

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université de Ghardaïa**



**Faculté des Sciences de la**

**Nature et de Vie et Sciences**

**de la Terre**

**Département de Biologie**

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de**

**MASTER**

**En : Sciences biologiques**

**Spécialité : Biochimie appliquée**

**Présenté par : AGOUN Ouafaa Sourour & ATTIA Fella**

**Thème :**

**Isolement et caractérisation des champignons  
associés au dépérissement des arbres fruitiers dans  
la région de Ghardaïa**

*Soutenu publiquement, le 03 Oct. 2020, devant le jury composé de :*

<b>M<sup>r</sup> Mahamedi A. E.</b>	Maître Assistant	Univ-Ghardaïa	Président
<b>M<sup>r</sup> Dif G.</b>	Maître Assistant	Univ-Ghardaïa	Examineur
<b>M<sup>r</sup> Djellid Y.</b>	Maître Assistant	Univ-Ghardaïa	Rapporteur

*Année universitaire : 2019-2020*

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université de Ghardaïa**



**Faculté des Sciences de la**

**Nature et de Vie et Sciences**

**de la Terre**

**Département de Biologie**

**Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de**

**MASTER**

**En : Sciences biologiques**

**Spécialité : Biochimie appliquée**

**Présenté par : AGOUN Ouafaa Sourour & ATTIA Fella**

**Thème :**

**Isolement et caractérisation des champignons  
associés au dépérissement des arbres fruitiers dans  
la région de Ghardaïa**

*Soutenu publiquement, le 03 Oct. 2020, devant le jury composé de :*

<b>M<sup>r</sup> Mahamedi A. E.</b>	Maître Assistant	Univ-Ghardaïa	Président
<b>M<sup>r</sup> Dif G.</b>	Maître Assistant	Univ-Ghardaïa	Examineur
<b>M<sup>r</sup> Djellid Y.</b>	Maître Assistant	Univ-Ghardaïa	Rapporteur

*Année universitaire : 2019-2020*

## **Remerciements**

Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.

La première personne que nous tenons à remercier est notre encadrant Mr Djellid Y., Maître Assistant à l'Université de Ghardaïa, pour ses précieux conseils et son aide durant toute la période du travail.

Nos vifs remerciements vont également aux membres du jury Mr Dif G., Maître Assistant à l'Université de Ghardaïa et Mr Mahamedi A. E., Maître Assistant à l'Université de Ghardaïa, pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail.

Nos remerciements sont adressés également aux ingénieurs et techniciens du laboratoire de recherche du département de Biologie, Université de Ghardaïa, ainsi qu'à toute personne ayant participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

## *Dédicace*

*C'est avec grand plaisir que je dédie ce modeste travail :*

*À celle qui a été toujours la source d'inspiration et de courage ma mère*

*À celui qui a inséré le gout de la vie et le sens de la responsabilité mon père*

*À mes chers frères ABD EL KADER MABROUK .YOUSSEF. ABD EL*

*SAMAD et chères sœurs DJAMILA. HALIMA. RANDJA. FASIMA*

*qui m'ont soutenu tout au long de ma carrière scolaire.*

*À tous mes amis de la promotion de 2<sup>ème</sup> année Master Biochimie appliquée.*

*À Toute personne qui occupe une place dans mon cœur.*

*Fella*

## DEDICACE

*Je dédie ce travail :*

*À mes très chers parents en témoignage, de mon profond respect et de l'amour que j'éprouve à leurs égards. Je vous exprime toute ma gratitude pour les sacrifices que vous avez consentis. Vous m'avez donné toute l'attention et tout l'amour qu'un être puisse espérer.*

*Merci pour vos instructions, votre soutien, que le tout puissant vous accorde une bonne santé et longue vie.*

*À mes chers frères Mohamed , Mazen et Djamel Pour leur soutiens et leur implication.*

*À mes chères tantes Fatiha, Nacera et Mohsina que Dieu vous protège et vous rend heureuses.*

*À toute la famille AGOUN et KHRAÏS.*

*À mes enseignants dont le grand plaisir leurs revient en premier lieu pour leurs conseils, aides, et encouragements.*

*À mes chères Aicha ,Fella , Racha , Imane, Ikram, Radia ,Ahlem Lina et Feriel .*

*Je n'oublie bien évidemment pas mes copines de travail Naziha, Imane Hayet, Khadidja, Amina et Sara .*

