnelle, 2015)	72
<b>Figure 3.27</b>	Evolution de nécrose chez la variété Chemlal	73
<b>Figure 3.28</b>	Evolution de nécrose chez la variété Sigoise	73
<b>Figure 3.29</b>	Evolution de diamètre des nécroses en fonction de temps	74
<b>Tableau 1.1</b>	Composition de l'huile d'olive	18
<b>Tableau 1.2</b>	Chiffres clés du marché mondial de l'huile d'olive	21
<b>Tableau 1.3</b>	Les principales variétés cultivées dans le monde	23
<b>Tableau 1.4</b>	Les maladies abiotiques chez l'olivier	30
<b>Tableau 1.5</b>	Les principales maladies fongiques et bactériennes de l'olivier	31
<b>Tableau 1.6</b>	Les principaux ravageurs de l'olivier	31
<b>Tableau 2.1</b>	Caractéristiques de parcelle oléicole étudiée	51
<b>Tableau 2.2</b>	Echelle d'évaluation des symptômes	51
<b>Tableau 3.1</b>	Taux d'infection, gravité et incidence dans les oliveraies étudiées	66

## INTRODUCTION

L'olivier, cet arbre béni et sacré des terres méditerranéennes, l'emblème de gloire et de puissance est, par sa force et sa richesse, une source de vie et d'harmonie [1].

L'olivier est la deuxième plus importante culture fruitière et oléagineuse cultivée à travers le monde après le palmier à l'huile. Sa culture est liée à la région méditerranéenne où elle revêt une grande importance économique, sociale et écologique. En effet, 95% des oliveraies mondiales se concentrent dans cette région assurant plus de 95% de la production mondiale. Comme conséquence des effets bénéfiques de l'huile d'olive sur la santé humaine, l'intérêt pour cette culture est grandissant, la consommation de l'huile d'olive s'est développée aussi dans les pays traditionnellement non producteurs comme les USA, l'Australie et le Japon [1].

Comme la vigne et le figuier, l'olivier est de longue date connu en Algérie, il aurait été importé par les phéniciens puis développé par les berbères. Nos vergers oléicoles comprennent une diversité variétale répartie sur ses différentes régions oléicoles. L'Algérie produit annuellement environ 130.000 tonnes d'olives de table et près de 50.000 tonnes d'huile d'olive [2].

L'Algérie dispose d'énormes potentialités agricoles qui pourraient constituer le pilier de base de l'économie nationale et du développement social. Dans cette optique, le pays couvre une superficie agricole utile de 8,4 millions d'hectares qui se ventile entre terres labourables et cultures pérennes [3]. Parmi ces cultures, l'oléiculture détient une place importante dans l'agriculture et l'arboriculture algérienne, elle est pratiquée depuis plusieurs millénaires et de ce fait constitue une partie intégrante du patrimoine culturel algérien; cette culture tient aussi son importance par sa contribution à l'essor économique, écologique et social [4].

Sur le plan économique, le secteur oléicole national participe de 17 % à la production agricole du pays couvrant ainsi 30 % des besoins du pays en huiles végétales alimentaires avec une production moyenne de 450 000 t/an et un apport de 20 millions de \$ [4 ;5]. L'intérêt de l'olivier ne se limite pas seulement à la production de l'huile et l'olive de table, puisque le grignon et le noyau sont devenus une source importante de matière première alimentaire pour les animaux [6]. Sur le plan international, l'oléiculture procure à l'Algérie le rang du neuvième producteur et le troisième exportateur mondial [7].

Au point de vue écologique et social, l'oléiculture permet de lutter contre l'érosion, restaurer des terres agricoles, fixer les populations dans des zones difficiles d'accès, limiter l'exode rural et générer des emplois permanents. L'olivier constitue la principale spéculation fruitière qui contribue à la préservation des ressources naturelles et à la résolution des problèmes d'environnement qui préoccupent les autorités et les institutions nationales et internationales [6].

Au cours des années 1990, les autorités algériennes ont constaté une dégradation de l'oléiculture liée à divers facteurs démographiques, économiques, techniques, phytosanitaires et aux incendies. Pour améliorer cette situation, l'Algérie avait établi en 2000 un Plan National de développement agricole (PNDA) pour l'extension de la superficie des oliveraies à 500 000 ha au Nord et au Sud du pays [8] essentiellement avec deux variétés les plus dominantes Chemlal et Sigoise. Cette augmentation de surface oléicole, due principalement au soutien de l'Etat a mis en œuvre une stratégie de plusieurs programmes visant :

- le développement de l'oléiculture en intensif (2006-2008) ;
- l'extension des superficies plantées en olivier, dont les prévisions portent à planter 500 000 ha contre 300 000 ha d'ici 2014, tout en visant d'atteindre 05 millions ha à long terme ;
- la modernisation de l'outil de transformation et la promotion de la qualité.

Ces nombreux facteurs ont accentué la sensibilité de l'olivier à des maladies d'origine fongique surtout la verticilliose [9 ;10 ;11 ;12 ;13 ;6 ;14] et

la tavelure [15 ;16] mais aussi à d'autres maladies bactérienne et parasitaires telles que la tuberculose [17 ;18], le Crown gall [19] et la fumagine [17].

Au cours ces dernières années on assiste à la recrudescence des nouvelles affections parasitaires touchant le bois communément appelées « maladies du bois ». Ces pathologies peuvent occasionner la mort de l'arbre même au stade jeune. Plusieurs champignons ont été incriminés dans ces maladies. Une étude menée en France durant l'année 2007-2008 a confirmé la présence de plusieurs champignons pathogènes à l'origine des dépérissements des arbres, (*Phaeomoniella chlamydospora* et *P. aleophilum*). En France, une autre maladie du bois a été identifiée en 1999, le black dead arm, dont les symptômes peuvent être facilement confondues avec ceux de l'esca mais apparaissent plus précocement à partir du mois de juin. En Espagne, une étude menée par Univesidad Politécnica de Valencia, sur l'étiologie et l'importance des maladies du bois durant la période 1995-2004, a signalé l'augmentation massive du dépérissement et de la mortalité des jeunes pieds âgés de 1 à 4 ans. Plusieurs champignons responsables de ces dépérissements, ont été isolés à savoir: *Phaeomoniella aleophilum*, *Botryosphaeria obtusa*, *B. dothidea*, *Cylindrocarpon spp* [20].

En Tunisie, ces maladies du bois prennent le devant dans les préoccupations des agriculteurs, étant donné qu'elles commencent de causer des dégâts considérables dans les vergers oléicoles. Elles sont souvent négligées, étant donné qu'elles se développent lentement en comparaison aux autres maladies les plus répandues et que l'on doit traiter rapidement dans le cadre d'un programme préventif de protection. La gravité de ces maladies réside dans le fait que si le mildiou et l'oïdium peuvent détruire la production de l'année, les maladies du bois conditionnent la pérennité des vergers [20].

En Algérie, la présence de ces maladies a été déjà signalée, comme le cas de l'esca et de l'eutypiose [21], de l'eutypiose [22] et de black dead arm

[23 ,24] en raison des aspects épidémiologiques révélés, ces maladies sont considérées comme une sérieuse menace sur le patrimoine viticole, arboricole et forestier de ces régions [22].

En l'absence d'informations précises concernant les maladies du bois, certaines confusions se rapportant surtout aux symptômes caractéristiques de ces maladies, à la biologie des pathogènes responsables et aux moyens de leur transmission, limitent les possibilités de protection des vergers [20].

Le présent travail avait pour objectifs

1-La présentation du cadre de l'étude consacré essentiellement à la maladie et à son agent causal. Pour cela nous avons effectué des prospections dans deux régions : de localiser les foyers de la maladie, d'estimer le taux d'infection et de confirmer l'identité de l'agent causal en se basant sur les symptômes et sur les caractéristiques morphologiques des agents causaux.

2- La caractérisation morphologique de l'agent causal du dépérissement de l'olivier.

3- Evaluation du pouvoir pathogène l'agent causal du dépérissement de l'olivier isole sur les régions prospectées.

## **CHAPITRE 1**

### **SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

## 1.1. Généralités sur l'olivier

### 1.1.1. Origine et extension de l'olivier

L'olivier fut l'un des premiers arbres cultivé avec le figuier et le dattier [25 ,26]. Son origine remonte à 50. 000-60. 000 ans [27] en Syrie, en Asie Mineure, au Proche-Orient selon FOUIN et SARFATI (2002) [28]. Cependant, GAUSSORGUES (2009) rapporte que sa provenance tient de l'Afrique du côté de l'Égypte ou de l'Éthiopie [29]. La domestication de l'olivier semble être bien tardive, 6000 ans [30, 31,32] au Levant à l'Est méditerranéen [33,34]. Par la suite, l'olivier a été étendu vers l'Occident par les deux bords de la Méditerranée au gré des principales civilisations telles que les Phéniciens, les Grecs puis les Carthaginois, les Romains et les Arabes [35,36]. Ce n'est qu'au 19ème siècle, que la culture de l'olivier s'implante durablement sur tout le pourtour de la Méditerranée [37].

Plus tard, la culture de l'olivier fait un bon en dehors du Bassin méditerranéen [38] pour s'introduire au nouveau monde (Pérou, Chili, Mexique, Argentine, Brésil et Etat unis (Californie) [35], à l'Inde, au Caucase et au Sud de l'Asie (Chine, Malaisie et Maui), elle s'est conduite également en Afrique du Sud, en Australie, au Japon, en Chine et plus récemment en Nouvelle - Calédonie [39,40] .

La colonisation Française a contribué à l'extension de l'oléiculture en Afrique du Nord, telles que l'oliveraie de Sfax en Tunisie, de Sig en Algérie [41] et des oliveraies entre Meknès et Fez, au Maroc [42].

C'est à partir du XVIème siècle que s'ouvre une nouvelle ère continue qui va conduire l'olivier à son extension maximale, sous l'influence de la demande croissante d'une société occidentale de plus en plus industrialisée [43]. Avec la découverte du nouveau monde, les émigrants de la péninsule ibérique (Espagne) ont introduit l'olivier dans leurs anciennes colonies des Amériques comme l'Argentine, le Mexique, le Pérou ensuite le Chili et la Californie. Et ce n'est qu'au XIXème siècle, lors de l'apogée de la

démographie et de la colonisation européennes que l'oléiculture a vu un essor rapide en s'implantant dans des régions éloignées de son lieu d'origine comme l'Afrique du Sud, l'Australie, le Japon ou la Chine [42].

### 1.1.2. Classification

L'olivier est un arbre de longue vie et à feuillage persistant, qui peut atteindre une taille adulte d'un maximum de 15 m et une propagation de 9m [44]. L'olivier a une longévité qui dépasse de très loin celle du cèdre, sa durée de vie dépasse généralement plus de 500 ans, certains arbres âgés de plus de 2.000 ans ont été enregistrés [45]. L'olivier prend son temps pour grandir. En effet, dans les meilleures conditions, les fruits n'apparaissent qu'après la septième année. Ensuite, sa production augmente avec constance entre la septième et la trente-cinquième année. A cet âge, il parvient à maturité et produit de manière régulière jusqu'à ses cent cinquante ans, stade où il entre peu à peu dans sa période de sénescence [46,47].

Selon [48, 49, 46, 50] (CIAROS *et al.*, 2000; GREEN, 2002; AVENARD, 2008; STRIKIC *et al.*, 2010) *Olea europea* L., appartient au:

Règne: Plantae

Sous-règne: Tracheobionta

Embranchement: Spermaphytes (Phanérogames)

Sous-embranchement: Angiospermes

Classe: Dicotylédones (ou Thérébinthales)

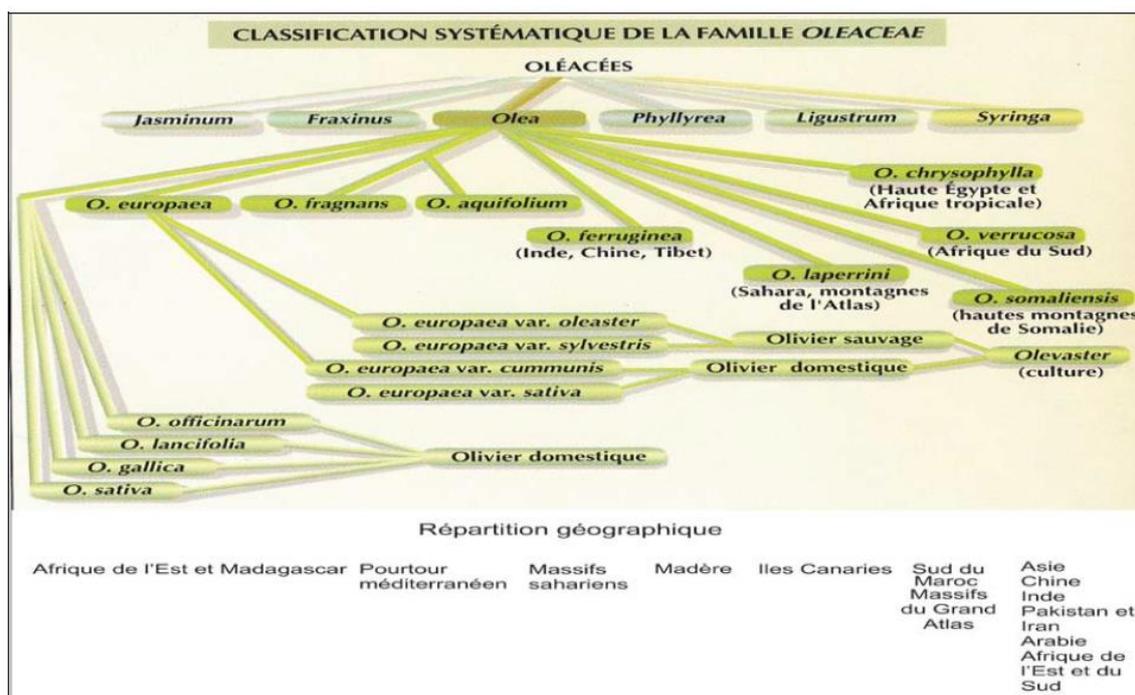
Sous-classe: Astéridées (ou Gamopétales)

Ordre: Gentianales (ou Lingustrales)

Famille: Oleaceae

Genre: *Olea*

Espèce: *Olea europea* L.



**Figure 1.1:** Classification systématique de la famille des Oleaceae [49] et répartition géographique des taxons [51].

Selon TAYLOR [52] in FANTANAZZA et BALDINI [53], le nombre chromosomique de base  $N = 23$  est caractéristique de toutes les espèces du genre *Olea*. Le nombre de  $2n=46$  a été confirmé par CALADO et FAUSTO (1987) après une étude faite sur 20 cultivars d'oliviers. La famille des Oléacées comporte 25 genres, le genre *Olea* serait lui-même composé de 30 espèces différentes parmi lesquelles on trouve, *Olea europea* L. avec deux sous espèces :

- *Olea oleaster* (oléastre): qui se présente sous une forme spontanée comme un buisson épineux et à fruit ordinairement petit.
- *Olea sativa* (olivier cultivé): il est constitué par un grand nombre de variétés améliorées, multipliées par bouturage ou par greffage [54].

### 1.1.3. Valeur et utilisation de l'olivier

#### 1.1.3.1. La valeur nutritive

L'olive de table mure, contient 50 à 100% de son poids d'eau, 22 à 25% d'huile, 1.51% de sels minéraux, 19% de carbohydrates, 1.65% de

protéines, et 5.84 % de celluloses. L'huile d'olive reste l'huile la plus digestible parmi toutes les huiles et graisses animales et végétales, le plus riche en vitamines, sel minéraux et acides gras non saturés [55].

**Tableau 1.1** : Composition de l'huile d'olive [55].

Lipides	99%(900calories pour 100g)
Vitamine E	150 mg/Kg
Provitamine A(Carotène)	De 3 à30mg
Acides gras saturés	8 à 24%
Acides gras insaturés	75.5 à 90.5%
Acides oléique	56 à 83%
Acides linoléique	3.5 à 20%

### 1.1.3.2. Intérêt de l'olivier

#### 1.1.3.2.1. Intérêt économique

L'olivier tient une part très importante dans l'économie des pays de circuit méditerranéens. On commercialise dans le monde quelques 2 millions de tonnes de l'huile d'olive. Dans certains pays, l'extension de la culture de l'olivier fait partie du programme de développement économique, tandis que dans d'autres pays, comme l'Espagne, la saturation du marché interne a fait ralentir le programme de la culture [56].

Son intérêt réside essentiellement dans la production de l'huile d'olive se situant au 6<sup>eme</sup> rang mondial des productions des huiles végétales alimentaires. Plus de 92% des olives produites dans le monde sont destinées à la production d'huile qui est très appréciée pour ses qualités gustatives et sa richesse en acides oléiques qui lui confère un haut degré de digestibilité. Elle aussi riche en vitamines A et E [56].

#### 1.1.3.2.2. Intérêt écologique

L'olivier joue un rôle important dans l'équilibre des écosystèmes semi-aride et semi désertique. Le verger, par sa longue durée de vie, est un élément de fixation de la population et permet d'abriter des cultures vivrières nécessaires à la consommation à court terme. Par rapport à d'autres espèces, il utilise de façon très efficace l'eau du sol et du sous-sol. Par son

système racinaire très développé, il participe à la stabilisation et à la conservation du sol. Cet arbre est planté, au vue de sa grande capacité d'adaptation, sur des terrains de mauvaise qualité, inaptes à toutes autres cultures (sols pauvres, forte pente, etc.) [56].

Les populations d'olivier sauvage jouent un rôle dans la protection des sols contre la désertification à cause de leur grande résistance au vent et à la sécheresse, leur habilité de repousser après un feu ou un gel et particulièrement leur très grande longévité qui leur permet de vivre jusqu'à plusieurs milliers d'années [57].

#### 1.1.3.2.3. Utilisation en phytothérapie

Bien que l'huile d'olive soit souvent associée aux traitements des affections respiratoires, cardiovasculaires et cutanées, ces bien faits sont sous estimées ou ignorées.

Sa composition chimique est très proche de la graisse du lait maternel, elle stimule la sécrétion des sucs digestifs, protège les muqueuses gastriques et intestinales [57].

### 1.2 .Situation de l'oléiculture

#### 1.2.1. L'oléiculture dans le monde

L'olivier est aujourd'hui cultivé dans toutes les régions du globe se situant entre les latitudes 30° et 45° des deux hémisphères, des Amériques (Californie, Mexique, Brésil, Argentine, Chili), en Australie et jusqu'en Chine, en passant par le Japon et l'Afrique du Sud (Figure 1.2). On compte actuellement plus de 900 millions d'oliviers cultivés à travers le monde, mais le bassin méditerranéen est resté sa terre de prédilection, avec près de 95% des oliveraies mondiales [58].



**Figure 1.2:** Carte oléicole mondiale [59].

#### 1.2.1.1. Superficie

Selon le conseil oléicole international(COI), la superficie oléicole mondiale est estimée en 2014 à environ 11 millions d'ha, dont 78% en sec et 22% en irrigué. Sur l'ensemble de cette superficie, 53% reviennent aux pays de l'Union européenne, 27% aux pays du Maghreb, 18% aux pays du Moyen-Orient et 2% aux pays du continent américain et autres [59].

#### 1.2.1.2. Production

La production mondiale est estimée en 2014 à 3.408.500 tonne Pour l'huile d'olive et 2.526.000 tonne d'olives de table [59].

Les dix premiers pays producteurs sont situés dans la zone méditerranéenne et fournissent 95% de la production mondiale.

L'Espagne est le premier pays oléicole. Sa production moyenne d'huile d'olive a augmenté au cours des dernières années et sa production en 2014 est estimé à 1.613.400 tonnes d'huile d'olive. C'est également le premier producteur et exportateur d'olives de table, avec une production de 608.600 tonnes en 2014 [59].

**Tableau 1.2** : Chiffres clés du marché mondial de l'huile d'olive [59].

Pays	Production	Importation	Consommation	Exportation
Albanie	7,0	1,0	8,0	0,0
Algérie	54,4	0,0	57,0	0,5
Argentine	32,0	0,0	6,0	23,5
Australie	19,0	31,5	44,5	7,0
Brésil		68,0	68,0	0,0
Canada		38,5	38,0	0,0
Union Européen	244,4	107,5	191,7	509,0
Croatie	4,0	2,5	6,5	0,0
Egypte	10,0	0,0	8,0	1,0
Etats-Unis	6,0	294,0	294,0	4,0
Iran	7,0	4,5	11,0	0,0
Israël	12,0	6,0	17,0	0,0
Japon		42,0	42,0	0,0
Jordanie	35,5	0,0	37,5	1,0
Liban	18,0	0,0	20,0	3,5
Libye	15,0	0,0	15,0	0,0
Maroc	120,0	0,0	90,0	11,0
Palestine	15,5	0,0	13,5	3,5
Syrie	198,0	0,0	135,5	25,0
Tunisie	180,0	0,0	40,0	140,0
Turquie	191,0	0,0	150,0	20
Autres pays	40,1	149,0	191,5	18

### 1.2.1.3. Commercialisation

L'oléiculture occupe une part importante dans le marché mondial des produits agricoles qui a connu un développement considérable ces dernières années [59].

Les pays méditerranéens sont les plus grands producteurs et exportateurs, ces principaux pays sont: l'Union Européenne, l'Egypte, l'argentine, le Maroc, la Turquie, la Tunisie et la Syrie qui assurent 95,04% et 91,30% des exportations totales mondiales d'huile d'olive et d'olives de table respectivement. L'Union Européen seul fournit une quantité annuelle de 509 000 t d'huile d'olive et 243 900 t d'olives de table, ce qui représente respectivement 66,36% et 45,47% des exportations totales mondiales [59].

Quant aux importateurs, les USA, l'UE, le Brésil, l'Australie, le Japon, le Canada et la Russie sont les principaux pays avec 78,1% et 76,1% des importations totales mondiales de l'huile d'olive et d'olives de table

respectivement. L'USA est le premier importateur avec une moyenne annuelle de 294 000 t d'huile d'olive et 133 000 t d'olives de table qui représentent respectivement 39% et 22,67% des importations totales mondiales [59].

#### 1.2.1.4. Les variétés cultivées dans le monde

Du point de vue variétale, il n'est pas rare de compter plus d'une centaine de variétés d'olivier dans chacun des pays producteurs [60]. D'après VERGARI et al (1998), l'espèce *Olea europea* L. est actuellement composée de quelques 2000 variétés dont près de 500 sont implantées en Italie [61].

LUCHETTI (1999), indique qu'il existe 139 variétés provenant de 23 pays oléicoles qui représentent près de 85% de la surface consacrée à la culture de l'olivier [62].

Près de 1250 variétés cultivée dans 54 pays et conservées dans près de 100 collections, ont été incluses dans la base de données du germoplasme de l'olivier de la FAO [45], ce nombre est certainement plus élevé à cause du manque d'informations pour beaucoup de cultivars locaux et écotypes [63]. La plus grande partie de ces cultivars vient des pays du Sud de l'Europe comme l'Italie (538 cultivars), l'Espagne (183 cultivars), France (88 cultivars) et la Grèce (52 cultivars) [26]. Vu la richesse de ce germoplasme, l'olivier est un cas exceptionnel entre les cultures horticoles et sa biodiversité peut représenter une source riche de variabilité pour l'amélioration génétique de cette plante [26]. Les principales variétés cultivées dans le monde sont portées sur le tableau 1.3.

**Tableau 1.3:** Les principales variétés cultivées dans le monde [59].

Pays	Principales variétés
Albanie	Kaliniot.
Algérie	Chemlal ; Sigoise ; Azeradj ; Limli ; Blanquette de Guelma.
Argentine	Arauco.
Chili	Azapa.
Croatie	Lastovka ; Levantinka ; Oblica.
Chypre	Ladoelia.
Egypte	Aggezi Shami ; Hamed ; Toffahi.
Espagne	Alfafara ; Aloreña ; Arbequina ; Bical ; Blanqueta ; Callosina ; Carasqueno de la Sierra ; Castellana ; Changlot Real ; Cornicabra ; Empiltre ; Farga ; Gordal de Granada ; Gordal Sevillana ; Hojiblanca ; Lechin de Granada ; Lechin de Sevilla ; Loaime ; Lucio ; Manzanilla cacserena ; Manzanilla Prieta ; Manzanilla de Sevilla ; Mollar de Ceiza ; Morisca ; Morona ; Morrut ; Palomar ; Picual ; Picudo ; Rapasayo ; Royal de Gazorla ; Sevillena ; Verdial de Badajoz ; Verdial de Huevar ; Verdial de Velez-Malaga ; Verdiell ; Villalonga.
France	Aglandau ; Bouteillan ; Grossane ; Lucques ; Picholine Languedoc ; Salonenque ; Tanche.
U.S.A	Mission
Grèce	Adramitini ; Amigadalolia ; Chalkidiki ; Kalamone ; Conservolia ; Koroneiki ; Mastoidis ; Megaritiki ; Valanlia.
Italie	Ascolana Tenera ; Biancolilla ; Bosana ; Canino ; Carolea ; Casaliva ; Cassanese ; Cellina di Nardo ; Coratina ; Cucco ; Dolce Agogia ; Dritta ; Frantoio ; Giarrappa ; Grignan ; Itrana ; Leccino ; Majatica di Ferrandina ; Maraiolo ; Nocellara del Belice ; Nocellara Etnea ; Oliarola Barese ; Oliva di Cerignola ; Ottobratica ; Pendolino ; Oisciottana ; Pizz'e Carroga ; Rosciola ; Sant Agostino ; Santa Caterina ; Taggiasca.
Jordanie	Rasi'i
Liban	Soury.
Maroc	Haouzia ; Menara ; Meslala ; Picholine Marocaine.
Palestine	Nabali Baladi
Portugal	Carrasquenha ; Cobrançosa ; Cordovil de Castelo Branco ; Cordovil de Serpa ; Galega Vulgar ; Maçanilha Algariva ; Redondal.
Slovénie	Bianchera.
Syrie	Abou-Satl ; Doebli ; Kaissy ; Sorani ; Zaity.
Tunisie	Chemlali de Sfax ; Chétoui ; Gerbouï ; Meski ; Oueslati.
Turquie	Ayvalik ; çekiste ; çebebi ; Domat ; Erkençe ; Gemlik ; Izmir Sofralik ; Memecik ; Uslu.
Yougoslavie	Zutica.

### 1.2.2. L'oléiculture en Algérie

La culture de l'olivier en Algérie remonte à la plus haute antiquité, elle constitue une source de revenu significative pour la population rurale. Cette culture représente plus de 50% du verger arboricole national.

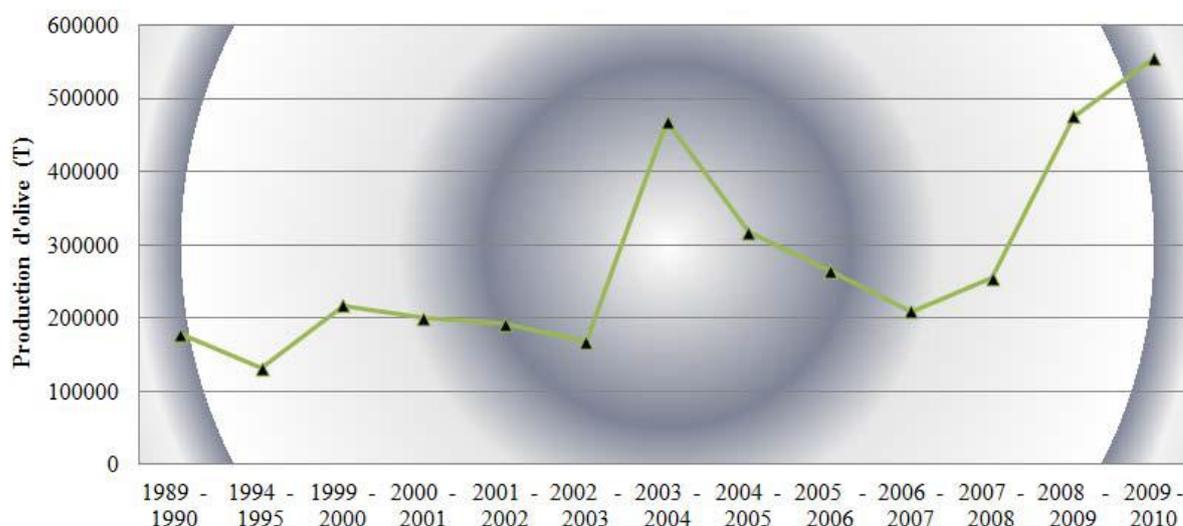
Ces dernières années l'oléiculture a pris une place importante dans la nouvelle vision du développement du secteur agricole, à travers le plan national de développement Agricole (P.N.D.A.), qui a été initié à partir de l'an 2000, qui vise à :

- L'intensification de la production oléicole dans les zones de Hauts Plateaux et du Sud du pays.
- L'extension des plantations et programme d'adaptation des systèmes de production aux zones de montagne.
- Régénération des vieilles plantations.
- Amélioration des rendements.
- Renforcement de la qualité des produits oléicoles.
- La création des conditions favorables au retour des populations dans leur région d'origine [64].

L'Algérie produit une moyenne annuelle de 555 200 t d'olives en 2010, 15 % de cette production d'olives est acheminé vers les conserveries pour la préparation des olives de table (Figure 1.3).

Alors qu'environ 85% de la production restante sont destinés aux usines de trituration d'huile [65].

L'Algérie vient en troisième position au niveau d'Afrique, en cinquième position au niveau méditerranéen, et en neuvième position au monde après l'Espagne, l'Italie, la Grèce, la Turquie, la Syrie, le Maroc la Tunisie et l'Egypte qui sont par ordre d'importance, les plus gros producteurs au monde [65,66].



**Figure 1.3:** Les fluctuations de la production d'olive en Algérie [65].

L'olivier est principalement cultivé sur les zones côtières du pays à une distance de 8 à 100 km de la mer où il trouve les conditions favorables pour son développement. Il occupait, en 2009, une superficie de 310 000 ha [67], qui se répartie sur tout le territoire comme le montre la figure 1.4.

La majorité des surfaces oléicoles se localisent dans des régions de montagne et les collines recouvrant une surface de 195 000 ha, ainsi que dans les plaines occidentales du pays (Mascara, Sig, Relizane..) et dans les vallées comme la Soummam [67].

Cette superficie a bien nettement augmenté par la mise en place d'un programme national pour le développement de l'oléiculture intensive dans les zones steppiques, présahariennes et sahariennes (Msila, Biskra, Ghardaïa...) en vue d'augmenter les productions et de minimiser les importations (Figure 1.4).

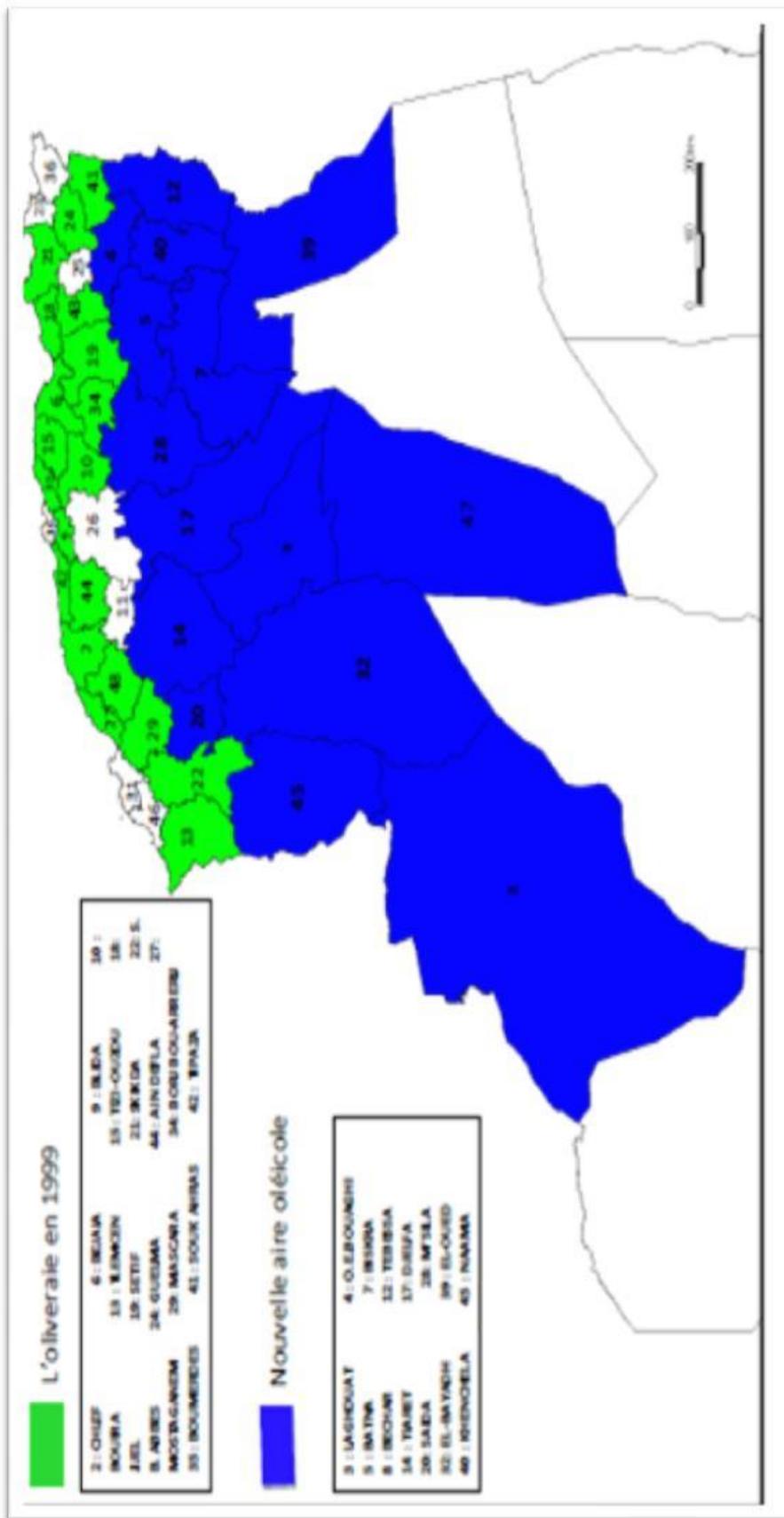


Figure 1.4: Carte oléicole d'Algérie [68].

### 1.2.2.1. Le patrimoine oléicole algérien

Le verger oléicole Algérien comprend une diversité variétale répartie sur ses différentes régions oléicoles (Figure 1.5). En plus des variétés locales qui caractérisent chaque région, nous avons aussi des variétés introduites qui viennent de différentes régions du monde [2].

-Chemlal: C'est la variété la plus dominante en Algérie, elle représente près de 45% du patrimoine oléicole nationale.

-Sigoise : C'est une variété auto-fertile, elle représente 20% du verger oléicole national. Généralement, elle se localise à l'Ouest du pays allant de Oued Rhiou jusqu'à Tlemcen. C'est une variété à deux fins.

-Azeradj et Bouchouk: Elles accompagnent généralement les peuplements de Chemlal dont Azeradj améliore la pollinisation. Elles présentent un gros fruit destiné à la conserverie et même à la production d'huile.

-Limli: Représente 8% du verger oléicole national, elle se rencontre dans la région d'Oued Soummam.

-Rougette de Mitidja: C'est une variété à huile installée dans la plaine de Mitidja et sur le piémont de l'Atlas, à faible altitude.

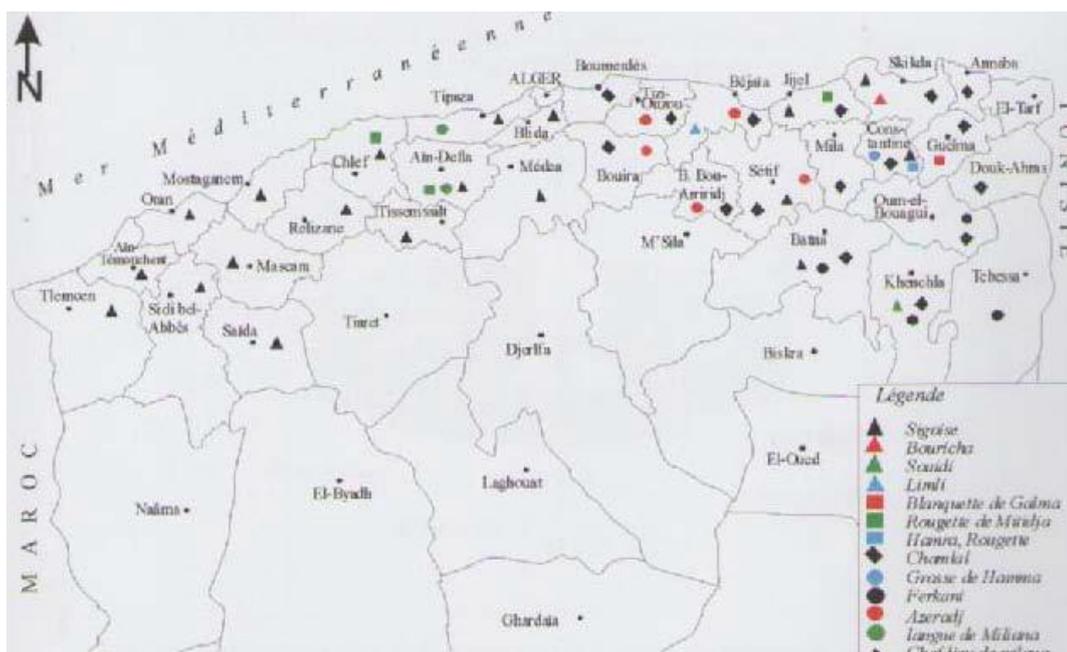
-Rougette de Guelma et blanquette de Guelma: Elles se trouvent en association dans la région Est du pays.

-Cornicabra et Sévillane: La première est tardive et la deuxième est précoce ; d'origine espagnole, elles se localisent à l'Ouest du pays.

-Frantoio et Leccino: Introduites récemment, d'origine italienne.

-Lucques: D'origine française, elle est souvent associée à la Sigoise.

-Gordal et Verdial: Originaires d'Espagne.



**Figure1.5:** Localisation des principales variétés d'olivier cultivées en Algérie [6,69].

#### 1.2.2.2. Les contraintes de la filière

En dépit des potentialités que recèle le secteur, le diagnostic de la situation oléicole en Algérie actuelle montre que les niveaux de production atteints sont encore très modestes et ne valorisent que partiellement les atouts dont dispose notre pays en la matière. Cette situation résulte de plusieurs effets négatifs :

- les incertitudes climatiques telles la faiblesse des hauteurs pluviométriques enregistrées au niveau de certaines zones oléicoles conjuguée à l'irrégularité inter et intra-annuelle de ces précipitations. En effet, plus 75% du verger algérien sont situés sur des sols accidentés généralement pauvres et conduits en agriculture pluviale [70].
- l'absence de régions spécialisées en oléiculture fait que l'olivier ne bénéficie pas des interventions appropriées. De plus la prédominance des plantations irrégulières et la présence des cultures intercalaires ne permettent pas la réalisation des travaux d'entretien dans de bonnes conditions [70].

- l'exiguïté prononcée des exploitations (50% des exploitations ont une superficie inférieure à 5 ha), le morcellement des plantations (4 à 6 parcelles par exploitation) et la régression du savoir-faire (fertilisation, taille, irrigation, périodes de traitement, temps de récolte, stockage), trois paramètres qui limitent l'investissement dans les vergers et rendent difficile leur mise en valeur [71,70].
- le vieillissement du verger national est l'une des principales causes de la faiblesse des rendements oléicoles qui sont parmi les plus faibles au monde, ne dépassant pas 10 qx/ha [4].
- la dominance de deux variétés nationales: Chemlal et Sigoise, qui malgré leur pouvoir d'adaptation et leur double finalité (production d'huile et de conserves d'olive), présentent les inconvénients d'être sensibles à certaines maladies, avoir un fort indice d'alternance de la production et une faible teneur en huile d'olive (13.5 et 14 % contre 26 à 30% pour les variétés à huile) [4,6].
- La vétusté des équipements des unités industrielles de transformation (sur les 1650 huileries, environ 85% d'entre elles, sont des huileries traditionnelles), ce qui engendre des pertes importantes aussi bien en qualité qu'en quantité [4,6].
- certaines oliveraies algériennes commencent à devenir de plus en plus infestées par des maladies d'origine fongique telle que la verticilliose qui demeurent causer des dégâts quantitatifs et qualitatifs importants surtout qu'aucun traitement phytosanitaire n'est utilisé [6].

### 1.3. Les principales maladies de l'olivier

#### 1.3.1. Les maladies d'origine abiotiques

Il existe plusieurs maladies abiotiques qui menacent l'olivier (Tableau 1.4).

**Tableau 1.4:** Maladies abiotiques chez l'olivier [42].

Type d'incidents	Facteurs favorisants	Manifestation des symptômes
Accident climatique	- gel  -brulures par insolation	Chute de feuilles; nécrose des jeunes écorces.  Dégâts sur jeunes plantation, sur les tissus du tronc et sur charpentières.
Accidents météorologiques	- neiges abondantes  -grêle  -vents violents	cassures et blessures des jeunes écorces, dissémination de la tuberculose.  Cassure des charpentières, réduction de la récolte
Asphyxie racinaire	Terrains trop humides et trop argileux	chlorose, défoliation, arrêt de la croissance végétative, chute précoce des feuilles.
Chloroses alimentaires	Carences en éléments indispensables (azote, calcaire et ions)	Trouble physiques graves du végétal

### 1.3.2. Maladies biotiques

Comme toute culture, l'oléiculture est confrontée à plusieurs problèmes en particulier les attaques causées par des microorganismes (bactéries, champignons et virus) ainsi que certains ravageurs (Tableau 1.5&1.6).

**Tableau 1.5:** Principales maladies fongiques et bactériennes de l'olivier

La maladie	Facteurs favorisants	conséquences	lutte	Référence
Œil de paon (Cycloconium oleaginum)	T°entre 10 et 25°C, Variétés sensibles	Chute de feuille, affaiblissement des arbres, perte de récolte	lutte prophylactique	[16]
Verticilliose (Verticillium dahliae)	Âge, présence des adventices	Dessèchement des rameaux, perte de l'arbre	Enherbement des graminées, limiter la fertilisation	[9,6,13,72,73]
Brunissement	Variété sensible, forte fumure azoté	Pourriture des olives, mauvaise qualité d'huile	Modéré la taille, limiter la fertilisation en azote	[74]
Bactérioses	Humidité et température, variétés sensibles,	Tumeurs, éclatement de l'écorce, baisse du vigueur et de production	Désinfection du matériel de taille, tailler les arbres atteints	[17]
Chancre de la tige et pourriture du fruit (Botryosphaeria sp)	Température, variété sensible, blessure diverses	Chancre, nécrose foliaire et dans le bois, mort de la plante	Protéger les plaies de taille, incinérer les plantes dépéris	[75]

**Tableau 1.6:** Principaux ravageurs de l'olivier

La maladie	Biologie	conséquences	Lutte	Référence
Mouche de l'olive (Dacus olea)	déclenchement du traitement par piégeage, préventif ou curatif selon le pourcentage d'olives piquées	Olives véreuses, perte de récolte et baisse de qualité	Seuil d'intervention, appliquer à chaque vol un traitement localisé avec un attractif plus un insecticide autorisé	[42,76]
Cochenille noire (Saissetia oleae)	1génération par an, se nourrit de la sève de l'arbre et produit un miellat	Développement de fumagine, affaiblissement de l'olivier	Seuil d'intervention, Appliqué des lâchers naturels très efficace pour diminuer la population	[42,76]
Teigne de l'olivier (Prays oleae)	3génération par an : printanière, estivale ou carpophage hivernale ou phyllophage	Chute des boutons floraux et des olives, perte de récolte	Seuil d'intervention, traitement avec Bacillus thuringiensis au stade gonflement de boutons floraux	[76]

## 1.4. Dépérissement de l'olivier

Le dépérissement des arbres fruitiers est la conséquence de diverses causes conduisant à la mort. Parmi ces causes les maladies du bois qui touchent l'ensemble des organes aériens de la plante qu'ils soient lignifiés ou non. Les maladies du bois d'origine cryptogamiques, sont principalement composées de trois maladies: l'eutypiose causée par *Eutypa lata*, l'esca provoquée par un cortège de champignons pathogènes dont *Phaeomoniella chlamydospora*, *Phaeoacremonium aleophilum* et *Phomopsis* sp. et les dépérissements dus aux *Botryosphaeria* sp. Du fait, de leur symptomatologie sur bois assez proches, ces 3 maladies ont souvent été confondues autrefois. Elles ont également été mises en évidence sur vigne et groseillier [77] et sur abricotier par CARTER en 1957 [78] et [75] (Dubos, 2002). Le lien avec l'agent pathogène *E. lata* n'a été formellement établi qu'en 1978 [79]. Quant aux dépérissements dus aux *Botryosphaeria* sp., les symptômes ont été décrits pour la première fois par LEHOCZKY en 1974 [80]. Comme les *Botryosphaeriaceae* se développent fréquemment dans les nécroses du bois provoquées initialement par l'esca ou par l'eutypiose, la confusion entre ces trois maladies a longtemps perduré et persiste encore aujourd'hui ponctuellement. De fait, les nécroses observables sur bois sont proches pour ces 3 maladies à un stade avancé. Il est plus aisé de les distinguer à un stade plus précoce [80].

### 1.4.1. Eutypiose

#### 1.4.1.1. Historique

Le nom de la maladie a pour origine le nom du champignon qui en est responsable. Ce terme a été proposé par GALET (1977) lors du XV<sup>ième</sup> congrès de l'organisme (OIV) de Changins pour désigner cette maladie et pour la différencier des termes roncet [81], court-noué, persillé ou encore de rabougrissement [82] qui étaient aussi bien employés pour désigner cette maladie que le court-noué. Dans la littérature anglo-saxonne, cette maladie était appelée « dying arm disease » et pour éviter les confusions entre ce nom et celui de « dead arm disease », correspondant à l'excoriose due au

*Phomopsis viticola*, MOLLER et KASIMATIS (1978) ont proposé d'utiliser le terme de « Eutypa dieback » [79].