*Wafa*

## Table des matières

Remerciements

Dédicace

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des tableaux 10

Liste des figures

Résumé

Abstract

ملخص

Introduction.....	1
CHAPITRE I : Synthèse bibliographique.....	2
1. Importance de l'arboriculture fruitière.....	2
1.1. Dans le monde.....	2
1.2. En Algérie.....	2
2. Les arbres fruitiers étudiés.....	2
2.1. Origine géographique.....	2
2.2. Distribution actuelle.....	3
3. La Classification botanique des orangers.....	3
3.1. Taxonomie.....	3
3.2. Les variétés d'oranger.....	4
3.3. Morphologie de la plante hôte ( <i>Citrus sinensis</i> ).....	6
3.3.1. Le système racinaire.....	6
3.3.2. Le système aérien.....	7
4. Les principales étapes de la vie de l'arbre.....	9
5. La croissance et développement d'arbre.....	10
5.1. Le développement du fruit.....	10
5.1.1. La nouaison.....	10
5.1.2. Le grossissement.....	10
5.1.3. La maturation.....	10
5.2. Le développement floral.....	10
5.2.1. La floraison.....	10
5.2.2. La pollinisation.....	11

5.2.3. La fécondation .....	11
5.3. La croissance végétative.....	11
6. Exigences pédoclimatique .....	12
6.1. Le climat.....	12
6.2. La température.....	12
6.3. L'humidité.....	12
6.4. Les précipitations .....	12
6.5. Le sol.....	13
7. Pathologie chez les agrumes .....	13
7.1. Pathologie physiologique .....	13
7.1.1. Le pourrissement des racines.....	13
7.1.2. Carence en minéraux .....	13
7.1.3. Fentes de fruit .....	14
7.2. Maladies .....	14
7.2.1. Maladie causée par les bactéries.....	14
7.2.2. Maladies cryptogamiques .....	15
7.2.3. Maladies causées par les virus.....	17
7.3. Les ravageurs.....	18
7.3.1. Acariens .....	18
7.3.2. Nématodes .....	18
7.3.3. Insectes .....	19
8. Généralités sur le poirier, <i>Pyruscommunis</i> .....	20
8.1. Origine.....	20
8.2. Importance économique .....	21
8.2.1. Dans le monde .....	21
8.2.2. En Algérie.....	21
8.3. Systématique et description botanique.....	22
8.3.1. Systématique.....	22
8.3.2. Description botanique.....	41
8.4. Exigences agro-écologiques .....	41
8.4.1. Vernalisation.....	41
8.4.2. Température.....	42
8.4.3. Sols .....	42

6.5. Principales variétés de poirier cultivées en Algérie .....	42
9. Pomme : <i>Malus domestica</i> Borkh .....	43
9.1. Position taxonomique .....	43
9.2. Origine du pommier .....	44
9.3. Position systématique .....	44
9.3.1. Classification classique .....	44
9.3.2. Classification botanique .....	45
9.3.3. Les différentes appellations .....	46
9.4. Etude botanique du pommier .....	46
9.4.1. Système racinaire .....	46
9.4.2. Rameaux .....	47
9.4.3. Feuilles .....	47
9.4.4. Fleurs .....	47
9.4.5. Fruit .....	47
9.4.6. Graine .....	49
9.2. Cycle de développement du pommier .....	49
9.2.1. Cycle végétatif annuel .....	49
9.2.2. Principales variétés de pommier .....	51
9.3. Importance de la plante .....	52
9.3.1. Importance agronomique .....	52
9.3.2. Importance économique .....	53
9.4. Exigences pédoclimatiques du pommier .....	54
9.4.1. Exigences édaphiques .....	54
9.5. Principaux ravageurs et maladies du pommier .....	56
CHAPITRE II : Matériel et méthodes .....	57
1. Présentation de la région d'étude .....	57
1.1. Situation géographique .....	57
1.2. Climat .....	58
2. Échantillonnage .....	58
3. Isolement et identification des champignons .....	60
3.1. Préparation des échantillons .....	60
3.2. Isolement et purification .....	60
3.3. Identification macroscopique et microscopique des isolats .....	61



3.3.1. Aspects macroscopiques.....	61
3.3.2. Aspects microscopiques.....	61
3.3.3. Microphotographie .....	64
CHAPITRE III. Résultats et discussion.....	65
1. Identification des isolats .....	65
1.1. Fréquence d'apparition des champignons dans la région de Ghardaïa .....	66
1.2. Fréquence d'apparition des champignons par hôte .....	67
1.3. Fréquence d'apparition des champignons par variété d'oranger .....	68
Conclusions et perspectives .....	70
Références bibliographiques.....	71

## Liste des abréviations

**C°** : degré Celsius

**cm** : centimetre

**PDA**: Potato Dextrose Agar

**T** : Température

**FAO** : Food agriculture organisation

**Ha**: hectare

**Qx** : quintaux

**%** : Pourcentage

## Liste des tableaux

<b>Tableau I.</b> Tableau récapitulant quelques caractères principaux de différentes variétés de l'oranger.....	4
<b>Tableau II.</b> Les différentes périodes de la vie d'un arbre d'oranger .....	9
<b>Tableau III.</b> Description botanique du poirier.....	41
<b>Tableau IV.</b> Les principales variétés de poirier cultivées en Algérie.....	43
<b>Tableau V.</b> Récapitulation de différentes variétés du pommier et leurs caractéristiques .	51
<b>Tableau VI.</b> Principales maladies du pommier.....	56
<b>Tableau VII.</b> Données climatiques de la région de Ghardaïa.....	58
<b>Tableau VIII.</b> Aspect macro et microscopique des isolats obtenus .....	65
<b>Tableau IX.</b> Fréquence d'apparition des champignons .....	66
<b>Tableau X.</b> Les différentes espèces de champignons et leur fréquence d'apparition par hôte.....	67