#### 1.4.1.2. Symptomatologie

Elle se manifeste par le rabougrissement des rameaux (entre-nœuds courts) qui présentent des feuilles chlorotiques, crispées, déchiquetées avec des nécroses marginales qui peuvent se généraliser sur l'ensemble du limbe et parfois d'inflorescences desséchées [82].

Elle se traduit également par la mort d'un bras d'où le nom de maladie du bras mort. Dans le bois, elle montre la présence d'une nécrose brune et dure en position sectorielle qui montre des rayures plus foncées (Figure1.6) [82].



**Figure1.6:** Evolution de la nécrose brune dure et de position sectorielle [75].

#### 1.4.1.3. Plantes hôtes et répartition

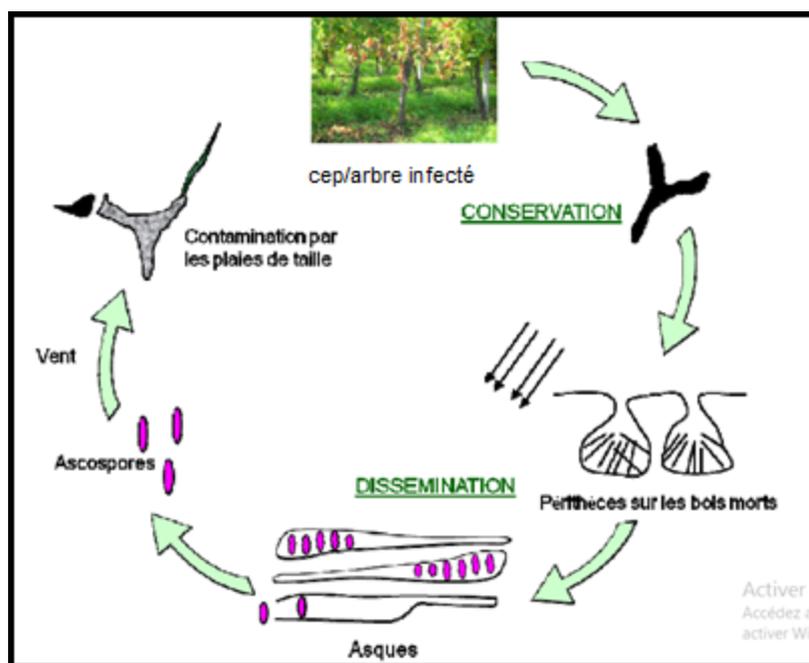
L'eutypiose est une des maladies de dépérissement des plus importantes ; causée par le champignon ascomycète *Eutypa lata* [83]. Elle est présente dans quasiment toutes les cultures pérennes à l'échelle mondiale entraînant ainsi des pertes économiques considérables.

Le champignon *E. lata* a été isolé et identifié sur 88 espèces végétales réparties en 28 familles de plantes ligneuses pérennes dicotylédones présentes sur les 5 continents [21,84]. Les principales espèces d'arbres attaquées par ce pathogène sont l'abricotier [84], le pistachier [85], l'olivier [86], le citronnier [87], le pommier et la vigne [88]. Le champignon *E. lata* a

été isolé pour la première fois en 1900 à partir d'un prunier écossais sous sa forme anamorphe *Libertella blepharis*. Il a ensuite été déterminé en 1957 sous sa forme téléomorphe dans le sud de l'Australie [78].

#### 1.4.1.4. Cycle biologique

Seule la forme sexuée est pathogène. Le champignon forme des périthèces sur les bois morts dans lesquels vont se former les ascospores (forme sexuée du champignon) qui seront disséminées par la pluie [89], et par le vent sur de grandes distances [90,91]. Les plaies de taille et les blessures constituent une porte d'entrée pour le mycélium qui va coloniser les vaisseaux du xylème des bras et du tronc et provoquer l'apparition d'une nécrose brune sectorielle (Figure 1.7). Des métabolites toxiques tels que l'eutypinol, l'eulatinol et le méthyl eutypinol produits par le champignon sont responsables de l'apparition de ces symptômes [87].



**Figure 1.7 :** Cycle biologique d'*Eutypa lata* [20].

## 1.4.2. Esca

### 1.4.2.1. Historique

Connue des grecs et des romains, l'esca est la plus ancienne des maladies décrites sur la vigne. Rapportée sous le nom de folletage, ou d'apoplexie, l'esca doit son nom à la présence de pourriture blanche ou amadou [82]. Il s'agit d'une maladie à étiologie très complexe dont les causes exactes restent encore à élucider. En effet, le Postulat de Koch n'est que partiellement vérifié: seule la formation des nécroses du bois est reproductible, non les symptômes foliaires [82].

L'esca touche normalement les plantes âgées de 15 à 25 ans, mais des études ont récemment montré que les jeunes plantes pouvaient également être atteintes [91]. En Europe, trois principaux champignons pathogènes isolés des nécroses du bois, sont associés à l'esca: deux ascomycètes, *Phaeoacremonium aleophilum* et *Phaeomoniella chlamydospora* et un basidiomycète *Fomitiporia mediterranea*. De nombreux autres champignons dont certains pathogènes sont fréquemment isolés des nécroses du bois de plantes atteintes d'esca. C'est le cas d'*Eutypa lata*, agent responsable de l'eutypiose, de différentes espèces de *Phaeoacremonium* sp. ou de nombreuses espèces de *Botryosphaeriaceae* [92].

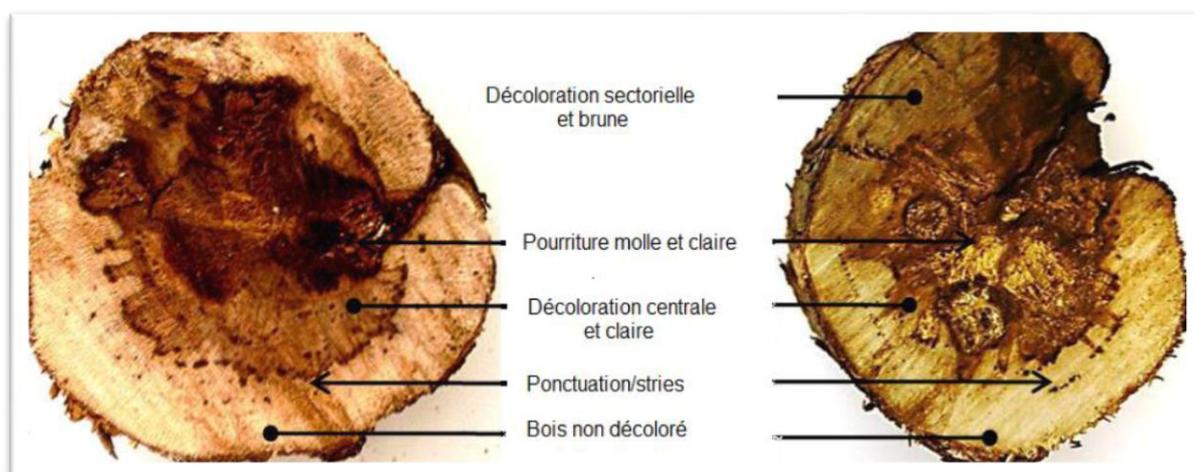
### 1.4.2.2. Symptomatologie

Cette maladie se présente sous deux types de formes: la forme lente et la forme apoplectique. Les symptômes foliaires sont caractéristiques de la forme lente même s'ils peuvent être présents chez la forme apoplectique [93, 92, 82]. La forme lente se caractérise par des colorations foliaires spécifiques: tâches internervaires jaunâtres et les nervures restant vertes. Ces tâches évoluent progressivement vers un brunissement et un dessèchement. Les symptômes foliaires de la forme lente peuvent être visibles une année et disparaître l'année suivante [94]. La forme apoplectique est caractérisée par un dessèchement rapide des organes aériens, rameaux, feuilles et fruits d'une partie ou de la totalité de la plante. Ce symptôme se manifeste généralement lorsque les étés sont chauds,

entraînant la mort des plantes en quelques jours seulement sans symptômes annonciateurs [94].

Dans le bois, le développement de champignons associés à l'Esca conduit à la formation de deux types de nécroses:

- Une nécrose centrale de couleur claire, entourée d'une zone brune et dure, causée, par *Phaeoacremonium aleophilum* et *Phaeomoniella chlamydospora*.
- Une nécrose sectorielle claire et tendre à partir de laquelle sont isolés *Eutypa lata* et *Fomitiporia mediterranea*. Ce dernier est responsable de la formation d'amadou ou pourriture blanche, caractérisée par du bois clair, dégradé et mou présent généralement au centre des nécroses (Figure 1.8) [92].



**Figure 1.8** : Nécrose claire et tendre en position centrale au niveau du bois [92].

### 1.4.3. Black Dead Arm

#### 1.4.3.1. Historique

Le terme BDA. (Black Dead-Arm) a été introduit par LEHOCZKY *et al.* (1974) pour désigner la maladie dans le vignoble de Tokaj en Hongrie [80]. Cette terminologie fut à l'époque proposée afin de discerner l'excoriose (Dead Arm Disease) causée par *Phomopsis viticola*, de la maladie de dépérissement causée par *Botryosphaeria spp.* Ensuite l'expression a été reprise en Italie [95,96]. La maladie a été identifiée en France en 1999 dans le vignoble du Médoc [97], son émergence est probablement liée au

respect de l'interdiction de l'arsénite de sodium prononcée par l'union européen en 2001 [75]. Les espèces de la famille des *Botryosphaeriaceae*, dont font partie les espèces du genre *Botryosphaeria*, sont capables de coloniser une gamme relativement large de végétaux ligneux, chez lesquels ils peuvent se comporter de manière endophytique, saprophytique, ou bien pathogénique [98, 99, 100]. Des études de phylogénie moléculaire relativement récentes ont néanmoins permis d'éclaircir certaines questions et différencier plus finement certaines espèces [101,102, 98, 103].

#### 1.4.3.2. Taxonomie des espèces de *Botryosphaeria* [98]

Règne : *Mycètes*

Division : *Ascomycota*

Classe : *Dothideomycetes*

Ordre : *Botryosphaeriales*

Famille : *Botryosphaeriaceae*

Genre : *Botryosphaeria*

#### 1.4.3.3. Symptomatologie

##### 1.4.3.3.1. Symptômes sur feuille

Les premiers symptômes apparaissent à la sortie des feuilles au stade de fruit visibles, notamment après les premières chaleurs [104,105]. Ils peuvent être très variés comme une forte mortalité des jeunes pousses, une nécrose des bourgeons, une chlorose ou nécrose foliaire (Figure 1.9), des taches foliaires, un dessèchement des inflorescences ou des pourritures sur fruits [106]. Une réduction de la vigueur, de la croissance des jeunes pousses, une défoliation de l'arbre (Figure 1.10). Cette maladie ne présentant pas de symptômes foliaires spécifiques [106].



**Figure 1.9:** Nécrose foliaire [106]



**Figure 1.10:** Défoliation de la plante [106].

#### 1.4.3.3.2. Symptômes sur bois

Sous l'écorce, des stries brunes apparaissent dans un premier temps suivi par des bandes longitudinales ou sectorielles (Figure 1.11.A), ensuite des nécroses qui progressent de la périphérie vers le centre (figure 1.11.B) et enfin des chancres au stade plus avancé. Le xylème est principalement affecté mais le phloème peut également être touché. Ces nécroses apparaissent à proximité d'anciennes nécroses souvent dues à des plaies de taille, d'épamprage, de greffage ou des craquelures ou suite à des lésions provoquées par d'autres pathogènes [107]. La progression des nécroses et l'obstruction des vaisseaux conducteurs par la plante elle-même pour freiner la propagation de la maladie finit par entraîner le dépérissement de la plante puis sa mort [80].



**Figure 1.11:** (A) Nécrose sectorielle, (B) progression de nécrose vers le centre de bois d'olivier [106].

#### 1.4.3.4. Biologie et stade de développement de *Botryosphaeria* sp.

21 espèces de la famille des *Botryosphaeria* seraient responsables des symptômes sur vigne. Elles ont parfois été isolées dans le même vignoble. On distingue huit espèces appartenant aux *Néofusicoccum* (*N. parvum*, *N. luteum*, *N. australe*, *N. ribis*, *N. vitifusiforme*, *N. viticlavatum*, *N. macroclavatum* et *N. mediterraneum*), quatre espèces de la famille des *Diplodia* (*D. mutila*, *D. seriata*, *D. porosa* et *D. corticola*) quatre espèces de la famille des *Dothiorella* (*Do. Iberica*, *Do. americana*, *Do. Sarmentorum* et *Do. Viticola*), quatre espèces de la famille des *Lasiodiplodia* (*L. theobromea*, *L. crassipora*, *L. missouriana* et *L. viticola*) et l'espèce *Fusicoccum aesculi* [106].

*Botryosphaeria* sp. se développent ou vivent dans la partie épigée de la plante et plus particulièrement au niveau des feuilles et du tronc. Certaines des espèces de *Botryosphaeriaceae* ont un rôle d'endophytes couramment présentes sur bois sains, ou ont un pouvoir pathogène latent qui s'exprime généralement suite à un stress biotique et/ou abiotique subi par la plante, notamment un stress hydrique. La contamination peut se faire précocement en pépinière à partir des plants mères ou lors du greffage [107]. Tandis que certaines espèces opportunistes se développent à la moindre lésion sur bois comme les plaies de taille hivernale ou suite à l'infection par d'autres pathogènes [108]. Trois à quatre jours après l'apparition d'une lésion sur bois, un cortège de pathogènes endophytes opportunistes s'installent: *Phaeomoniella chlamydospora* et *Phaeoacremonium aleophilum* souvent associés à l'esca, *Phomopsis* sp fréquents dans toutes les lésions ainsi que *Botryosphaeria* sp. Puis, ces dernières deviennent majoritaires quelques mois après lorsque les nécroses deviennent brunes [109]. Les *Botryosphaeria* sp. qui colonisent le bois produisent des composés phytotoxiques lipophiles ou exopolysaccharides (à partir de glucose, mannose, galactose) qui lui permettent de dégrader les parois cellulaires des vaisseaux conducteurs [110].

La virulence s'exprime donc différemment en fonction des espèces pathogènes et des régions. Par contre, aucune étude à ce jour n'a mis en évidence des variétés résistantes aux *Botryosphaeria* sp. [111].

#### 1.4.3.5. Plantes hôtes et répartition

Les *Botryosphaeriaceae* ne sont pas inféodés à la vigne et affectent un grand nombre d'autres plantes ligneuses [112]. De fait, de nombreuses sources d'inoculum peuvent se situer dans l'environnement des vignes. De plus, une espèce de *Botryosphaeriaceae* n'a pas la même virulence et ne provoque pas les mêmes symptômes d'une région à l'autre. Par exemple, en Californie, des symptômes comme une chlorose des feuilles, un raccourcissement des entre-nœuds et une décomposition du sarment sont observés alors que ces symptômes ne s'expriment pas dans le vignoble Européen [94,20].

Il est a signalé que l'eutypiose et l'esca sont présentes sur tous les vignobles et les vergers du monde, par contre la maladie de dépérissement due aux *Botryosphaeriaceae* se rencontre surtout dans les pays au climat chaud comme l'Australie [113], l'Iran [114], l'Afrique du sud [99], l'Egypte, l'Israël, le Brésil [115], l'Argentine, le Chili [116], la Californie [75,], la Nouvelle Zélande [108] et plus récemment le Sud de l'Europe [110]. Avec le réchauffement observé cette dernière décennie, on constate une progression de cette maladie dans le monde [20].

#### 1.4.3.6. Cycle biologique

Le cycle biologique des *Botryosphaeria* sur olivier est peu connu. Ils se conservent sous forme de pycnides qui sont localisées soit sur (tronc, bras, plaies de taille), soit sur les bois de taille laissés au sol [117], Ils se disséminent plus particulièrement pendant la période végétative [118], Ils peuvent également se propager par les bois de porte-greffes ou de greffons en pépinières [119].

Lors des périodes humides durant la période végétative, les pycnides libèrent des pycniospores ou conidies, parfois mélanisées selon les

espèces. Projetées par les éclaboussures d'eau jusqu'à deux mètres de distance [120], ces spores pénètrent dans la plante préférentiellement par les plaies de taille qui peuvent mettre plusieurs mois à cicatriser. L'optimum de germination des conidies se situe entre 25 et 30°C selon les espèces bien que la germination puisse avoir lieu entre 10 et 40°C. Un tube germinatif se forme suivi par un mycélium. Le mycélium d'abord blanc devient gris-brun puis noir avec le temps au fur et à mesure de sa mélanisation [121].

L'optimum de croissance du mycélium s'effectue entre 22 et 30°C [75,113]. La grande amplitude de température favorable au développement de *Botryosphaeria* sp. explique sa large répartition géographique dans le monde [20].

### 1.5. Facteurs favorisant le dépérissement

L'expression des symptômes foliaires des maladies du bois exprime une grande variabilité d'une année à l'autre, que ce soit dans le cas de l'esca et du BDA [122] ou de l'eutypiose [123]. L'hypothèse proposée implique plusieurs facteurs liés à l'environnement, au matériel végétal et aux pratiques culturales [123].

#### 1.5.1. Sol et climat

Les sols pauvres portant des pieds peu vigoureux entraînent la mort plus rapide des pieds atteints par le champignon. Les sols chlorosant exacerbent la gravité des symptômes, de même que les sols hydromorphe dont la nappe phréatique remonte ou printemps [75].

La manifestation des symptômes foliaires est fluctuante d'une année sur l'autre. Les étés doux et pluvieux sont plus favorables à l'expression des symptômes de la forme lente alors que des étés plutôt chauds sont plus favorables à l'apoplexie [122]. Les hivers doux et pluvieux favorisent la production de spores et leurs disséminations [75].

La manifestation de l'apoplexie est observée selon certaines conditions climatiques, notamment lors de périodes de sécheresse ou de vent fort. Elle est due au fait que l'évapotranspiration trop importante durant ces périodes

n'est plus compensée par un afflux en eau suffisant car il ne reste qu'une faible quantité de bois fonctionnel [20].

### 1.5.2. Mode de conduite

Le mode de conduite joue un rôle important dans l'extension des maladies en relation avec le nombre, l'époque de taille et la dimension des plaies de taille [124]. L'installation des champignons du bois qui sont des parasites de blessures est favorisée par les systèmes de taille qui provoquent de nombreuses et importantes plaies [125]. Toutes les pratiques qui augmentent le nombre et le diamètre des plaies de taille augmentent les risques de contamination par l'eutypiose, l'esca et le BDA. L'époque de la taille est fondamentale, les tailles tardives empêchent l'installation de ces parasites dans le bois [126,127]. L'attaque des champignons peut se faire dès la taille de formation. L'effet de l'âge est déterminant sur le taux de symptômes observé, il apparaît que l'âge est corrélé avec l'intensité de la manifestation des symptômes [128,129].

### 1.5.3. Réceptivité des plantes

Les agents fongiques responsables des maladies du bois cités précédemment; pénètrent essentiellement par les blessures des bras du tronc des souches au cours de la taille pratiquée, mais aussi par celles provoquées suite à la chute des feuilles, par les gelées, par le vent et par les nécroses bactériennes. Les nombreuses plaies offrent à ces agents lignicoles des sites de pénétration. La réceptivité de celle-ci diminue avec le vieillissement des plaies, elles deviendront moins sensibles avec le temps suite à la colonisation des antagonistes [90,89].

- Les instruments utilisés pour la taille de la plante: mal nettoyés, ils ont été soupçonnés de contaminer la plante au niveau des plaies de taille.
- Les bois de taille laissés sur le terrain: s'ils sont contaminés, ils peuvent faciliter la dissémination des pathogènes.
- La qualité des plants et de la plantation: ils déterminent la santé de la future plante.

- Certains porte-greffes: déjà contaminés au niveau de la pépinière, ils transmettent la maladie à la partie greffée.
- Les techniques de greffe et de taille: si elles ne favorisent pas la mise en place de flux de sève vigoureux, elles limitent la capacité de résistance de la plante à ces microorganismes.
- Les traitements chimiques (herbicides, insecticides et fongicides): parfois indispensables à court terme, ils détruisent en partie la microbiologie du sol et du sous-sol et réduisent la diversité des composants nutritifs de la plante (quand ils ne polluent pas ses fruits).
- Les pollutions de l'air et des eaux de pluie, qui intoxiquent la plante par ses feuilles et par ses racines, quand elles ne modifient pas l'équilibre microbologique du sous-sol [130].

#### 1.6. Interaction plante – pathogène

Au-delà de l'identification et de la connaissance des différents bio agresseurs impliqués, on sait que les maladies de dépérissement font intervenir l'aptitude de la plante à répondre à l'agression [131]. A propos de l'esca, MAGNIN-ROBERT *et al.*, (2010) expliquent que la proposition de nouveaux moyens de lutte ne pourra se faire que suite à une compréhension plus fine des mécanismes mis en œuvre, passant notamment par une reproduction des symptômes foliaires et une caractérisation de son impact sur la physiologie de la plante [132].

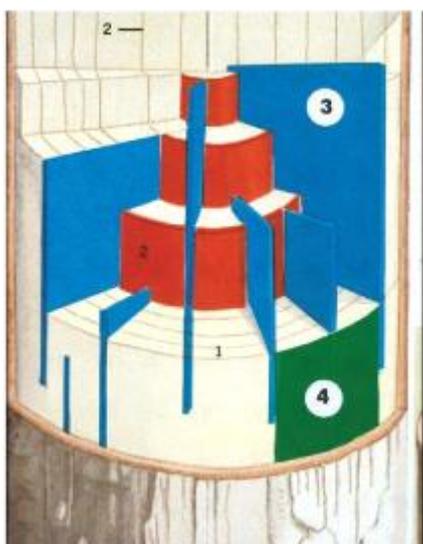
##### 1.6.1. Adaptation physiologique de la plante face à l'agression

En réponse à une agression par des pathogènes (ou suite à une blessure), la plante met généralement en place un mécanisme de défense complexe afin de limiter leur progression. Celui-ci consiste en une série de modifications anatomiques se traduisant par la formation de compartiments étanches qui isolent la zone atteinte. Dans leur modèle CODIT (Compartmentalization Of Decay In Trees), ces auteurs décrivent quatre types de barrières (ou « murs ») dont les trois premières servent à

restreindre la progression des microorganismes dans le bois présent au moment de la blessure (figure 1.12) [133].

- la première barrière sécrète de substances gommeuses dans les vaisseaux du xylème en limitant la propagation verticale des microorganismes.
- La seconde barrière limite l'expansion parallèle aux rayons des microorganismes (expansion radiale).
- La troisième barrière limite la progression des microorganismes perpendiculaire aux rayons (expansion tangentielle).
- La quatrième barrière isole le bois attaqué de celui qui sera formé par la suite et empêche la progression des champignons.

La formation de ces barrières demande beaucoup d'énergie à la plante. La multiplication des zones lésées entrave fortement le flux de sève et peut entraîner un affaiblissement généralisé de la plante, qui devient alors incapable de se défendre efficacement contre les champignons pathogènes [134].



**Figure 1.12:** Types de barrières de compartimentation du modèle CODIT décrits par SHIGO et MARX en (1977), (1: développement de thylles et sécrétion de substances gommeuses dans les vaisseaux du xylème ; 2 : caractères morphologiques des dernières cellules en fin de chaque anneau de croissance ; 3 : réactions de défense de la

plante impliquant les rayons parenchymateux ; 4 : formation d'une zone de barrage par le cambium) [134].

## 1.7. Moyens de lutte

Depuis l'interdiction en 2001 de l'arsénite de sodium du fait de sa haute toxicité, puis de l'Escudo en 2007, les maladies du bois prennent de plus en plus d'ampleur, et deviennent un enjeu économique majeur pour les agriculteurs ne disposant plus de produits de substitution autorisés [135].

### 1.7.1. Mesures préventives

La lutte contre les maladies du bois est essentiellement préventive à l'heure actuelle. Les mesures prophylactiques ont pour objectif de réduire la quantité d'inoculum dans les vignobles et de diminuer les risques de contamination à la pépinière. Malgré considérées comme nécessaires, il est impossible d'affirmer que ces mesures soient suffisantes comme moyen de lutte efficace contre les agents causals des maladies du bois [136]. La lutte contre les maladies du bois consiste tout d'abord en des mesures prophylactiques afin de limiter l'extension de la maladie à partir de sujets infectés: limiter les apports nutritifs pour contrôler la vigueur, éliminer les bois morts qui sont sources d'inoculum, éviter les tailles sévères qui augmentent la surface des plaies et le risque de contamination et pratiquer une taille tardive afin de réduire la contamination. Les solutions actuelles sont limitées et consistent à protéger la plaie de taille et pratiquer un sur greffage est également efficace en éliminant la partie malade [20].

La flore fongique associée aux maladies du bois se propage surtout par le matériel végétal [119]. Parmi les traitements effectués sur le matériel de propagation, le traitement à l'eau chaude réduit l'incidence de *P. chlamydospora* et de *B. obtusa* lorsqu'il est effectué à une température de 50°C pendant 45min [137], mais il ne présente pas d'efficacité à l'égard de *P. aleophilum* et de *N. parvum* [138].

FOURIE, HALLEEN, (2006) montrent également que des bains de benomyl, de captane ou de didecylméthylammonium chloride, réduisent sa présence dans les tissus ligneux au niveau de la soudure et à la base du

plant. L'utilisation d'autres substances actives comme l'hypochlorite de sodium, l'oxyquinoléine, des *Trichoderma* ne montre pas d'efficacité vis-à-vis des champignons associés aux maladies du bois [137]. Des traitements sont également effectués sur les plants à la sortie de la pépinière. Le traitement à l'eau chaude effectué à une température de 50°C pendant 45 min montre une bonne efficacité vis-à-vis de *P. Chlamydospora* et de *B.obtusa*, mais il ne présente pas d'efficacité à l'égard de *P. aleophilum* et de *N.parvum* [138].

### 1.7.2. Lutte chimique

La recherche de nouveaux produits permettant de lutter efficacement contre les maladies de bois est devenue une nécessité. En effet, les seuls produits disponibles sur le marché sont préventifs. Ils permettent la protection des plaies de taille pour empêcher la germination et la pénétration des spores. Ce sont des mastics classiques, ou des mélanges de fongicides de contact notamment le benomyl, le flusilazole et le carbendazime [139,140, 141]. Cependant l'application pied par pied de ces produits rend leur utilisation fastidieuse, et très onéreuse.

Des recherches sont actuellement menées pour mettre au point des fongicides systémiques phloémiens, qui pourraient être véhiculés dans la sève élaborée après pulvérisation foliaire [142].

### 1.7.3. Lutte biologique

Des méthodes d'évaluation plus rapides, tout au moins concernant les méthodes préventives (protection des voies de pénétration du champignon dans la plante) ont été mises au point dans différents pays, plus particulièrement pour *Eutypa lata*. Ces méthodes consistent à inoculer les plaies protégées par les produits à tester par des spores du champignon. L'évaluation de l'efficacité du produit est réalisée par des analyses microbiologiques via les méthodes classiques ou moléculaires [143]. Ces méthodes ont ensuite été reprises pour les autres champignons pénétrant par les plaies de taille: *P. chlamydospora*, *Botryosphaeriaceae* [144].

Les recherches portent de plus en plus sur l'effet de micro-organismes utilisés en lutte biologique, notamment les *Trichoderma*. Ces champignons

présentent une activité antagoniste et d'hyper parasitisme à l'égard d'un grand nombre de microorganismes, plus particulièrement ceux du sol et sont utilisés en lutte biologique à l'égard de diverses maladies sur différentes cultures [145].

Chez la vigne, HUNT et *al.*, (2001) montrent que l'application de *Trichoderma* sur les plaies de taille réduit fortement (85%) la colonisation du bois par *E. lata*. [146]. DIMARCO, (2003) montrent que l'application d'une souche de *T. harzianum* sur les plaies de taille empêche le développement de *P. chlamydospora* [147].

Des bactéries antagonistes d'*E. lata* (*Bacillus subtilis* et *Erwinia herbicola*) ont été mises en évidence. *Bacillus subtilis* est actif *in vitro* [148]. Sur des disques de bois [149], et en vaporisation sur les plaies de taille au vignoble. La bactérie produit des substances qui inhibent la croissance du mycélium et la germination des ascospores d'*E. lata* [148].

## CHAPITRE 2

### MATERIELS ET METHODE

#### 2.1. Étude du dépérissement

Dans notre enquête sur le dépérissement de l'olivier dans deux régions Chlef et Blida, nous nous sommes basées sur la recherche et la détection des symptômes typiques de la maladie de BDA causée par la famille des *Botryosphaeriaceae*. Dans les deux oliveraies prospectées, nous avons recueilli des informations pouvant afférer avec les états des dépérissements à propos de l'âge des plantes, les modes de conduites et les conditions pédoclimatiques.

##### 2.1.1. Présentation des régions d'études



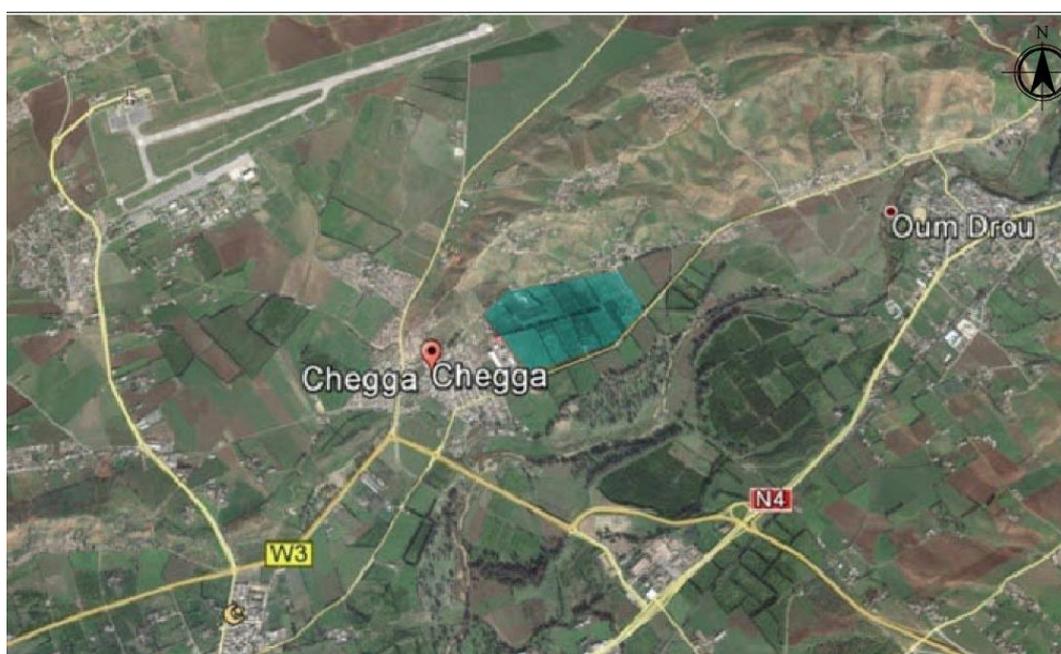
Figure 2.1 : Localisation géographique des deux régions oléicoles prospectées [150].

### 2.1.1.1. La région de Chlef

Elle est située au Nord-Ouest de l'Algérie à 200 km à l'Ouest d'Alger, au cœur de la vallée du Chélif où elle occupe une place stratégique par sa situation géographique. Au Sud, les piémonts qui constituent les premiers contreforts de l'Ouarsenis, la séparent de la wilaya de Tissemsilt. A l'Est, elle juxtapose la wilaya de Tipaza au Nord et la wilaya d'Ain Defla au Sud. A l'Ouest, elle est limitée par le territoire de la wilaya de Mostaganem au Nord et par celui de la wilaya de Relizane au Sud [151].

La région de Chlef se caractérise par une assez grande homogénéité topographique à aptitude culturelle importante: les sols sont formés par des alluvions récentes profondes, calcaires à prédominance argileuse [152].

Notre étude a été réalisée au niveau de la commune Chegga située à une dizaine de km à la périphérie Ouest de chef-lieu de la wilaya de Chlef [152].



**Figure 2.2 :** Localisation géographique du verger oléicole de Chegga wilaya de Chlef [150].

### 2.1.2.1. La région de Blida

La wilaya de Blida se situe dans la partie Nord du pays dans la zone géographique du Tell central. Elle est limitée au Nord par les wilayas d'Alger et Tipaza, à l'Ouest par la wilaya d'Ain Defla, au Sud par la wilaya de Médéa à l'Est par les wilayas de Bouira et de Boumerdés.

La pluviométrie est généralement plus importante dans l'Atlas que dans la plaine. Les précipitations atteignent leur apogée en décembre, janvier et février, mois qui donnent environ 30 à 40 % des précipitations annuelles. Notre étude a été réalisée au niveau de la commune soumaa (Halouya) [153].

Le relief de la wilaya se compose principalement d'une importante plaine la Mitidja, un ensemble de terres très fertiles et à faibles pentes. Les pentes sont faibles, parfois nulles. Elle offre les meilleurs sols de la wilaya. Les sols limoneux mêlés de cailloux sur le piémont de la Mitidja, des sols limoneux rouges, profonds, faciles à travailler : région de Mouzaia, et des sols sablo argileux de la basse plaine, plus lourds. La diversité des sols présente des aptitudes variées en matière de cultures [153].



**Figure 2.3:** Localisation géographique du verger oléicole de Hallouiya wilaya de Blida [150].

### 2.1.2. Caractérisation des vergers oléicoles

**Tableau 2.1 :** Données sur les vergers oléicoles étudiées [154,155].

Wilaya	Chlef	Blida
Variété	Sigoise	Chemlal
Superficies (ha)	15	5
Nombres d'arbres	1500	200
Densité de plantation	6mx 6m	6mx 6m
Age (an)	10	40
Traitement	Non	Non
Porte-greffe	oléastre	Oléastre

### 2.1.3. Enquête sur l'état de dépérissement

#### 2.1.3.1. Echelle d'évaluation

D'après la méthode élaborée par TABBACHI et *al.*, (2000), L'échelle de l'évaluation des symptômes du dépérissement qui se base sur le comptage des arbres présentant des anomalies (végétation chétive, irrégulière, décolorations de feuillage, mortalité partielle ou totale des bras et mortalité ou absence d'arbre [127]. Une échelle d'évaluation a été adoptée, qui se compose de cinq indices, allant de l'indice 0 pour les arbres sans symptômes à l'indice 4 pour les arbres mortes.

**Tableau 2.2:** Echelle d'évaluation des symptômes [127].

Indice	Etat de la plantes (symptômes)
0	Plantes saine (aucuns symptômes).
1	Symptômes limités à une partie du l'arbre, nécrose foliaires . Dépérissement des extrémités des rameaux ; Jaunissement léger généralisé
2	Dépérissement unilatérale (Partiel)
3	Symptômes généralisés sur l'ensemble de la plantes (Dépérissement total de l'arbre)
4	Plantes mort, coupé, arraché ou remplacé.

### 2.1.3.2. Paramètres du dépérissement

Pour l'évaluation des effets des dépérissements engendrés par les plantes nous avons utilisé trois paramètres de calculs: Taux d'infection de la maladie, indice de gravité et indice de McKinney (Incidence de la maladie) [154,155, 156,157].

#### 2.1.3.2.1. Taux d'infection

Ce taux d'infection est exprimé par le pourcentage (%) des arbres présentant un dépérissement par rapport au nombre total des arbres examinés (N). Les arbres malades sont classés selon l'échelle d'évaluations (1, 2, 3, et 4). Ce taux est calculé par la formule suivante:

$$D(\%) = \frac{\sum ni}{N} \times 100$$

- $n_i$  : nombre des arbres recevant la note  $i$  ( $i = 1$  à  $4$ )
- $N$  : nombre total des arbres au niveau des oliveraies examinés (200)

#### 2.1.3.2.2. Gravité de la maladie

Pour estimer la valeur moyenne de la classe du dépérissement, la formule suivante a été utilisée:

$$G = \frac{\sum (ni \cdot i)}{n}$$

- $G$  : gravité de la maladie
- $n_i$  : nombre d'arbres recevant la classe  $i$  ( $i = 1$  à  $4$ )
- $n$  : nombre des arbres affectés par le dépérissement

#### 2.1.3.2.3. Indice de M<sup>c</sup>Kinney

L'incidence du dépérissement est calculée par l'indice de M<sup>c</sup>Kinney qui permet d'évaluer l'altération globale du potentiel de la production d'un verger oléicole, il est calculé selon la formule suivante

$$I (\%) = \frac{\sum(n_i . i)}{N . v} \times 100$$

- IM<sup>c</sup> % : Indice de McKinney
- n<sub>i</sub> : nombre d'arbres recevant la note i (i = 1 à 4)
- N : nombre total des arbres du verger
- v : valeur la plus élevée de l'échelle d'évaluation

## 2.2. Étude étiologique

En l'absence de traitements curatifs des maladies du bois, la stratégie la plus efficace pour éviter leur propagation consiste à la détection précoce de plantes infectées. De nombreuses recherches sont axées sur la mise au point de méthodes de diagnostic.

### 2.2.1. Méthodologie d'échantillonnage

L'évaluation de dépérissement dans les vergers oléicoles prospectés s'est déroulée sous forme d'une enquête qui comporte des observations directes des symptômes sur le terrain durant la campagne 2013-2014, 2014-2015 complétées par un questionnaire soumis aux agriculteurs du verger prospectées. L'objectif du questionnaire est de cerner les facteurs qui peuvent avoir une influence sur le développement de cette maladie.

L'étude étiologique s'est basée sur la recherche d'éventuels agents fongiques susceptibles de provoquer des états de dépérissements. Pour cela un échantillonnage ciblé a été réalisé sur les arbres malades. Celui-ci consiste à limiter les arbres d'une façon aléatoire 10×20 après on va remplir une fiche selon le degré de la maladie.

#### 2.2.1.1. Prélèvement des échantillons de bois

Nos échantillons ont été obtenus à partir du tronc et bras des oliviers malades. Les prélèvements ont été effectués dans des conditions stériles, les outils utilisés (sécateurs, scies et autres) ont été désinfectés par l'hypochlorite de sodium. Ils ont été conservés dans des sacs en papier portant toutes les informations utiles (oliveraie, variété, date de prélèvement et le type de symptômes) pour une éventuelle analyse au laboratoire.

## 2.2.2. Diagnostic au laboratoire

### 2.2.2.1. Isolement et recherche des agents causaux

Les fragments de bois ont été prélevés après la réalisation des coupes transversales à partir de plants appartenant aux variétés Sigoise et Chemlal présentant des symptômes de nécrose foliaires, dépérissement partiel et le dépérissement total. De chaque plante 2 à 3 fragments de bois ont été découpés, cinq bûchettes ont été prélevées de ces derniers pour réaliser des isolements de la flore fongique associée aux dépérissements [158].

La méthode de diagnostic classiquement utilisée consiste à isoler les microorganismes des fragments de bois sur un milieu PDA (Potato Dextrose Agar) [158], (Annexe. B).

La technique d'isolement décrite par DUBOS, (1987) a été adoptée. Cette manipulation consiste à une désinfection superficielle des fragments pour éliminer le maximum de la microflore secondaire ou accessoire de la surface. Les fragments ont subi un passage dans une solution d'hypochlorite de sodium (6%) pendant 5 min. Ces échantillons ont été rincés à l'eau distillée stérile, séchés entre deux feuilles de papier filtre stérile et déposés dans des boîtes de Pétrie contenant le milieu PDA [126].

### 2.2.2.2. Observation et purification des cultures

Après 5 à 6 jours d'incubation à 25°C et à l'obscurité, seulement les colonies présentant des caractéristiques macromorphologiques ressemblant à ceux des agents causaux recherchés ont été sélectionnées. Ces dernières ont été transplantées dans de nouvelles boîtes de Pétri sur le milieu PDA.

## 2.2.3. Etude microbiologique

### 2.2.3.1. Caractérisation culturelle

Les cultures purifiées ont été laissées en incubation de 10 à 15 jours, pour obtenir une croissance optimale. Dès que le développement est apparent, des observations

quotidiennes sont effectuées pour détecter d'éventuels caractères cultureux spécifiques aux agents fongiques recherchés. Parmi les caractères recherchés, nous nous sommes basée sur : la couleur, l'aspect, la forme des colonies, leurs vitesse de croissance et d'éventuels pigmentations. Les clés de détermination utilisées sont celles décrites par PHILLIPS (2002) et FICHER (2002) [159,160].

#### 2.2.3.2. Caractères micro-morphologiques

Des observations microscopiques sous un grossissement (10×10 et 10×40) ont été effectuées sur des montages entre lame et lamelle obtenue à partir des cultures pures. Les principaux caractères mycéliens : aspect, forme , couleur, nature des hyphes et présence des fructifications asexuées ont été déterminé selon les données décrites par LARIGNON (1991) et MUNKVOLD(1994a) [161,162].

#### 2.2.3. Test de pathogénicité

##### 2.3.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé pour la vérification du pouvoir pathogène des agents fongiques isolés et identifiés, sont des plants de deux variétés locales Chemlal et Sigoise issues des arbres d'olivier indemne âgé de 3 ans, provenant d'une pépinière à Chebli.

##### 2.3.2. Matériel fongique

En raison de l'absence des fructifications dans les cultures fongiques obtenues durant leurs incubations, les disques ont été pris à partir des cultures mycéliennes cultivées séparément dans des boîtes Pétri contenant le milieu PDA.

##### 2.3.3. Inoculation

Un total de 40 plants pour les deux variétés a été inoculé avec un isolat de chaque espèce. En utilisant une pipette pasteur stérile pour prélever le disque de la marge d'une colonie âgée de 10 jours et le déposer sur les blessures effectuées au préalable avec un couteau stérile. Six plantules ont été utilisées comme témoin négatif pour les espèces utilisées. Pour cela les plants témoin ont été inoculés avec les prises d'agar non colonisé. Les sites d'inoculation ont été couverts par du coton imbibé d'eau stérile et enveloppé avec de parafilm (Figure2.4) [142]. Les plants ainsi

obtenus sont maintenus sous serre de virologie à une température de 22 à 25°C pendant 8 semaines afin de surveiller l'apparition et le développement des symptômes.



**Figure 2.4:** Différentes étapes de test de pathogénicité (Personnelle, 2015).

## CHAPITRE 3

### RESULTATS ET DISCUSSION

#### 3.1. Diagnostic symptomatologique

##### 3.1.1.État des oliveraies prospectées

Les observations générales effectuées dans les deux oliveraies prospectées Chegga et Hallouiya, ont montré une hétérogénéité notable dans la structure des parcelles et leur conduite. D'une manière générale, il a été noté :

- La présence des plantes adventices dans les oliveraies prospectées (Figure 3.1).



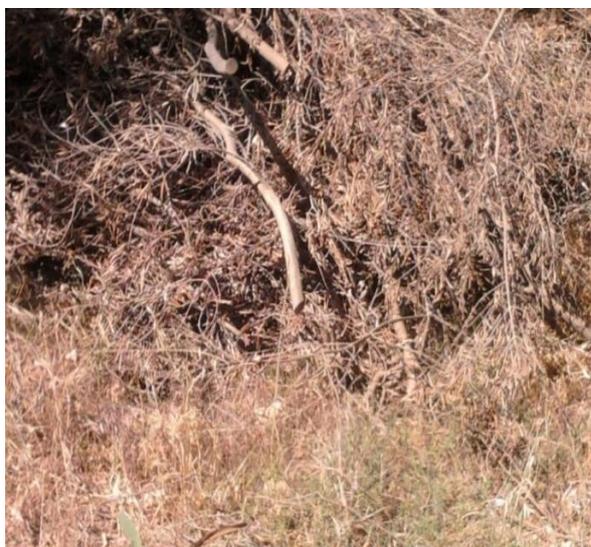
**Figure 3.1:** Présence des adventices autour des plantes l'oliveraie de Chegga (Personnelle, 2014).

- La présence de nombreuses et des grandes plaies de taille souvent non protégées suite aux pratiques des tailles anarchiques et sévères (Figure3.2).



**Figure3.2:** Présence de plaie de taille non protégées dans l'oliveraie de Hallouiya (Personnelle, 2014).

- Présence du bois de taille dans les parcelles prospectées (Figure 3.3).



**Figure 3.3:** Présence de bois de taille dans l'oliveraie de Chegga (Personnelle, 2014).

Différentes voies de contaminations sont possibles, et intervenant à diverses étapes de la vie de la plante, citons les adventices, les plaies de taille non protégés et le bois de aille déliissés dans les vergers oléicoles. HALLEEN et FOURIE (2005), ont conclu que l'époque de taille ainsi que la

dimension et le nombre des plaies de taille ont un impact direct sur l'évolution des maladies du dépérissement [138].

### 3.1.2. Symptomatologie

#### 3.1.2.1. Sur la partie aérienne

Le descriptif symptomatologique, effectué durant les périodes printanières (Avril) des campagnes oléicoles 2013-2014 et 2014-2015 a montré la présence des :

- Jaunissement des feuilles (Figure 3.4).



**Figure3.4:** Jaunissement des feuilles dans l'olivieraie de Chegga (Personnelle, 2014).

- Nécroses foliaires (Figure 3.5).



**Figure3.5:** Nécrose foliaire dans l'olivieraie de Chegga (Personnelle, 2014).

- Défoliation des sujets atteints (Figure 3.6).



**Figure 3.6:** Défoliation des plantes dans l'oliveraie de Chegga (Personnelle, 2014).

- Dépérissements typiques, telle que la présence de dépérissement touchant un bras sur le sujet atteint (dépérissement partielle) (Figure 3.7).



**Figure 3.7:** Dépérissement partielle dans l'oliveraie de Chegga (Personnelle, 2014).

- Mortalité totale de l'arbre: Dans les deux oliveraies prospectées, nous avons noté la présence des sujets dépéris totalement (Figure 3.8).



**Figure 3.8:** Dépérissement total dans l'oliveraie de Hallouiya (Personnelle, 2015).

#### 3.1.2.2. Sur le bois

Les coupes transversales sur le bois (troncs et bras) des arbres présentant des symptômes de dépérissement, ont montré la présence des chancre au niveau des sujets atteints (Figure 3.12) et plusieurs types de nécroses.



**Figure 3.12:** Présence des chancre dans l'oliveraie de Hallouiya (Personnelle, 2015).

Concernant les nécroses la différenciation s'effectue grâce à la couleur : blanche, grise ou brune, et également par la position : centrale, sectorielle ou une association des deux et enfin par la texture soit molle ou dure.

- Nécroses de type 1: Nécrose brune à consistance dure en position sectorielle, entourée de bois sain (Figure 3.9).



**Figure 3.9:** Nécrose brune et dure en position sectorielle dans l'oliveraie de Chegga (Personnelle, 2014).

- Nécrose de type 2: Nécrose claire et dure en position centrale, entourée de bois sain (Figure 3.10).



**Figure 3.10:** Nécrose claire en position centrale dans l'oliveraie de Hallouiya (Personnelle, 2015).

- Nécrose de type 3: Association des nécroses brunes et claires (Figure 3.11).



**Figure 3.11:** Association des nécroses dans l'olivieraie de Hallouiya (Personnelle, 2015).

Au cours de nos prospections, nous avons observé des symptômes sur les différentes parties de l'arbre, Il s'agit principalement de nécrose foliaires, jaunissement ; mortalité [163]. D'après FONTAINE et MATTII, Il n'y a pas de champignons dans les rameaux et dans les feuilles. En revanche il y a des toxines produites par les champignons. Ce seraient ces toxines qui provoquent ces nécroses [164,165].

D'après Larignon (2008), Lorsque les maladies du bois ne sont pas très évoluées, elle est seulement reliée à la présence de petites ponctuations noires. A un stade plus avancé, elle est associée soit à la présence d'une nécrose brune et dure en position sectorielle cas d'eutypiose, des nécroses claire et tendre en position centrale ou/et brune et dure en position centrale cas de l'esca. En ce qui concerne le BDA, cette maladie est caractérisée par la présence d'une bande brune située sous l'écorce, et des nécroses sectorielles de couleur grise avec la présence des ponctuations noires.

### 3.2. Evolution spatiale des différentes classes de dépérissement dans les oliveraies prospectées

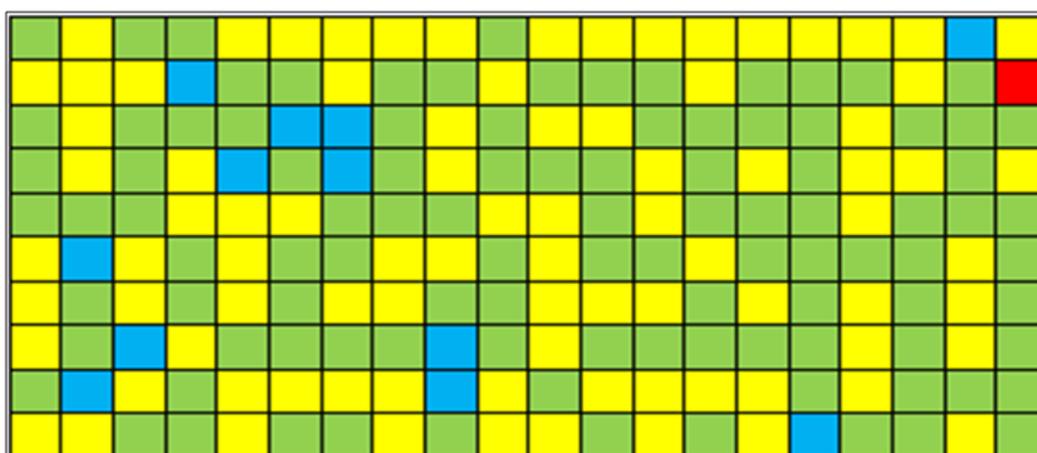
Notre étude a été initiée durant les campagnes oléicoles 2013-2014 et 2014-2015 dans le but de diagnostiquer le syndrome de dépérissement au

niveau de deux oliveraies : le premier à Halouya (Blida) et le deuxième à Chegga (Chlef).

Concernant la répartition des sujets dépéris, Nous avons constaté que la répartition des symptômes diffère d'une oliveraie à l'autre, selon l'âge et l'état physiologique de l'arbre, nous signalons que tous les symptômes décrits précédemment sont présents dans les deux oliveraies prospectés avec des différents degrés.

### 3.2.1. Oliveraie de « Chegga »

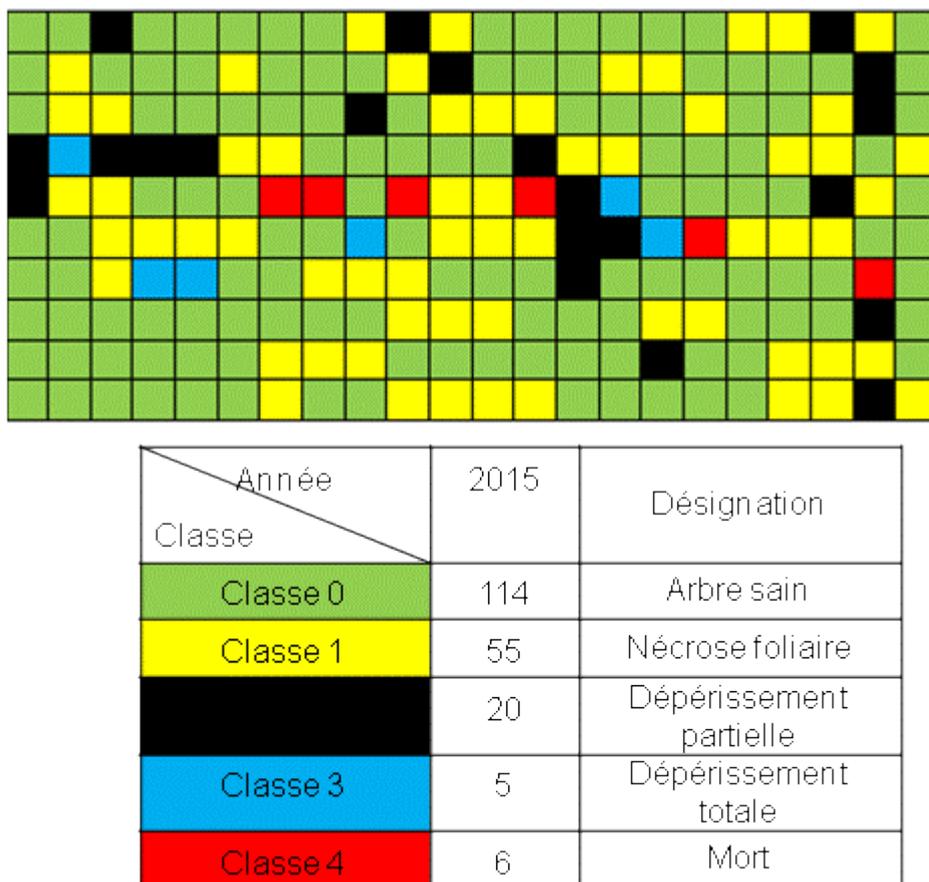
Les différents types de dépérissements sont généralisés un peu partout avec un nombre élevé de la classe 1. Nous remarquons que les arbres présentant le même type de symptôme se trouvent rapprochés les uns des autres (Figure 3.13).



Année Classe	2014	2015	Désignation
Classe 0	97	92	Arbre sain
Classe 1	86	86	Nécrose foliaire
Classe 2	3	3	Dépérissement partielle
Classe 3	13	19	Dépérissement totale
Classe 4	1	0	Mort

**Figure.3.13:** Répartition géographique de différentes classes symptomatologiques dans l'oliveraie de Chegga.

3.2.2. Oliveraie de « Hallouiya » Les symptômes sont répartis un peu partout avec un nombre élevé de la classe 1 suivi par la classe 2 (Figure 3.14).



**Figure.3.14:** Répartition géographique de différentes classes symptomatologiques dans l'oliveraie de Hallouiya en 2015.

### 3.3. Dépérissements au niveau des oliveraies prospectées

#### 3.3.1. Estimation des paramètres épidémiologiques

Dans les deux oliveraies prospectées, nous avons noté des taux variables de dépérissement selon les catégories des symptômes ciblés. Ces derniers sont classés par ordre d'importance et de gravité. Pour mieux comprendre l'évolution du dépérissement nous avons estimé l'incidence, le taux d'infection et l'indice de sévérité de la maladie sur les deux oliveraies.

Nous avons enregistré un taux d'infection qui varie entre 51.5% et 54%, un indice de gravité entre 1.32 et 1.37 et une incidence de 16.87% et 18.625% pour les deux campagnes oléicoles 2013-2014 et 2014-2015

pendant la période printanière (Avril) dans l'oliveraie de Chlef (Chegga) (Tableau 3.1).

Egalement pour l'oliveraie de Blida nous avons enregistré les résultats suivants : 43% pour le taux d'infection, 16.75% pour l'incidence avec une valeur de 1.67 pour la gravité en 2015 (Tableau 3.1).

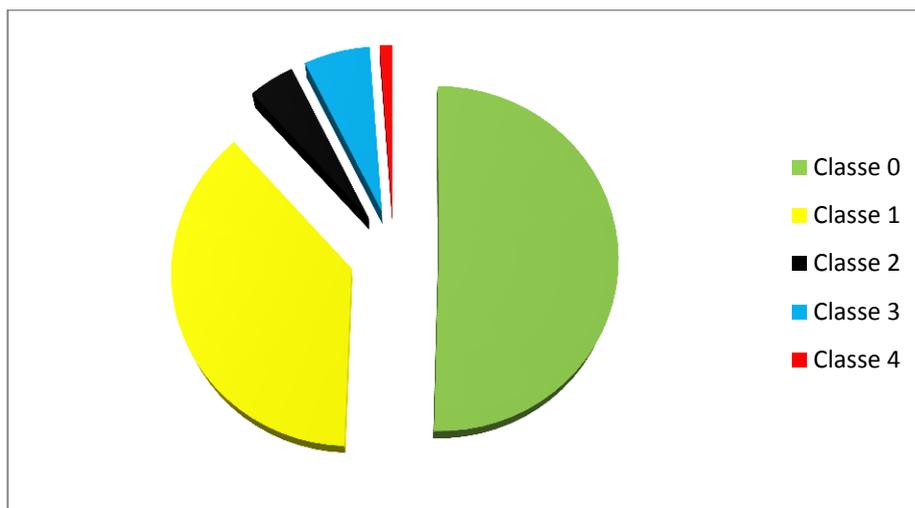
**Tableau3.1:** Taux d'infection dans les oliveraies prospectées

Oliveraies	Variétés	Campagne oléicole	Taux d'infection (%)	Gravité (classe moyenne)	Taux d'incidence (%)
Chegga	Sigoise	2013-2014	52.75	1.34	16.75
		2014-2015	54	1,37	18,62
Hallouiya	Chemlal	2014-2015	43	1.67	16.75

Estimation des paramètres épidémiologiques obtenus ont montré un état sanitaire grave et une diffusion rapide de la maladie dans l'oliveraie de Chegga, l'état de l'oliveraie de Hallouiya est aussi inquiétant.

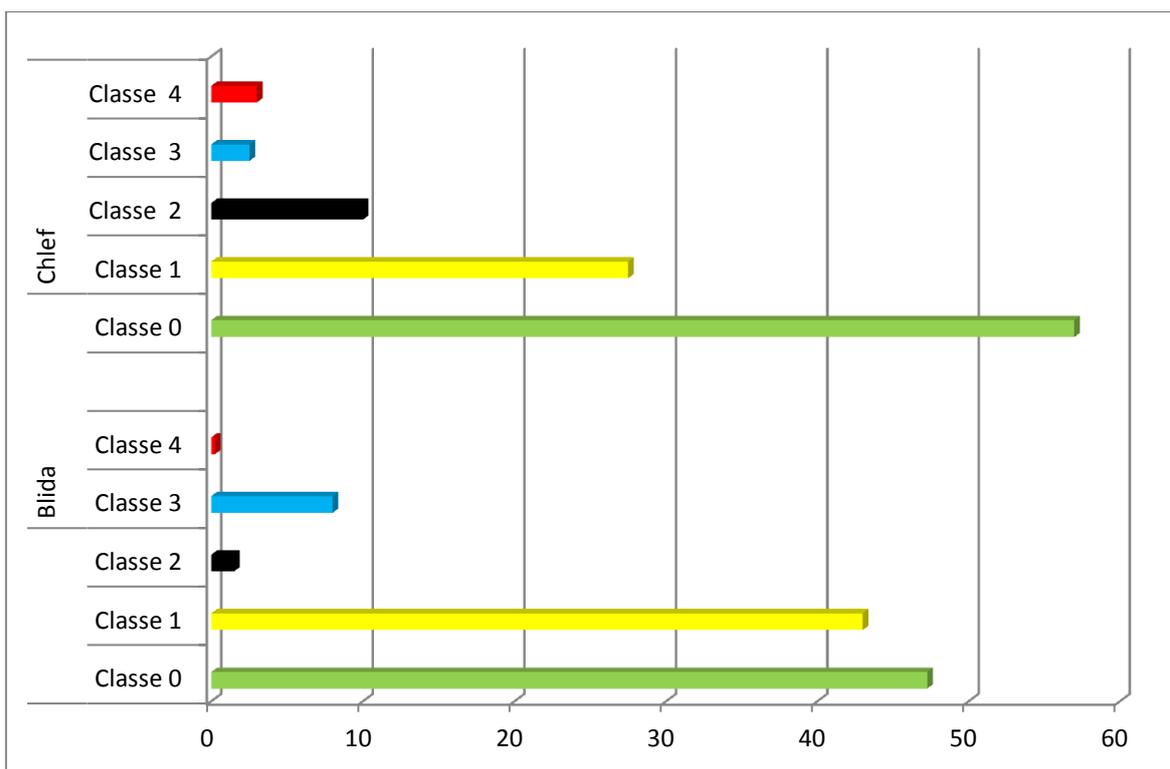
### 3.3.2. Evolution des classes de dépérissement dans les oliveraies prospectées

Notre diagnostic symptomatologique réalisé sur 400 arbres observés au niveau de deux oliveraies étudiées montre que 49.5 % des arbres sont atteints par le dépérissement dont 37.83 % pour le dépérissement de la classe « 1 », 4.33% de la classe « 2 », 6.16% de la classe « 3 » et 1.16% de la classe « 4 » et 50.5% appartient à la classe « 0 » (Figure 3.16).



**Figure 3.16:** Situation générale des oliveraies prospectées selon les différentes classes du dépérissement.

Globalement, l'évolution des différentes catégories du dépérissement est plus grave dans la wilaya de Blida par rapport à Chlef (Figure 3.17).



**Figure 3.17:** Situation détaillée sur l'état symptomatologique du dépérissement dans les deux oliveraies étudiées.

Le pourcentage moyen du dépérissement de la classe « 1 » a atteint 43% pour l'oliveraie de Blida, et 27.5% pour l'oliveraie de Chlef.

Pour le dépérissement de la classe « 2 », nous avons enregistré un taux moyens qui ne dépassent pas 1.5 à Blida et un taux de 10 à Chlef.

Concernant les taux obtenus dans le dépérissement classe « 3 », nous avons noté un taux moyen de 8 à Blida et un taux moyen de 2.5 à Chlef.

Pour le taux d'arrachage et mortalité affectés à la classe « 4 », nous avons relevé les taux les plus élevés à 3 Chlef et 0.25 pour Blida.

### 3.4. Caractérisation et identification des agents fongiques

#### 3.4.1. Caractères morphologiques et micro morphologiques

La comparaison de la flore fongique obtenues dans les isolements réalisés à partir des différents types de nécroses observées au niveau du bois(tronc et bras) des arbres extériorisant le syndrome de dépérissement, nous a permis de relever la présence de:

- *Eutypa* sp est surtout retrouvé dans les échantillons montrant une nécrose dure, de couleur brune à position centrale et sectorielle.
- Les espèces appartenant au genre *Botryosphaeria* ont été isolées avec une forte fréquence à partir du bois montrant une association de nécroses soit en position centrale ou sectorielle, de couleur claire ou foncée et de texture dure ou molle.

##### 3.4.1.1. *Botryosphaeria* spp

Les différents isolements ont permis de purifier des isolats présentant des caractères cultureux ressemblants à ceux des agents de dépérissement. La culture de ce champignon sur le milieu PDA, présente des colonies régulières d'un aspect cotonneux. Le mycélium de ce champignon est coloré d'un brun très foncé à noir. Il est cloisonné et ramifié. C'est un mycélium aérien avec la présence de cordons, il devient très dense avec le temps.



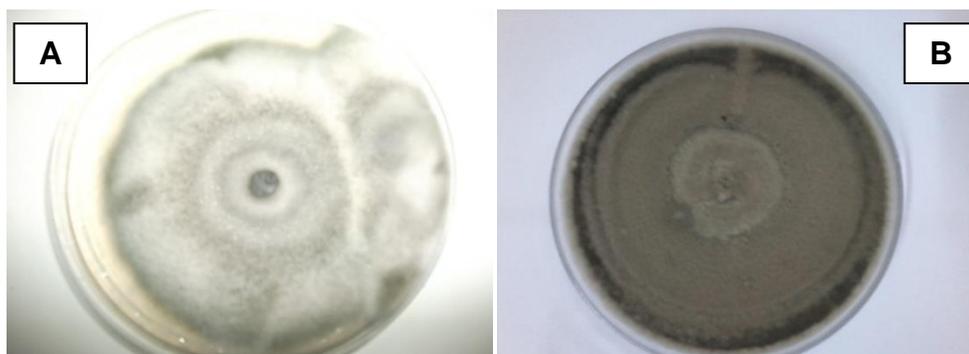
**Figure 3.18:** Colonie de *Botryosphaeria sp* sur milieu PDA âgée d'un mois (A), Mycélium de *Botryosphaeria sp* (G : 40x10) (B) (Personnelle, 2015).



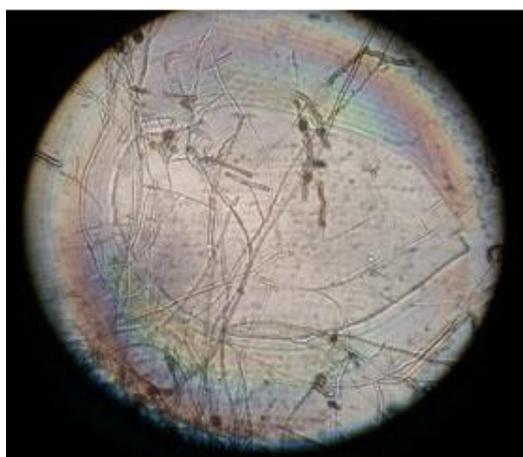
**Figure 3.20:** Colonie de *Botryosphaeria sp* sur milieu PDA âgée de 21jours (A), âgée d'un mois(B) (Personnelle, 2015).



**Figure 3.21:** Colonie de *Botryosphaeria sp.* sur milieu PDA âgé un mois (Personnelle, 2015)



**Figure 3.22:** Colonie de *Botryosphaeria sp* sur milieu PDA âgée de 21 jours (A), âgée d'un mois (B) (Personnelle, 2015).



**Figure 3.23:** Mycélium de *Botryosphaeria sp* (G : 40x10) (Personnelle, 2015).

#### 3.4.1.2. *Eutypa lata*

Sur milieu PDA, ce champignon présente des colonies régulières d'une couleur blanchâtre, d'un aspect cotonneux. Le mycélium est aérien, il devient très dense en vieillissant, Après un mois de culture, le mycélium change de couleur du blanc vers le jaune.

Dans ces conditions de culture sur le milieu PDA, nous n'avons pas pu observer le développement de fructifications.



**Figure 3.27:** Colonie d'*Eutypa* sp sur milieu PDA âgée d'un mois (Personnelle, 2015).



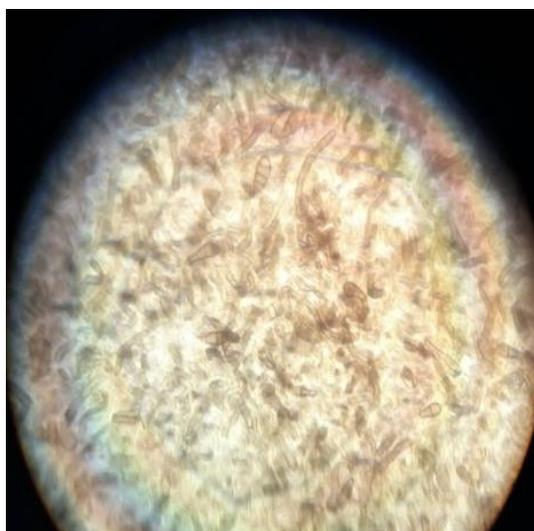
**Figure 3.28:** Mycélium d'*Eutypa* sp (G : 40x10) (Personnelle, 2015).

Nous avons constaté la présence des agents fongiques autre que les champignons recherchés ; parmi ces agents les genres les plus rencontrés : *Rhizopus*, *Penicillium*, et surtout le *Fusarium* ainsi la présence des champignons saprophytes.

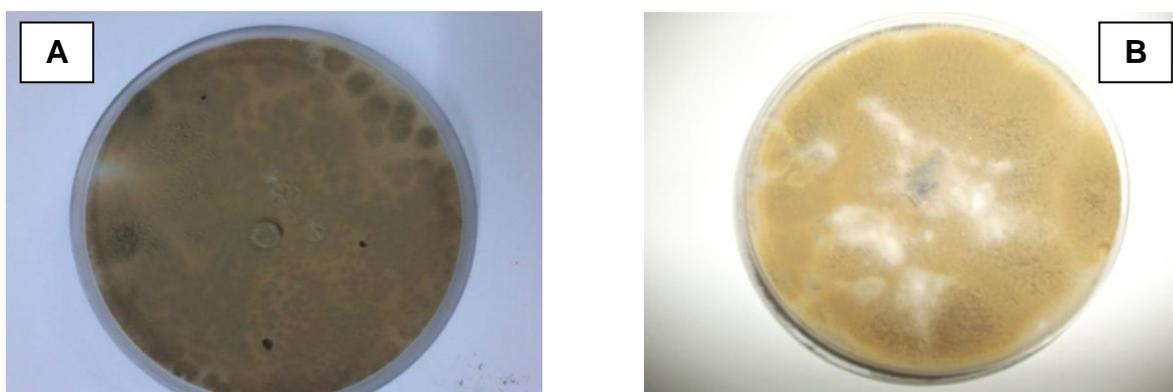
Cette microflore est considérée comme une flore d'accompagnement associée à l'isolement réalisé, en plus cette flore fongique a été souvent citée comme inhibitrice de croissance des pathogènes recherchés [166].



**Figure 3.24:** Colonie d'*Aspergillus sp* sur milieu PDA âgée d'un mois (Personnelle, 2015).



**Figure 3.25:** Mycélium d'*Aspergillus sp* (G : 40x10) (Personnelle, 2015)

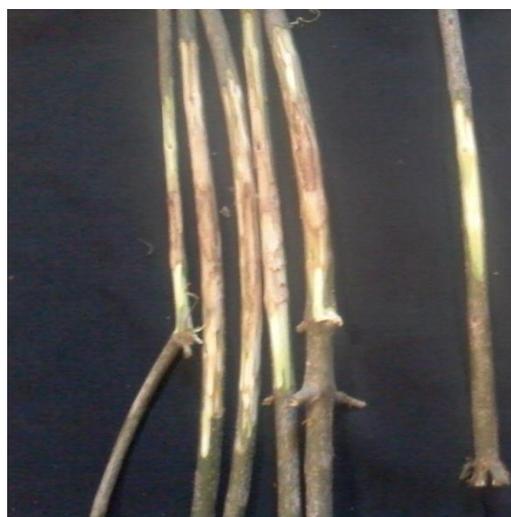
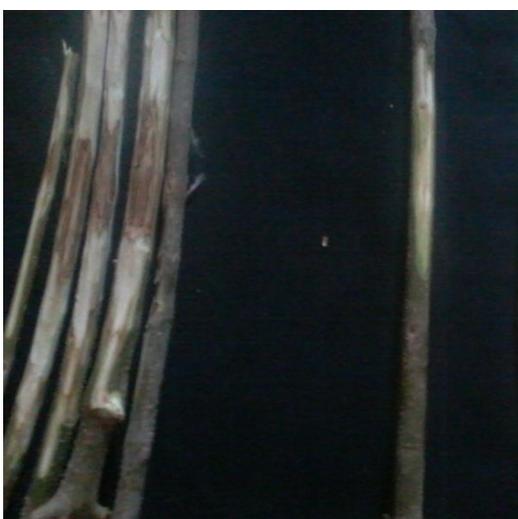


**Figure 3.26:** Colonie de *Paecilomyces variotii* sur milieu PDA âgée de 21 jours (A) âgée d'un mois (B) (Personnelle, 2015).

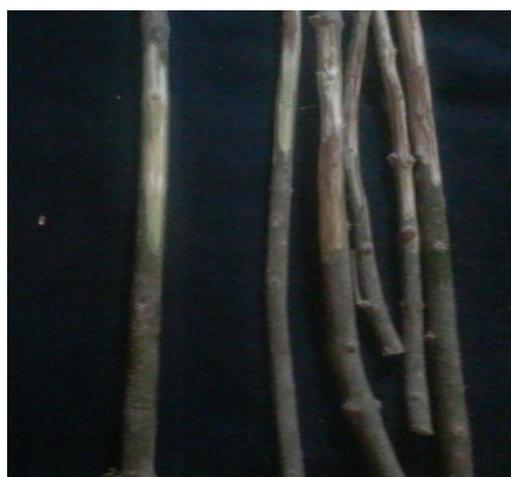
### 3.5. Test de pathogénicité

Le test de pathogénicité a été réalisé sur des plants d'oliviers âgés de 3ans, des variétés locales (Sigoise et chemal). Après douze semaines d'incubation, différents types de lésions se sont développées sur les tiges de quelques plants à partir du point d'inoculation.

Sur les 40 plants infectés, nous avons noté, 26 plants sans symptômes(6 plants sont des témoin) et 14 plants présentant des symptômes. 7 plants de la variété Chemlal (Figure 3.27) et 07de la variété Sigoise (Figure 3.28) ont présenté des symptômes moins important.

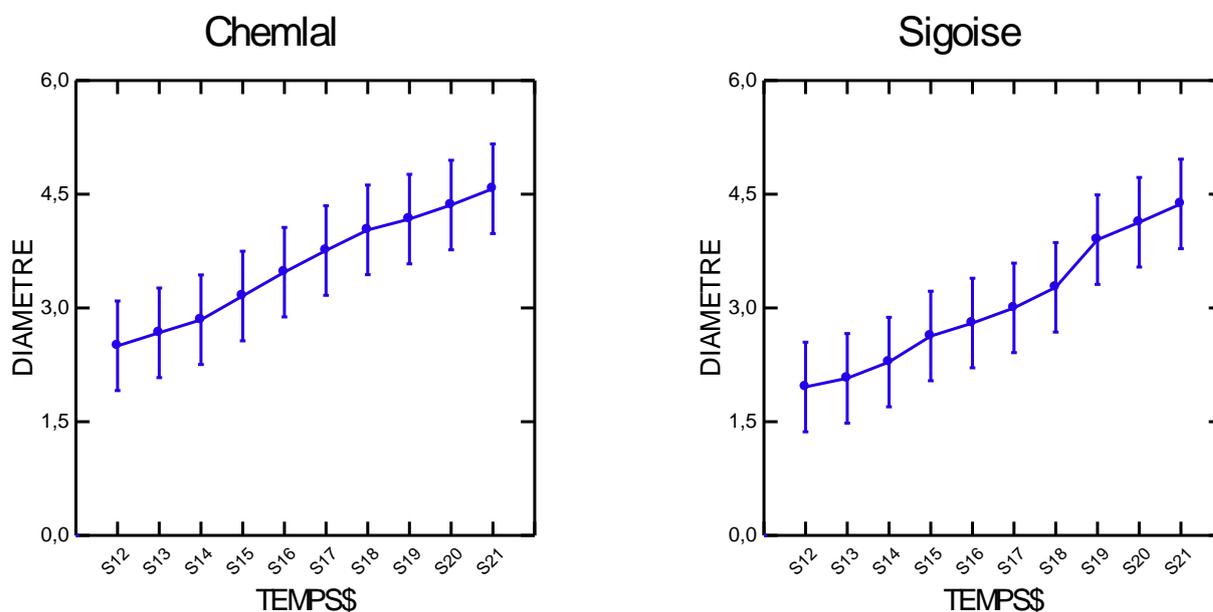


**Figure 3.27:** Evolution de nécrose chez la variété Chemlal (Personnelle, 2015).



**Figure 3.28:** Evolution de nécrose chez la variété Sigoise (Personnelle, 2015).

L'analyse de la variance à 2 facteurs montre qu'il y a une différence très hautement significatif ( $P=0,000$ ) entre le facteur temps le premier facteur et le diamètre des nécroses enregistré deuxième facteur avec les deux variétés étudiés (Annexe I).



**Figure 3.29:** Evolution de diamètre des nécroses en fonction de temps.

### 3.6. Discussion

La discussion de nos résultats se base essentiellement sur les conclusions préliminaires et partielles obtenues à partir de notre diagnostic symptomatologique pour les deux oliveraies prospectés, et sur les principaux isollements fongiques effectués au niveau de laboratoire.

Les maladies de dépérissements sont des phénomènes complexes pour lesquels il est nécessaire d'avoir une approche globale de la plante dans son environnement et d'étudier les différents facteurs biotiques et abiotiques. La complexité de ce pathosystème est liée au développement systémique des champignons dans les tissus du bois, à la forte interaction entre symptômes Esca et BDA observés au verger, à leur non permanence et à la difficulté d'identifier et de hiérarchiser les causes biotiques (champignons pathogènes, variété) et abiotiques (facteurs pédoclimatiques, techniques culturales...) [125].

Dans le domaine forestier, les dépérissements sont considérés comme des phénomènes à cause multiple, pour lesquels il est difficile de reproduire les symptômes [162].

Sur le terrain les symptômes observées, même en indiquant des situations de dépérissement et de mortalité des arbres, il est difficile de se prononcer sur l'étiologie de notre dépérissement de façon claire et précise, du fait qu'il y a d'une part une confusion entre différentes descriptions symptomatologiques correspondant à des maladies de différentes origines (virale, bactériennes, phytoplasmiques et fongiques), et d'autre part la complexité dans le développement et l'expression des symptômes.

Pour les maladies d'origines abiotiques, pour la plupart du temps les symptômes se limitent à des jaunissements généralisés (chlorose de la partie aérienne) répartis sous forme de plages occupant de très larges surfaces, en plus leur vitesse d'avancement est relativement faible comparée à celle des maladies d'origine biotique. Alors que dans notre cas, sur les deux vergers prospectés, nous avons constaté une rapidité et une répartition non homogène des symptômes et cela nous a orienté de penser à la cause biotique du dépérissement et d'étudier les facteurs influençant leur développement [163].

En analysant le développement des différentes catégories symptomatologiques sur les deux variétés d'oliviers précités, l'observation montre que la répartition de la maladie dans les vergers est aléatoire. En effet, une plante qui exprime des symptômes lents une année ne va pas forcément les exprimer tous les ans.

Au cours de nos prospections, dans le but de diagnostiquer ce problème de dépérissement, nous avons observé des symptômes sur les différentes parties de l'arbre, Il s'agit principalement de nécrose foliaires, jaunissement ; mortalité, que ce soit totale ou partielle. Cet état de fait nous amène à suggérer l'hypothèse relative à la présence de l'eutypiose comme cause principale.

Des enquêtes réalisées dans des régions européennes ont montré que la présence des symptômes de l'eutypiose, tels que les bras morts, ne se montrent pas de façon stable et régulière mais ils varient selon les variétés de chaque région [129]. Notre enquête sur terrain et la nature des symptômes observés, leur expression, développement et propagation, met en évidence la cause biotique. Le symptôme de dépérissement unilatéral est considéré comme symptôme typique des trachéomycoses d'origine tellurique.

Dans le cas des maladies de dépérissement tout d'au moins pour l'esca et le bda, pour lesquels il est difficile de reproduire les symptômes foliaires par simple inoculation artificielle des champignons en cause, nous pouvons identifier quelques facteurs associés: le potentiel génétique et l'âge sont des facteurs de prédisposition, mais au niveau de l'environnement de la plante (contexte pédoclimatique, activité anthropique).

Des études ont permis également de montrer que l'architecture de la plante et les conditions environnementales (situations de stress) favorisant les ruptures de trajets de sève (zone de taille, cône de cicatrisation, trajet de sèves très sinueux) joueraient un rôle dans le développement des symptômes foliaires de bda. Certaines pratiques culturales comme l'excès de fertilisation ou un stress hydrique semblent également favoriser ces maladies [167].

Nous avons enregistré aussi différentes expressions de symptômes du BDA dans les deux oliveraies. Elles se traduisent par des formes plus sévères comme la défoliation de rameaux. Ce qui suggère que cette maladie pourrait être la cause des mortalités enregistrées au niveau des oliveraies. Cette symptomatologie constatée ressemble de près à celle déjà signalée sur vigne [168].

La symptomatologie relevée dans nos oliveraies est associée à différentes types de nécrose dans le bois. Les plus essentiellement ont été retrouvées dans des plantes infectés présentant des : positions sectorielle ou/et centrale, textures dure d'une couleur brune et blanche correspondent à celles décrites par LARIGNON en (2009) sur vigne [20].

La sévérité des maladies d'origine tellurique est généralement conditionnée par les variations physico-chimiques du milieu édaphique, qui peuvent agir directement sur la population de l'agent pathogène ou interagir selon des combinaisons capables de favoriser ou d'inhiber le développement de la maladie [133].

Les vergers oléicoles prospectés se situent dans deux régions agricoles qui se trouvent dans deux étages bioclimatiques; subhumide et semi-aride (Climagramme, Annexe G), elles sont caractérisées par des différences météorologiques. En général, on constate pour cette dernière décennie des changements climatiques apparents avec décalage des saisons (hiver et printemps tardifs), des pluies orageuses fréquentes et des températures moyennes non stables.

Par contre la période printanière a été caractérisée par des températures moyennes mensuelles et des précipitations qui excèdent 300mm; ou les conditions de développement des agents pathogènes sont très favorables.

Pour la wilaya de Blida la pluviométrie est généralement plus importante dans l'Atlas que dans la plaine. Les précipitations atteignent leur apogée en décembre, janvier et février, mois qui donnent environ 30 à 40 % des précipitations annuelles; or la wilaya de Chlef est caractérisée par un climat de type méditerranéen, subhumide dans la partie Nord, et de type continental au Sud, froid en hiver et chaud en été. La pluviométrie annuelle moyenne est de 40,06 mm par mois. D'après GOULET(2008), la pluie semble être un facteur important pour l'infection, et favorise la migration des spores en profondeur, jusqu'à 2 cm à l'intérieur du bois, à partir de la plaie de taille [169]. La quantité de pluie agit comme un facteur déclenchant de la sporulation [170]. Le rôle des gelées n'est pas à écarter, ce problème est particulièrement important dans nos régions d'étude. Les dégâts corrélés à la présence des gelées printanières ont été bien mentionnés dans de nombreux travaux [163].

PAILLASSA *et al.*, (1992), ont montré l'importance d'un autre phénomène météorologique, il s'agit de la chute de neige, qui accentue l'évolution de l'eutypiose et le BDA. Dans les régions européennes; il a été mentionné que la neige crée des conditions d'humectation des bois porteurs de formes sexuées (périthèces) susceptibles de libérer des ascospores. Cette émission est particulièrement importante en intensité et en durée. Dans nos régions d'étude nous n'avons pas enregistré la chute de neige [89].

DUBOS (2002a), a souligné un autre facteur explicatif des symptômes, la vigueur des plantes [171]. D'après GALET (1999), toutes les causes qui accroissent la vigueur de la plante favorisent la précocité et la gravité de ces maladies [125]. La vigueur excessive favoriserait le métabolisme primaire de la plante (croissance végétative) et réduirait le métabolisme secondaire, permettant la production de polyphénols et de flavonoïdes, jouant un rôle de défense naturelle chez la plante [169].

Dans notre prospection nous n'avons pas détectée la présence des pycnides au niveau des troncs des plants. D'après LARIGNON *et al.* (2001), la conservation hivernale des agents du BDA se fait sous forme de pycnides sur l'arbre et les bois de taille [118]. La dissémination des spores semble plus importante en période végétative [172]. Les plaies causées par les travaux en vert sont des voies, potentielles pour ces agents. Les plaies réalisées au niveau du tronc, peuvent rester susceptibles aux infections plus de quatre mois après la taille [173]. Néanmoins, ces agents pourraient aussi pénétrer directement, par les lenticelles, les stomates et d'autres ouvertures naturelles [174].

Au vignoble et au verger, la dissémination des spores des *Botryosphaeria* et d'*Eutypa* est assurée toute l'année avec des maximums en condition tempérée après une période pluvieuse [122].

Ces trois bio-agresseurs ont des cycles de vie très différents, ne visent pas les mêmes organes (feuille, sève, tronc) ou pas au même stade phénologique, mais tous occasionnent des dégâts considérables au verger. Leur relation avec la vigne est étroite, puisque certains sont inféodés à cette

espèce végétale, *Botryosphaeria spp*, est présent dans les deux régions d'étude. Ce genre a été isolé à partir de toutes les nécroses, qu'elles soient sectorielles, centrales, claires ou brunes nous avons noté que *Botryosphaeria* était le champignon principale isolé avec pourcentage plus élevé que le genre *Eutypa* sur milieu PDA. Ce champignon associé au BDA il semblerait qu'elle soit présente dans des zones à climats méditerranéen et tempéré [171].

L'évolution de diamètre de nécrose en fonction de temps montre qu'il existe un effet hautement significatif entre les facteurs étudiés et que la variété Sigoise est moins sensible que la variété Chemlal car le diamètre des nécroses est moins important durant le temps de l'exposition au champignon inoculé.

## CONCLUSION

Au cours de ce travail, nous avons effectués des prospections dans deux oliveraies situées à Blida et Chlef pour étudier les causes de dépérissement de l'olivier, isoler les espèces fongiques et les identifier. Ces dernières années ce dépérissement commence à prendre de l'ampleur et de l'importance surtout dans la zone méditerranéenne dont fait partie l'Algérie. Ces maladies induisent un rajeunissement des vergers, dû à la mortalité prématurée des plantes malades.

Notre étude s'est intéressée à une étude épidémiologique du développement de dépérissement afin de collecter le maximum des données qui concerne les facteurs impliqués dans ce dépérissement, des analyses microbiologiques ont été réalisées à partir des fragments de bois collecté des oliveraies prospectés.

En ce qui concerne les facteurs explicatifs de l'expression des différents symptômes dans les deux régions étudiées, il ressort que les symptômes des dépérissements ne puissent jamais apparaître malgré la présence du champignon dans une partie de la plante. Parfois les symptômes apparaissent et disparaissent la même année et le végétal continue de croître normalement ce qui rend ces maladies difficile à détecter. Plusieurs facteurs tels que le niveau d'inoculum, le climat, âge et la vigueur des plantes, la date de taille et les cultivars expliquent la variation des paramètres épidémiologiques. Afin de limiter la sous-estimation des paramètres épidémiologiques réelle de ces maladies, Les observations soulevées sur cette symptomatologie directe ou visuelle ne peuvent pas permettre de se prononcer de façon certaine sur la présence des agents pathogènes causals en raison de l'existence de confusions possibles avec d'autres maladies d'origine diverse (biotiques ou abiotiques).

Cette étude nous a permis de cerner quelques facteurs influencent le dépérissement de l'olivier; et de mettre en évidence les relations de variété,

la région, âge de l'oliveraie, date de taille et la vigueur..., sur le développement de la maladie.

Dans un premier temps, nous avons présentés une étude épidémiologique de dépérissement de l'olivier dans la wilaya de Blida et Chlef à travers un calcul mathématique, les observations effectuées sur les deux oliveraies nous ont montré la présence de diverses catégories des symptômes :

Nous avons enregistré une valeur moyenne du taux d'infection de 43%, une incidence moyenne de 17.24 % et une gravité moyenne de 1.50. Autres facteurs prennent en considération les paramètres liés aux facteurs de l'environnement, on cite les gelées, le vent et la pluie enregistrée durant cette campagne, entrent en jeu dans la dissémination des spores. La sensibilité et la tolérance varie d'une variété à une autre.

Les analyses microbiologiques aux laboratoires montrent la présence des espèces de *Botryosphaeria*, ces agents sont localisés dans des nécroses sectorielles et centrales.

*Eutypa lata* a été aussi isolé mais à des fréquences relativement faible, cette analyse au laboratoire, nous révéla la présence de différents agents fongiques dont la présence de *Fusarium*, et *Alternaria sp* considérés comme une flore accompagnatrice.

En raison de la complexité des maladies de dépérissement, l'état de dépérissement évalué en Algérie à travers les travaux effectués sur différentes cultures pérennes montrent que cette maladie est installée dans la majorité des vergers prospectés. Donc, nous pouvons proposer :

- d'effectuer un suivi plante par plante permettant d'obtenir un pourcentage cumulé sur plusieurs années.
- Un travail pluriannuel et plurifactoriel est recommandé en vue d'identifier les champignons impliqués dans le dépérissement, et construire un modèle d'évolution des agents.

- Les mesures prophylactiques restent le moyen le plus efficace à travers l'élimination des souches atteintes.
- d'élargir les prospections dans d'autres oliveraies algériennes afin d'évaluer leur état phytosanitaire et estimer leur incidence économique.
- d'étudier l'interaction hôte / pathogène, ce volet de recherche peut apporter un complément d'information sur le mode pathogénique de ces agents fongique.
- de tester *in vitro* divers fongicides et évaluer leur efficacité.
- et enfin rechercher d'autres méthodes de lutte telle que la lutte biologique ou la lutte biologique combinée avec la lutte chimique à moindres doses.
- Encourager d'enlever les plantes âgés qui sont une source d'infection.

Pour lutter contre les maladies du bois, les agriculteurs sont devant une impasse phytosanitaire puisque le seul produit autorisé, l'arsénite de soude a été retiré de l'homologation depuis 2001 à cause de sa toxicité pour l'environnement, aucune méthode de lutte satisfaisante de remplacement n'a été proposée. La mauvaise connaissance de la biologie des champignons responsables, le rôle respectif qu'ils jouent, les portes d'entrée dans la plante, les interactions existant entre eux sont autant de facteurs pouvant expliquer la difficulté de proposer des méthodes de lutte [164]. Etant donné l'absence de traitement chimique contre les maladies du bois, le recours aux méthodes de lutte alternatives devient indispensable. Une de ces méthodes est la lutte biologique, utilisant les micro-organismes naturellement présents dans l'environnement pour lutter contre les agents pathogènes.

## APPENDICES

### Appendice A

#### Liste des symboles et abréviations

PNDA	Plan National de développement agricole
B	<i>Botryosphaeria</i>
COI	Conseil oléicole international
FAO	Food and agriculture organization
DSA	Direction des services agricoles
ITAF	Institut technique des arbres fruitiers
T	Température
Ha	Hectare.
M	Mètre.
qx/ha	Quintaux par Hectare.
°C	Degré Celsius.
L	<i>Lasiodiplodia</i> .
Cm	Centimètre.
<i>D</i>	<i>Diplodia</i> .
N	<i>Néofusicoccum</i> .
Do	<i>Dothiorella</i>
C.O.D.I.T	Compartmentalization Of Decay In Trees
P	<i>Phaeomoniella</i>
ANDI	Agence Nationale de Développement de l'Investissement
PDA	Potato Dextrose Agar
BDA	Black Dead Arm
%	Pourcentage
Km	Kilomètre
E	Eutypa

## Appendice B

Le questionnaire :

Région :

Site :

Ferme :

Age :

Densité :

Date de l'apparition de la maladie :

Date habituelle de taille :

Mode de taille :

Origine des plants :

Variété :

Superficie :

Année de plantation :

Porte-greffe :

Ecartement entre les rangs :

Ecartement sur le rang :

Mode de conduite :

La parcelle a-t-elle subi un : changement de mode de conduite :

Autres observations :

## Appendice C

Etat de dépérissement des deux oliveraies étudiés, des deux variétés Chemlal et Sigoise au niveau de la wilaya de Chlef et Blida.

variété	Nombre de plants	Sans symptômes	Nécrose foliaires	Dépérissement partiel	Dépérissement total	manques
Sigoise	50	28	17	1	3	1
	50	23	26	1	0	0
	50	24	20	1	5	0
	50	22	23	0	5	0
Chemlal	50	26	17	6	0	1
	50	30	10	6	2	2
	50	24	18	3	1	3
	50	32	10	5	2	0

## Appendice D

Production oléicoles 2013/2014

WILAYA	OLIVIERS	
	Sup ha	Taux de récolte %
2 CHLEF	880	12,2
3 LAGHOUAT	20	1,8
4 O.E.BOUAGHI	16	2,9
5 BATNA	716	10,0
6 BEJAIA	49 215	70,0
7 BISKRA	146	0,6
9 BLIDA	1 037	5,3
10 BOUIRA	14 934	76,3
12 TEBESSA	423	11,1
13 TLEMCEM	3 274	15,9
14 TIARET	230	11,9
15 TIZI-OUZOU	30 600	74,1
16 ALGER	15	0,2
17 DJELFA	130	3,6
18 JIJEL	8 743	80,4
19 SETIF	10 240	56,3
20 SAIDA	1 496	45,1
21 SIKKDA	4 395	44,1
22 S.B.ABBES	2 625	38,8
23 ANNABA	290	23,5
24 GUELMA	1 610	43,3
25 CONSTANTINE	150	11,8
26 MEDEA	1 317	12,8
27 MOSTAGANEM	713	10,3
28 M'SILA	350	5,1
29 MASCARA	7 900	48,3
31 ORAN	586	20,2
34 B.B.ARRERIDJ	11 387	73,8
35 BOUMERDES	5 743	50,5
36 EL-TARF	935	26,5
38 TISSEMSILT	32	2,2
39 EL-OUED	12	0,0
40 KHENCHELA	126	5,2
41 SOUK-AHRAS	415	31,7
42 TIPAZA	540	6,8
43 MILA	2 125	57,7
44 AIN-DEFLA	933	17,0
46 A.TEMOUCHENT	800	19,4

<b>48 RELIZANE</b>	2 969	43,7
<b>TOTAL ALGERIE</b>	<b>168 080</b>	<b>35,8</b>

## Appendice E

Statistique sur la superficie et la production de l'olivier pour la wilaya de Blida

Commune	2010-2011		2011-2012		2012-2013		2013-2014		2014-2015	
	Sup	Prod	Sup	Prod	Sup	Prod	Sup	Prod	Sup	Prod
Soumaa	110	3624	116	1080	120	3750	121	740	121	1750
Sohane	248	8906	250	450	251	8500	254	5000	268	8985
Meftah	115	4512	118	400	119	7155	121	4500	121	7688
Larbaa	340	9700	340	850	344	10800	347	8000	365	13600
Bouarfa	50	5830	51	400	51	520	52	500	55	575
Djebabbara	150	5411	52	820	155	4966	154	4500	175	6776
Beni Mered	80	2850	81	1941	81	2048	84	2480	95	2862
Boufarik	70	4026	74	113	75	1510	76	113	80	1510
Mouzaia	261	1370	261	2456	262	4219	264	2515	265	2624
El Affroun	25	1030	25	610	26	720	30	796	30	796
Ain Romana	152	3622	153	1800	153	3857	155	1348	175	3950
Bouinan	50	2450	52	380	53	1933	58	340	61	650
Blida	194	3840	194	1590	195	2260	196	2152	210	2731

## Appendice F

Milieu de culture :

Milieu PDA (Potato Dextrose Agar) :

Pomme de terre	200 g.
Saccharose	20 g.
Agar	20 g.
Eau distillée	1000 ml.

Mode opératoire :

Faire bouillir la pomme de terre.

Filtrer et récupérer le jus.

Mettre le glucose et l'agar.

Ajuster jusqu'à 1000 ml avec de l'eau distillée.

Remuer jusqu'à dissolution totale.

Stériliser 20 mn à 120 °C.

## Appendice G

### Taux de dépérissement

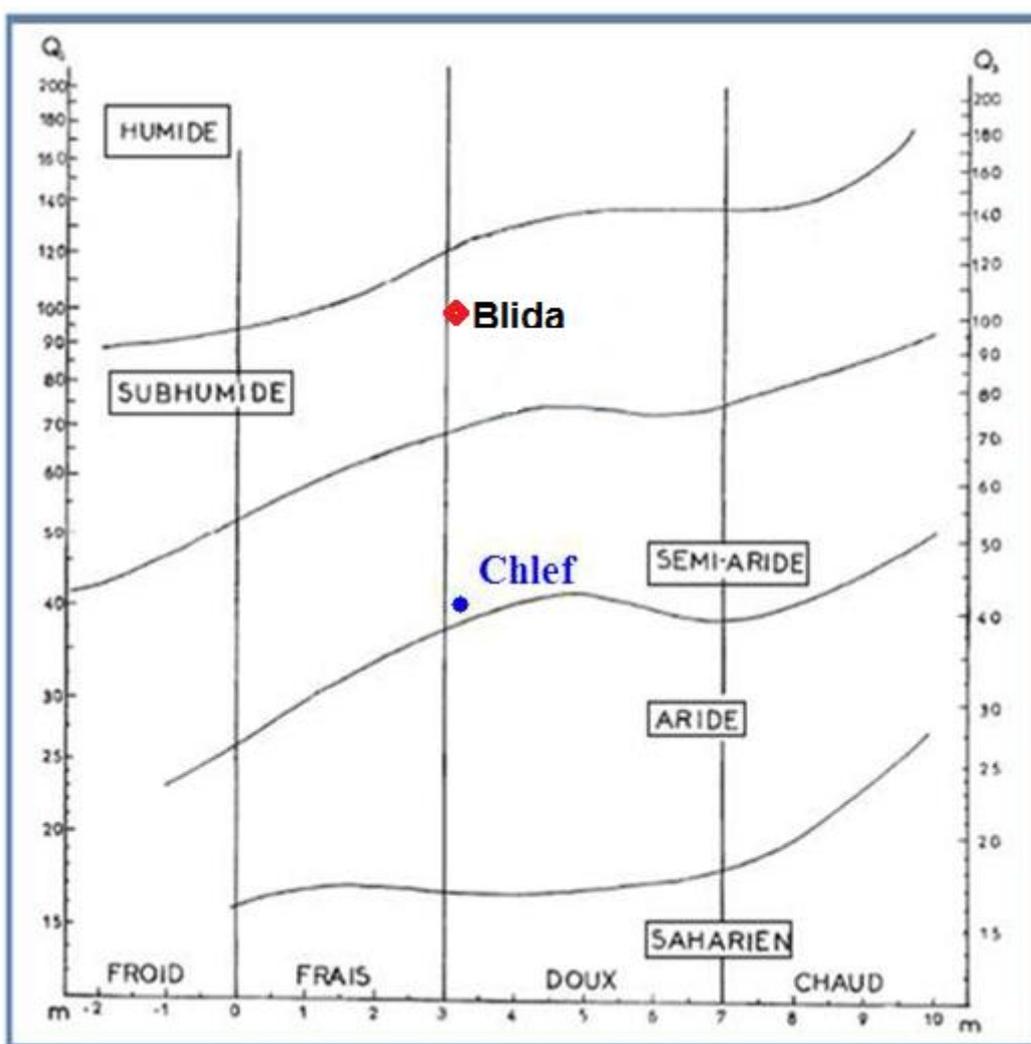
<b>Classe 0</b>	<b>50,50%</b>
<b>Classe 1</b>	37,83%
<b>Classe 2</b>	4,33%
<b>Classe 3</b>	6,16%
<b>Classe 4</b>	1,16%

### Gravité de dépérissement

<b>Blida</b>	<b>Classe 0</b>	<b>47.25</b>
	Classe 1	43
	Classe 2	1.5
	Classe 3	8
	Classe 4	0.25
<b>Chlef</b>	Classe 0	57
	Classe 1	27.5
	Classe 2	10
	Classe 3	2.5
	Classe 4	3

## Appendice H

Climagramme d'Emberger de nos régions d'études



L'indice d'Emberger permet la caractérisation des climats et leurs classifications dans les étages bioclimatiques, il est calculé par le biais du coefficient pluviométrique dont l'équation selon (Stewart, 1996) :

$$Q_2 = 3.43 (P / M - m)$$

P= pluviométrie annuelle (mm)

M= Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud

m= Moyenne des températures minimales du mois le plus froid

## Appendice I

Diamètre des nécroses en fonction de temps chez la variété Chemlal

Variété	Chemlal						
	1	2	3	4	5	6	7
Après 12semaine	2	1,8	2,9	2,6	2,9	1,8	3,5
13 sem	2,1	2	3	2,8	3	2	3,8
14 sem	2,3	2	3,2	3	3,2	2,2	4
15 sem	2,6	2,2	3,7	3,3	3,5	2,5	4,3
16 sem	2,8	2,5	4	3,7	3,8	2,8	4,7
17 sem	3	2,8	4,5	4	4	3	5
18 sem	3	3	4,5	4,3	4,1	4	5,3
19 sem	3,2	3,1	4,7	4,3	4,3	4,1	5,5
20 sem	3,5	3,3	5	4,5	4,4	4,2	5,6
21 sem	3,7	3,4	5,5	4,7	4,5	4,5	5,7

Diamètre des nécroses en fonction de temps chez la variété Sigoise

Variété	Sigoise						
	1	2	3	4	5	6	7
Après 12semaine	1,5	1,8	1,3	3	3,1	1,5	1,5
13 sem	1,6	1,9	1,5	3,1	3,2	1,7	1,5
14 sem	1,8	2	1,8	3,3	3,5	1,9	1,7
15 sem	2,1	2,2	3	3,5	3,7	2	1,9
16 sem	2,3	2,3	3,1	3,8	3,8	2,3	2
17 sem	2,5	2,6	3,3	4	4	2,5	2,1
18 sem	3	2,9	3,6	4,1	4,3	2,7	2,3
19 sem	4	3,5	4,5	4,7	5	3	2,6
20 sem	4,1	3,8	4,7	4,9	5,2	3,3	2,9
21 sem	4,4	4	5,3	5	5,4	3,5	3

Analyse de la Variance



Source	Type III SS	df	Mean Squares	F-ratio	p-value
TEMPS	79,455	9	8,828	14,179	0,000
DIAMETRE	9,155	1	9,155	14,703	0,000
TEMPS*DIAMETRE	1,373	9	0,153	0,245	0,000

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

1. Paredes, C., Cegarra, J., Roig, A., Sanchez-Monedero, M. A and Bernal ,M. P., “Characterization of olive mill wastewater (alpechin) and its sludge for agricultural purposes”, Bio.Techno, 67,(2002), 11-15.
2. Hauville, H., “La répartition des variétés d’olivier en Algérie et ses conséquences Pratiques”, Extrait du bulletin de la société des agriculteurs d’Algérie, n°580, (1953), 8p.
3. Anonyme, Ministère de l’Agriculture et du Développement Rural, Direction des statistiques, (2010).
4. Abdelguerfi, A., “Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l’utilisation durable de la biodiversité importante pour l’agriculture”, Rapport de synthèse, Alger, Algérie, (2003), 13 -20.
5. Argensen, C., “La culture de l’olivier dans le monde, la production, les tendances”, Le Nouvel Olivier, 61, (2008), 8-11.
6. Bellahcene, M., “La verticilliose de l’olivier: étude épidémiologique et diversité génétique de *Verticillium dahlia* kleb., Agent de la verticilliose”,Th. Doct. Etat. Univ. Oran (Algerie), (2004), 144p.
7. FAOSTAT., <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>, (2010b).
8. Argenson, C., “L’olivier”, Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes (CTIFL), (1999), 204p.

9. Benchabane, M., "Observation des cas de verticilliose de l'olivier à cap Djinet et Sidi-Aïch", Rapport de mission, ITAF, Algérie, (1990), 5 p.
10. Matallah-Boutiba, A., Nicole, M., Fortas, Z., Bellahcène, M., Henni, D. and Geiger, J.P., "Defense responses of inoculated olive tree seedlings to *Verticillium dahliae*" In: 7th International *Verticillium* Symposium, Athens (GR), (1997), 300p.
11. Bellahcene, M., Fortas, Z., Henni, D., Matallah, A., Geiger, J.P. and Nicole, M., "Importance and epidemiology of *Verticillium dahliae* (Kleb.) on olive in Kabylie", In: Proceeding on 10th Congress of the Mediterranean Phytopathological Union, Montpellier, France, (june 1997), 661p.
12. Bellahcene, M., Fortas, Z., Kaddous, M., Matallah, A., Nicole, M. et Geiger, J.P., "La verticilliose de l'olivier dans les oliveraies de la région ouest d'Algérie: estimation du taux d'infection, caractérisation de l'agent causal et analyse quantitative des microsclérotés dans le sol", X<sup>ème</sup> Jour. Nat. Microbio., S.A.M, Oran, Algérie, (1998), 36-37.
13. Bellahcene, M., Fortas, Z., Geiger, J.P., Matallah, A. and Henni, D., "*Verticillium* wilt in olive in Algeria: geographical distribution and extent of the disease", Olive, 82, (2000), 41– 43.
14. Bellahcene, M., Assigbetsé, K., Fortas, Z., Geiger, J.P., Nicole, M. and Fernandez, D., "Genetic diversity of *Verticillium dahliae* isolates from olive trees in Algeria", Phytopathol. Mediterr, 44, (2005), 266–274.
15. Guechi, A. and Girre, L., "Sources of *Cycloconium oleaginum* (Cast.) conidia for infection of olive leaves and conditions determining leaf spot disease development in the region of Sétif", Algeria , Mycopathologia, 125, (1994), 163–171.

16. Guechi, A. et Girre, L., "Recherche et analyse d'un effet mutagène des extraits de feuilles d'olivier parasitées par le champignon *Cyloconium oleaginum*", Sciences et Technologie, Algerie, 18, (2002), 96-100.
17. Assawah, M.W. et Ayat, M., "On certain diseases of olive trees at Oran area", Premières Journées Scientifiques de la Société Algérienne de Microbiologie, Institut Pasteur, Alger, Algérie, (Avril 1985), 1-9.
18. Benyoub, K., "Isolement de souches de *Pseudomonas* à partir des sols et des nécroses d'oliviers de l'Ouest Algérien: Identification et caractérisation biochimique, sérotypique et phytopathologique, Recherche de l'antibiorésistance, d'antagonisme (bactériocine) et d'ADN plasmidique", Mém. Magis. Univ. Oran (Algérie), (2011), 156p.
19. Bouzar, H., Djazouli, N., Krimi, Z., Alim, A. and Khemici, E., "Crown gall incidence in plant nurseries of Algeria, characteristics of *Agrobacterium tumefaciens* strains, and biological control of strains sensitive and resistant to agrocin 84", Plant pathology, 11, (1991), 901- 908.
20. Larignon, P., "Esca et Black Dead Arm: deux acteurs majeurs des maladies du bois chez la vigne", IFV pôle Rhône-Méditerranée, (2009), 30-39.
21. Berraf, A. et Peros, J.P., "Importance de l'eutypiose et de l'esca en Algérie et structure des communautés fongique associée", journal international des sciences de la vigne et du vin, (2005), 39p.
22. Ammad, F., "Dépistage et diagnostic des maladies de dépérissement de la vigne (Eutypiose et viroses) dans quelques vignobles Algériens", Mém. Mag. Univ. Blida 1, Algérie, (2006), 160p.
23. Ammad, F., Benchabane, M., Toumi, M., Belkacem, N., Guesmi, A., Ameer, C., Lecomte, P. and Merah, O., "Occurrence of Botryosphaeriaceae species associated with grapevine dieback in Algeria", Turkish Journal of Agriculture and Forestry, (2014), 865-873.

24. Ammad, F. “Étude épidémiologique et étiologique des maladies du bois et de dépérissement de la vigne en Algérie”, Th. Doc. E.N.S. Kouba-Alger, (2015), 118 p.
25. Zohary, D. and Spiegel-Roy, P., “Beginnings of fruit growing in the world”, *Science*, 187, (1975), 319-327.
26. Belaj, A., Munoz-Diez, C., Baldoni, L., Satovic, Z. and Barranco, D., “Genetic diversity and relationships of wild and cultivated olives at regional level in Spain”, *Sci. Hortic*, (2010), 323–330.
27. Velitzelos, E. and Velitzelos, D., “Geohistorical evidence on the evolution of plants in the Aegean Sea”, In: *Biodiversity and natural heritage in the Aegean*, Eds., Karamanos, A. J. and Thanos, C.A., The Agricultural University of Athens, (2005), 133-148.
28. Fouin, J. et Sarfati, C., “Le guide des huiles d'olive”, Ed du Rouergue, (2002), 335p.
29. Gaussorgues, R., “L'olivier et son pollen dans le bassin méditerranéen, Un risque allergique”, *Revue française d'Allergologie*, (2009), 49p.
30. Terral, J.F., Alonso, N., Buxo, I., Capdevilla, R., Chatti, N., Fabre, L., Fiorentino, G., Marínval, P., Pérez Jorda, G., Pradat, B., Rovira, N. and Alibert, P., “Historical biogeography of olive domestication (*Olea europaea* L.) as revealed by geometrical morphometry applied to biological and archeological material”, *J. Biogeo*, 31, (2004), 63-77.
31. Caballero, J.M. and Del Rio, C., “The olive world germplasm bank of Spain”, *Acta. Hortic*, 791, (2008), 31–38.
32. Di Rita, F. and Magri, D., “Holocene drought, deforestation and evergreen vegetation development in the central Mediterranean: a 5500 year record from Lago Alimini Piccolo”, Apulia, southeast Italy. *The Holocene*, 19, (2009), 295–306.

33. Zohary, D., "Olive, *Olea europea* (Oleaceae)", In: Smartt, J. et Simmonds, N.W., "Evolution of Crop Plants", Longman Scientific et Technical. United Kingdom, (2000), 379-282.
34. Lumaret, R., Ouazzani, N., Michaud, H., Vivier, G., Deguilloux, M.F. and Di Giusto, F., "Allozyme variation of oleaster populations (wild olive tree) (*Olea europea* L.) in the Mediterranean Basin", *Heredity*, 92, (2004), 343–351.
35. Civantos, L., "La olivicultura en el mundo y en España", In: Barranco, D., Fernández-Escobar, R. and Rallo, L., (eds) "El cultivo del olivo", 6th edn. Junta de Andalucía and Ed. Mundi-Prensa, Madrid, (2008), 17–35.
36. Carrión, Y., Ntinou, M. and Badal, E., "*Olea europaea* L. in the North Mediterranean Basin during the Pleniglacial and the Early–Middle Holocene", *Quater. Science Reviews*, 29, (2010), 952–968.
37. Amouretti, M.C. et Come, G., "Le Livre de l'olivier", Ed. Edisud. Aix-en-Provence, France, (2000), 107p.
38. García-Verdugo, C., Forrest, A.D., Balaguer, L., Fay, M.C. and Vargas, P., "Parallel evolution of insular *Olea europaea* subspecies based on geographical structuring of plastid DNA variation and phenotypic similarity in leaf traits", *Bot. J. Linn. Soc.*, 162, (2010), 54–63.
39. Rhizopoulou, S., "*Olea europaea* L. A botanical contribution to culture", *American-Eurasian Agric. J. Environ. Sci*, 2, (2007), 382-387.
40. Leroy, I., "L'huile d'olive dans tous ses états", Th. Doct. D'Etat. Univ. Lille 2 (France), (2011), 143p.
41. Mendil, M., Sabai, A., "L'olivier en Algérie", ITAFV, Alger, Algérie, (2006), 99p.
42. Loussert, M., et Brousse, A., "L'olivier", Ed. Moissonneuve et Larose, Paris, (1978), 404p.

43. Fiorino, P. and Nizzi, G.F., “La oleicultura y su expansión in olivae”, (éd) Espagnole, 44, (1992), 9p.
44. Himour, S., “Etude comparée de régénération de plants par voie végétative en culture in vitro”, Mém. Mag. Bio. Physio. Vég., Univ. Mentouri, Constantine, (2006), 92p.
45. Bartolini, G., Di Monte, G., Rea, E. and Toponi, M. A., “Protein patterns in response to cold stress on clones of *Olea europaea* L. Leccino”, Acta. Hort., 474, (1999), 481-483.
46. Avenard, V., “L’olivier et les vertus thérapeutiques de ses feuilles”, Th. Doct. Etat, Univ. de Nantes, France, (2008), 104p.
47. Turan, D., Kocahakimoglu, C., Kavcar, P., Gaygısız, H., Atatanir, L., Turgut, C. and Sofuoglu, S. C., “The use of olive tree (*Olea europaea* L.) leaves as a bioindicator for environmental pollution in the Province of Aydın, Turkey”, Environ. Sci .Pollut. Res, 18, (2011), 355-364.
48. Claros, M.G., Crespillo, R., Aguilar, M. L. and Canovas, F. M., “DNA fingerprinting and classification of geographically related genotypes of olive-tree (*Olea europaea* L.)”, Ephytica, 116, (2000), 131-142.
49. Green, P. S., “A revision of *Olea* L”, Kew. Bull., 57, (2002), 91–140.
50. Strikic, F., Mavsar, D. B., PericaSatovic, Z. S., Cmelik, Z. and Javornik, B., “Genetic variation within the olive (*Olea europaea* L.) cultivar Oblica detected using amplified fragment length polymorphism (AFLP) markers”, Afr. J. Biotec, 9, (2010), 2880-2883.
51. Breton, C., Besnard, G. and Bervillé A., “Using multiple types of molecular markers to understand olive phylogeography”, In: Zeder M.A., Decker-Walters D., Bradley D., Smith B. (Eds.), Documenting Domestication: “new genetic and archaeological paradigms”, Berkeley, Univ. California Press, USA, (2006), 173-184.

52. Taylor, J., "Apple black rot in Georgia and its control", *Phytopathology*, 45, (1955), 392-398.
53. Fantanazza, G. et Baldoni, L., "Proposition pour un programme d'amélioration génétique de l'olivier", *Revue Olivae* n°34, (Décembre 1990), 32-39.
54. Calado, F. et Fausto, J., "l'olivier", Vol I, 1er Edit. Milan, (1987), 120 p.
55. Semal, J., "Traité de pathologie végétale", Les Pres Agronomiques de Gembloux, ASBL, Belgique, (1993), 621p.
56. Dutuit, P., Pourrat, Y. et Dodernan, V.I. , "Stratégie d'implantation d'un système d'espèces adaptées aux conditions d'aridités du pourtour méditerranéen", Ed. Aupelf-uref. John Libbey. Paris, (1991), 65-73.
57. Mulas, M. and Deidda, P., "Domestication of woody plants from Mediterranean maquis to promote crops for mountain lands", *Acta Horticulturae*, 457, (1998), 295–301.
58. Benhayoun, G. et Lazzeri, Y., "L'olivier en Méditerranée: du symbole à l'économie", Editions L'Harmattan, Paris, (2007), 137 p.
59. Conseil Oléicole International., <http://www.internationaloliveoil.org/web/aafrances/corp/AreasActivitie/economics/Area>, (2014).
60. Ouzzani, N., Lumaret R. et Villemeur, P., "Apport du polymorphisme alloenzymatique à l'identification variétale de l'olivier (*Olea europaea* L.)", *Agronomie*, Elsevier /INRA, (1995), 31-37.
61. Vergari, A., "L'utilisation de la technique des marqueurs RAPD pour la discrimination des variétés d'olivier appartenant à la population variétale de «Frantoio»", *Olivae* n°73, (1998), 31-36.
62. Luchetti, F., "Importance économique de l'huile d'olive dans le monde", *OCL*.vol.6 n°1, (Février 1999), 41-47.

63. Cimato, A. and Sani, G., "Morphological evaluation of olive germplasm present in Tuscany region", *Euphytica*, 109, (1999), 173–181.
64. Khiati, M., "Stratégies, politiques et systèmes de connaissances agronomiques", Cfva de Médéa, (Juin 2007), 6 p.
65. FAOSTAT., <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>, (2010b).
66. COI, "Olivae", 2<sup>ème</sup> éd française n°117, Madrid, (Espagne), (2012), 1- 46.
67. Khoumeri, L., "Influence de la photopériode, des milieux de culture et des hormones de croissance sur le développement in-vitro des embryons et des microboutures de l'olivier (*Olea europaea* L.) Var Chemlal", Th. Ing, (2014), 100p.
68. ITAFV., "Les principales maladies de l'olivier et moyens de lutte", Ins. Tech. Arbori. fruit. vigne, Algérie, rapport de mission. I.T.A.F. (2014), 5p.
69. Saad, D., "Etude des endomycorhizes de la variété Sigoise d'olivier (*Olea europaea* L.) et essai de leur application à des boutures semi-ligneuses multipliées sous nébulisation", Mém. Magis. Univ. Oran (Algérie), (2009), 124p.
70. Sahli, Z., "Le Développement Local Durable des Pays Méditerranéens, Les produits de Terroir, Les Indication Géographiques et le Développement Local Durable des Pays Méditerranéens", Options méditerranéennes, (2009), 306- 316.
71. Chaouia, A., "Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à la conservation et l'utilisation durable de la biodiversité importante pour l'agriculture, Cas des plantations arboricoles", Projet ALG/97/G31 PNUD, Alger, (Janvier 2003), 60 p.
72. Bellahcene, M., Assigbetsé, K., Fortas, Z., Geiger, J.P., Nicole, M. and Fernandez, D., "Genetic diversity of *Verticillium dahliae* isolates from olive trees in Algeria", *Phytopathol. Mediterr*, 44, (2005a), 566-274.

73. Bellahcene, M., Fortas, Z., Fernandez, D. and Nicole, M., “Vegetative compatibility of *Verticillium dahlia* isolated from olive trees (*Olea europaea* L.) in Algeria”, *Afric. J. Biotechnol.*, 4, (2005b), 963-967.
74. Civantos, L., “Contrôle des parasites et des maladies de l’olivier”, Conseil Oléicole International, Madrid, Espagne, (1999), 207p.
75. Dubos, B., “Les maladies cryptogamiques de la vigne champignons parasites des organes herbacés et du bois de la vigne”, Ed.Ferret (2<sup>ème</sup> Ed), (2002), 200p.
76. Gaouar-Benyelles, N., “Apport de la biologie des populations de la mouche de l’olivier *Bactrocera* (*Dacus*) *oleae* Gmel (*Ditera: Tephritidae*) à l’optimisation de son contrôle dans la région de Tlemcen”, Th. Doc, Univ. Tlemcen, Algérie, (1996), 116 p.
77. Boulouha, B., “Contribution à l’amélioration de la productivité et de la régularité de la production chez l’olivier (*Olea europaea* L)”, *olivae* n°58, (1995), 54-57.
78. Carter, M.V., “*Eutypa armeniaca* Hansf et Carter, sp.nov., an airborne vascular pathogen of *Prunus armeniaca* L. In south Australia”, *Australasian Plant Botany*, 5, (1957), 21p.
79. Moller, M.J. and Kasimatis, N., “Dieback of grapevines caused by *Eutypa armeniaca*”, *Plant Disease Report*, 62, (1978), 254-258.
80. Lehoczky. J., “Black Dead-arm disease of grapevine caused by *Botryosphaeria stevensii* infection”, *Acta Phytopathologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 9, (1974), 319–327.
81. Galet, P., “Les maladies et les parasites de la vigne”, Tome 1, Imp, Paysan du Midi, Montpellier, (1977), 871p.
82. Viala, P., “Esca”, *Anales des epiphyties*, (1926), 180p.

83. Carter, M.V., "The status of *Eutypa lata* as a pathogen", Inter. Myco. Ins. Phyto. Paper No. 32, (1991), 10p.
84. Cortesi, P. and Milgroom, M. G., "Outcrossing and diversity of vegetative compatibility types in populations of *Eutypa lata* from grapevines", Australasian Plant Pathology, 83, (2001), 79-86.
85. Rumbos, I.C., "Isolation and identification of *Eutypa lata* from *Pistacia vera* in Greece", Journal of Phytopathology, 116, (1986), 352- 357.
86. Rumbos, I.C. "Dieback symptoms on olive trees caused by the fungus *Eutypa lata*", Bulletin OEPP, 23,(1993) , 441-445.
87. Kouyeas, H., "*Eutypa armeniacea* on lemon in Greece", Phytopathologische Zeitschrift, 91, (1978), 235-237.
88. Glawe, D.A., "Isolation and identification of *Eutypa armeniaca* from *Malus domestica* in Washington state", Mycotaxon, 18, (1983), 315-318.
89. Paillassa, E., Dubos, B., Larignon, P., "L'inoculum infectieux d'*Eutypa lata*, sa formation, son évolution et sa dispersion: les facteurs qui les influencent", Phytoma, 440, (1992), 21-23.
90. Ramos, D.E. Moller, W.J. and English. H., "Production and dispersal of ascospores of *Eutypa armeniaca* in California", Phytopathology, 65, (1975), 1364-1371.
91. Petzoldt, C.H., Moller, W.J. and Sall, M.A., "Eutypa dieback of grapevine seasonal differences in infection and duration of susceptibility of pruning wounds", Phytopathology, 71, (1981), 540-453.
92. Romanazzi, G., Murolo, S., Pizzichini, L. and Nardi, S., "Esca in young and mature vineyards, and molecular diagnosis of the associated fungi", Euro. Jour.Plant. Path, 125, (2009), 277-290.
93. Larignon, P. and Dubos, B., "Fungi associated with esca disease in grapevine", Euro.Jour. Plant. Path, 103, (1997), 147–157.

94. Arnaud, G. et Arnaud, M., "Traité de pathologie végétale", tome 1, Le Chevalier, Paris, (1931), 993 p.
95. Chiarappa, L., "Wood decay of the grapevine and its relationships with black measles disease", *Phytopathology*, 49, (1959), 510-519, (In : Larignon, P., Fontaine, F., Farine, S., Clément, C. et Bertsch, C., "Esca et Black Dead Arm: deux acteurs majeurs des maladies du bois chez la Vigne", *C. R. Biologies*, 332, (2009), 765- 783).
96. Cristinzio, G., "Gravi attacchi di Botryosphaeria obtusa su vite in provincia delsernia", *Informatore Fitopatologico*, 28, (1978), 21-23, (In: Larignon, P. et al 2009): Esca et BlackDead Arm: deux acteurs majeurs des maladies du bois chez la Vigne, *C. R. Biologies*, 765-783.
97. Rovesti, L. and Montermini, A., "Un deperimento dellavite causato da Sphaeropsis malorum diffuso in provincial di Reggio Emilia", *Informe de Fitopatologia*, 37, (1987), 59–61.
98. Larignon, P., Dupont, J. and Dubos, B., "L'Esca de la vigne: quelques éléments sur la biologie de deux des agents associés, *Phaeoacremonium aleophilum* et de *Phaeomoniella chlamydospora*", *Phytoma*, 527, (2000), 30-35.
99. Crous, P.W., Slippers, B., Wingfield, M.J., Rheeder, J., Marasas, W. F. O., Philips, A. J. L. and Alves, A., "Phylogenetic lineages in the Botryosphaeriaceae", *Studies in Mycology*, (2006), 235-253.
100. Van niekerk, J.M., Fourie, P. H., Halleen, F. and Crous, P. W., "*Botryosphaeria* spp. As Grapevine trunk disease pathogens", *Phytopathologia mediterranea*, 45, (2006), 43-54.
101. Pérez, C.A., Wingfield, M.J., Slippers, B., Altier, N.A. and Blanchette R.A., "Endophytic and canker-associated Botryosphaeriaceae occurring on non native Eucalyptus and native Myrtaceae trees in Uruguay", *Fungal Diversity*, 41, (2010), 53-69.

- 102.** Denman, S., Crous, P. W., Taylor, J. E., Kang, J. C., Pascoe, L. and Wingfield, M.J., “Anoverview of the taxonomic history of *Botryosphaeria*, and are-evaluation of its anamorphs based on morphology and ITS Rdna phylogeny”, *Studies in Mycology*,4,(2000),129-140.
- 103.** Slippers, B., Crous, P. W., Denman, S., Coutinho, T. A., Wingfield, B.D. and Wingfield, M. J., “Combined multiple gene genealogies and phenotypic characters differentiate several Species previously identified as *Botryosphaeria dothidea*”, *Mycologia*, 96, (2004), 83-101.
- 104.** Phillips, A.J.L., Crous, P.W. and Alves, A., “*Diplodia seriata*, the anamorph of “*Botryosphaeria*” *obtusa*”, *Fungal Diversity*, 25, (2007), 141–155.
- 105.** Darrietort, G. and Lecomte, P., “Evaluation of a trunk injection technique to control grapevine wood diseases”, *Phytopathologia Mediterranea*, 46, (2007), 50-57.
- 106.** Lecomte, P., Darrietort, G., Liminana, J.M., Comont, G., Muruamndiaraz, A., Legorburu, F.J., Choueiri, E., Jreijiri, F., Elamil, R. and Fermaud, M .., “New insights into Esca of grapevine: the development of foliar symptoms and their association with xylem discoloration”, *Plant Disease*, 96, (2012), 924–934.
- 107.** Bertsch, C., Ramirez-Suero, M., Magnin-Robert, M., Larignon, P., Chong, J., Spagnolo, A., Clément, C. and Fontaine, F., “Grapevine trunk diseases: complex and still poorly understood”, *Plant Pathology*, 62, (2013), 243-365.
- 108.** Lecomte, P., Darrietort, G., Defives, A., Louvet, G., Liminana, J.M. and Blancard, D., “Observations of Black Dead Arm symptoms in Bordeaux vineyards: Evolution of foliar symptoms, localisation of longitudinal necroses, questions, hypotheses, Integrated Protection in Viticulture”, *Bulletin* 29 (11), (2006), 93-94.
- 109.** Amponsah, N.T., Jones, E.E., Ridgway, H.J. and Jaspers, M.V., “Identification, potential inoculum sources and pathogenicity of

Botryosphaeriaceous species associated with grapevine dieback disease in New Zealand”, *Euro. Jour. Plant. Path*, 131, (2011), 467-482.

- 110.** Lecomte, P., Darrieutort, G., Laveau, C., Blancard, D., Louvet, G., Goutouly, J.P., Rey, P. and Guérin-Dubrana, L., “Impact of biotic and abiotic factors on the development of esca decline disease”, *Integrated Protection and Production in Viticulture, Bulletin 67*, (2011), 171-180.
- 111.** Martos, S., Andolfi, A., Luque, J., Mugnai, L., Surico, G. and Evidente, A., “Production of phytotoxic metabolites by five species of Botryosphaeriaceae causing decline on grapevines, with special interest in the species *Neofusicoccum luteum* and *N. parvum*”, *Euro.Jour.Plant. Path*, 121, (2008), 451–461.
- 112.** Spagnolo, A., Marchi, G., Peduto, F.A., Phillips, J.L. and Surico, G., “Detection of Botryosphaeriaceae species within grapevine woody tissues by nested PCR, with particular emphasis on the *Neofusicoccum parvum*/*N. ribis* complex”, *Euro. Jour.Plant. Path*, 129, (2014), 485–500.
- 113.** Punithalingam, E. and Holliday, P., “*Botryosphaeria ribis*. In: *Description of Pathogenic Fungi and Bacteria*”. Common wealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, (1973), 2 p.
- 114.** Pitt, W.M., Huang, R., Steel, C.C. and Savochia, S., “Identification, distribution and current taxonomy of Botryosphaeriaceae species associated with grapevine decline in New South Wales and South Australia”, *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 16, (2010), 258–271.
- 115.** Mohammadi, H., Armengol, J. and Banihashemi, Z., “Fungal trunk pathogens associated with grapevine decline in Iran”, *Phytopathology*, 98, (2008), 108p.
- 116.** Câmara, P.S., “*Botryosphaeria*, *Neofusicoccum*, *Neoscytalidium* and *Pseudofusicoccum* species associated with mango in Brazil”, *Fungal Diversity*, 61, (2013), 195–208.

117. Úrbez-Torres, J.R., Luque, J. and Gubler, W.D., “First report of *Botryosphaeria iberica* and *B. viticola* associated with grapevine decline in California”, *Plant Disease*, 91, (2007), 772p.
118. Larignon, P. and Dubos. B., “The villainy of Black Dead Arm, Wines and Vines”, (2001), 86–89.
119. Kuntzmann, P., Vuillaume, S. and Bertsch, C., “Dispersal of *Botryosphaeria* spp. Conidia in vineyards”, in: 6th International Workshop on Grapevine Trunk Diseases, Florence Italy, (Sept 2008).
120. Larignon, P., Berud, F., Girardon, K. and Dubos, B., “Maladies du bois de la vigne et les pépinières, quelques éléments sur la présence des champignons associés, leur localisation dans le bois et les moments de contamination”, *Phytoma*, 592, (2006), 14-17.
121. Baskarathevan, J., Jaspers, M.V., Jones, E.E. and Ridgway, H.J., “Use of endogenous molecular markers to measure rain water splash dispersal of *Neofusicoccum* species in the vineyard”, *Phytopathologia Mediterranea*, 49, (2013), 107p.
122. Úrbez-Torres, J.R., Battany, M., Bettiga, L.J., Gispert, C., McGourty, G., Roncoroni, J., Smith, R.J., Verdegaal, P. and Gubler, W.D., “*Botryosphaeriaceae* species spore-trapping studies in California vineyards”, *Plant Disease*, 94, (2010), 717–724.
123. Surico, G., Marchi, G., Braccini, P. and Mugnai, L., “Epidemiology of esca in some vineyards in Tuscany (Italy)”, *Phytopath.Medit*, 39, (2000), 190–205.
124. Wicks, T. and Creaser, M., “Yearly variation in *Eutypa* dieback symptoms and the relationship to grapevine yield”, *Australian and New Zealand Grape grower and Winemaker*, 452, (2001), 50–52.
125. Galet, P., “Précis de pathologie viticole”, 3<sup>ème</sup> éd, (1999), 81-86.
126. Dubos, B. and Larignon, P., “Fungi associated with esca disease in grapevine”, *Euro. Jour. Plant. Path*, 103, (1997), 147–157.

- 127.** Dubos, B., “Mise au point sur les maladies de dépérissement dans le vignoble français”, *Le Progrès Agricole et Viticole*, 104, (1987), 135-141.
- 128.** Tabacchi, R., Fkyerat, A., Poliart, C. and Dubin, G.M., “Phytotoxins from fungi of esca of grapevines”, *Phytopath. Mediter*, 39,(2000),156–161.
- 129.** Le Gall, D .and Le Gat, Y., “Evaluation de la nuisibilité de l'eutypiose au vignoble”, *Ann .A.N.P.P*, 3, (1994), 1271-1285.
- 130.** Mimiague, J. et Le Gall, Y., “Bilan sur les enquêtes eutypiose dans le vignoble européen”, *Ann.A.N.P.P*, 3, (1994), 1263-1270.
- 131.** Duhamel, M.et Ferrandiz, P., “ESCA, BDA et Procédé génodique”, (mars 2014), 34-36.
- 132.** Goutouly, J.P., “Influence de la physiologie de la plante sur le développement de l'Esca”,*Compte-rendu de journée thématique“Les maladies du bois de la vigne”*,Villefranche/Saône, (novembre 2010), 20 p.
- 133.** Magnin-Robert, M., Letousey, P., Spagnolo, A., Clement, C. et Fontaine, F., “Forme apoplectique de l'Esca: altération précoce de la physiologie de la plante”, *Compte-rendu de journée thématique “Les maladies du bois de la vigne”*,Villefranche/Saône, (novembre 2010), 22 p.
- 134.** Shigo, A.L., Pottle, H.W. and Blanchard, R.O., “Biological control of wood hymenomycetes by *Trichoderma*”, *Plant Disease Report*, 61, (1977), 687-690.
- 135.** Rioux, D., “Le compartimentage: un moyen de défense des arbres”, *L'éclaircie du service canadien des forêts (Centre de foresterie des Laurentides)*, n°65, (2011), 1p.
- 136.** Roignant, A., “Maladies du bois de la vigne1er produit de lutte biologique pour lutter contre l'Eutypiose sur vigne”, *Communiqué de presse*, (janvier 2010), 18-20.

- 137.** Sentenac, G., Larignon, P., Molot, B., Viguès, V. et Kuntzmann, P., “Evaluation de l'efficacité de fongicides et d'agents biologiques utilisés dans la lutte contre les maladies du bois Esca et BDA, Premiers résultats d'expérimentations menées sur le terrain”, Rencontre Technique: Les maladies du bois en Midi-Pyrénées (Station Régionale ITV Midi-Pyrénées), (2004), 28-33.
- 138.** Fourié, P.H. and Halleen, F., “Chemical and biological protection of grapevine propagation material from trunk disease pathogens”, European Journal of Plant Pathology, 116, (2006), 255-265.
- 139.** Larignon. P., “Description des symptômes des maladies du bois: Eutypiose”, Institut Français de la Vigne et du Vin, (août 2008), 4p.
- 140.** Munkvold, G.P. and Marois, J.J., “Factors associated with variation in susceptibility of grapevine pruning wounds to infection by *Eutypa lata*”, Phytopathology, 85, (1995), 249-256.
- 141.** Sosnowski, M.R., Creaser, M. and Wicks, T., “Evaluating fungicides as pruning wound treatments to control eutypa dieback”, The Australian and New Zealand Grape grower and Winemaker, 485, (2004), 51-53.
- 142.** Halleen, F. and Fourie, P.H., “Protection of grapevine pruning wounds against fungal infections”, In Proceedings Of the 4<sup>th</sup> international Workshop on grapevine trunk diseases, (2005), 94p.
- 143.** Camps, C., “Etude transcriptomique de la réponse de la vigne (*Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon) au champignon ascomycète vasculaire *Eutypa lata*, responsable de l'eutypiose”, Université de Bordeaux Segalen, (2008), 129 p.
- 144.** Irelan, N. and Gubler, W.D., “Efficacy testing of *Eutypa* chemical and biological control candidates with DNA-based diagnostics”, Winegrowing, (1999), 48–55.

145. Bester, W., Crous, W. and Fourié, P.H., "Evaluation of fungicides as potential grapevine pruning wound protectants against *Botryosphaeria* species", *Australasian Plant Pathology*, 36, (2007), 73–77.
146. Chet, I., "Innovative Approaches to Plant Disease Control", New York, NY, USA, (1987), 137–160.
147. Hunt, J.S., "Evaluation of *Trichoderma* as biocontrol for protection against wood invading fungi implicated grapevine trunk diseases", *Phytopathologia Mediterranea*, 40, (2001), 485 p.
148. Di Marco. S., "Experiments on the control of esca by *Trichoderma*", *Phytopath. Medit*, 43, (2003), 108–115.
149. Ferreira, J.H.S., Matthee, F.N. and Thomas, A.C., "Biological control of *Eutypa Lata* on grapevine by an antagonistic strain of bacillus-subtilis", *Phytopathology*, 81, (1994), 283-287.
150. Schmidt, C.S., Lorenz, D. and Wolf, G.A., "Biological control of the grapevine dieback fungus *Eutypa lata*, Iscreening of bacterial antagonists", *Journal of Phytopathology*, 149, (2001), 427-435.
151. Anonyme., [www.cartograf.fr](http://www.cartograf.fr), (2013).
152. Cheliff, A.B., "Rapport de synthèse sur l'évaluation des ressources en eau et en sols", Directeur d'Aménagement Hydraulique de la Wilaya de Chlef, Synthèse Mission I, Chlef,(2003) ,5-13.
153. Agence National de Développement de l'Investissement., "Monographie de la wilaya de Chlef", Guichet Unique Décentralisé de Blida, (2012), 3-17.
154. Agence National de Développement de l'Investissement., "Monographie de la wilaya de Blida", Guichet Unique Décentralisé de Blida, (2012), 3-17.
155. Ippolito, A., Maurantonio, V. and D'anma, R., "Role infected seeds of citrus rootstocks with spract of malsecco disease international society of citrus", (1992), 877-87.

- 156.** Ippolito, A., “Dannosita delle maldttie lecture presentation”, universita de jli studi d Bari, (2007), 18p.
- 157.** Pollastro, S., Dongiovanni, C., Abbatecola, A. and Faretra, F., “Observations on the fungi associated with esca and on spatial distribution of esca-symptomatic plants in Apulian (Italy) vineyards”, *Phytopathologia Mediterranea*, 39, (2000), 206–210.
- 158.** Pollastro, S., Pichierra, A., Masiello, N., Habib, W., Carlucci, A., Lazzizzera, C., Frisullo, S. and Faretra, F., “LI mal dell esca dell vite interventi diricera sperimentazione peril contenimento della malattia sud stampa”, BARI Italie, (2007), 32p.
- 159.** Jonhston, A. and Booth, C., “Plant pathologist pocket book”, 2<sup>nd</sup> Ed Common wealth Mycological Institute, Kew, Surey, England, (1983), 439p.
- 160.** Phillips, A.J.L., “*Botryosphaeria* species associated with diseases of grapevines in Portugal”, *Phytopathologia Mediterranea*, 41, (2002), 3–18.
- 161.** Fischer, M., “Fungi associated with Esca of grapevine in Germany”, *Vitis*, 42, (2002), 109-116.
- 162.** Larignon, P., “Contribution à l'identification et au mode d'action des champignons associés au syndrome de l'Esca de la vigne”, th. Doc, univ. Bordeaux II, (1991), 238 p.
- 163.** Munkvold, G.P. and Marois, J.J., “*Eutypa dieback* of sweet cherry and occurrence of *Eutypa lata* perithecia in the central valley of California”, *Plant Disease*, 78, (1994a), 200–207.
- 164.** Fontaine, F., “Détection précoce de l'esca et impact sur la physiologie de la plante”, Université de Reims, Laboratoire Stress, Défenses et Reproduction des Plantes, Journée thématique de l'ISVV, (2010), 23p.
- 165.** Mattii, G.B. and Gorini, A., “Physiological Alterations in esca diseased vines”, Dep.Hortic. Univ.Florence, Italy, (2009),46-50.

- 166.** Fallot, J., Deswartes, C., Dalmayrac, S., Colrat, S. and Roustan, J.P. L'eutypiose de la vigne : Isolement d'une molécule synthétisé par *Eutypa lata* et toxique pour la vigne », *Sci.Paris, Science de la vie*, 320, (1997), 149-158.
- 167.** Van Niekerk, J.M., Calitz, F.J., Halleen, F. and Fourie, P.H., "Temporal spore dispersal 10 patterns of grapevine trunk pathogens in South Africa", *Euro. Jour. Plant. Path*, 127, (2010), 375–390.
- 168.** Larignon, P., "Identification des facteurs climatiques favorables à l'expression des symptômes de black dead arm de la vigne", *Compte-rendu de journée thématique "Les maladies du bois de la vigne"*, Villefranche/Saône, (nov 2010), 18p.
- 169.** Goulet, E., " Les Maladies du Bois au vignoble : Chercheurs et Techniciens autour de la table", *Compte rendu de journée thématique sur les maladies du bois (IFV, Toulouse)*, (2008), 3 p.
- 170.** Dubos, B., "Les maladies cryptogamiques de la vigne champignons parasites des organes herbacés et du bois de la vigne", *Edition Ferret (2<sup>ème</sup> édition)*, (2002b), 200 p.
- 171.** Dubos, B., "Maladies cryptogamiques de la vigne", *Bordeaux, Editions Féret*, (2002a), 207p.
- 172.** Kuntzmann, P., Villaume, S. and Bertsch, C., "Conidia dispersal of *Diplodia* species in a French vineyard", *Phytopathologia mediterranea*, 48, (2009), 150-154.
- 173.** Serra S., Mannoni M. A. and Ligios V., "Studies on the susceptibility of pruning wounds To infection by fungi involved in grapevine wood diseases in Italy", *Phytopathologia Mediterranea*, 47, (2008), 234-246.

174. Slippers, B., and Wingfield M. J., "Botryosphaeriaceae as endophytes and latent pathogens of woody plants: diversity, ecology and impact, *Fungal Biology*", *Reviews*, 21, (2007), 90–106.