## Liste des figures

Figure 1. Morphologie d'un arbre d'oranger .....	6
Figure 2. Coupe transversale de fruit de <i>Citrus sinensis</i> (Polese, 2008). .....	9
Figure 3. La surface consacrée aux différentes Rosacées fruitières (Anonyme, 2011).....	22
Figure 4. Schéma d'une pomme: coupe longitudinale (a) et transversale (b) .....	48
Figure 5. Floraison du pommier (Photos originale, 2015).....	50
Figure 6. Evolution de la culture de pommier en Algérie durant la période (2003- 2013)	54
Figure 7. Situation géographique de la Wilaya de Ghardaïa .....	57
Figure 8. Courbe graphique des données climatiques de la région de Ghardaïa (W. M. O., 2020) .....	58
Figure 9. Exemples de symptôme observés au site d'échantillonnage.....	59
Figure 10. Diagramme d'échantillonnage.....	60
Figure 11. <i>Acremonium</i> , <i>Fusarium</i> et <i>Trichoderma</i> .....	62
Figure 12. <i>Penicillium</i> et <i>Pccilomyces</i> .....	63
Figure 13. <i>Alternaria</i> et <i>Ulocladium</i> .....	63
Figure 14. <i>Curvularia</i> et <i>Bipolaris</i> .....	64
Figure 15. <i>Phialophora</i> et <i>Exophiala</i> .....	64
Figure 16. Pourcentage d'isolement des champignons .....	67
Figure 17. Nombre d'isolats obtenu par hôte.....	68
Figure 18. Fréquence d'apparition des champignons par hôte .....	69

## Résumé

La présente étude porte sur l'isolement et l'identification des groupes fongiques associés à divers symptômes de dépérissement de trois arbres fruitiers (poirier, pommier et oranger) dans la commune de Daya Ben Dahoua de la Wilaya de Ghardaïa. Les champignons ont été isolés sur milieu PDA et identifiés par étude morphologique (macroscopique et microscopique) suivant les clés d'identification reconnues. Les isolats obtenus appartiennent à quatre genres fongiques, à savoir *Alternaria*, *Biscogniauxia*, *Phaeoacremonium* et *Phoma*. Le pommier est l'arbre le plus touché par les champignons avec plus de 34% des isolats obtenus, par contre le poirier est le moins touché avec moins de 9 % des champignons isolés

**Mots clés :** Daya Ben Dahoua, Ghardaïa, arbres fruitiers, dépérissement, champignons.

## Abstract

This study focuses on the isolation and identification of groups fungi associated with various symptoms of decline of three fruit trees (pear, apple and orange) in the province of Daya Ben Dahoua in the state of Ghardaïa. The fungi were isolated on PDA medium and identified by morphological study (macroscopic and microscopic) according to recognized identification keys. The isolates obtained belong to four fungal genera, namely *Alternaria*, *Biscogniauxia*, *Phaeoacremonium* and *Phoma*. Apple is the tree most affected by the fungi with more than 34% of the isolates obtained, while pear is the least affected with less than 9% of the fungi isolate.

**Keywords:** Daya Ben Dahoua, Ghardaïa, fruit trees, dieback, fungi

## ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى عزل وتحديد المجموعات الفطرية المرتبطة بمختلف الأعراض المرضية البادية على ثلاث أنواع من الأشجار المثمرة و هي الإجاص، التفاح و البرتقال في بلدية ضاية بن ضحوة بولاية غرداية. تم عزل الفطريات في وسط ملائم ( PDA ) و تم التعرف عليها بعد ذلك عن طريق دراسة مورفولوجية و استنادا إلى المراجع المختصة في المجال. العزلات المحصل عليها تنتمي إلى أربعة أنواع فطرية و هي *Alternaria*, *Biscogniauxia*, *Phaeoacremonium* و *Phoma*. شجرة التفاح هي الأكثر تضررا من الفطريات حيث تم تسجيل أكثر من 34% من العزلات ، و من ناحية أخرى فإن شجرة الإجاص هي الأقل تأثرا بأقل من 9% من الفطريات المعزولة.

**الكلمات المفتاحية :** ضاية بن ضحوة، غرداية، الأشجار المثمرة، موت الأشجار، الفطريات.

## *Introduction*

## **Introduction**

Depuis longtemps, l'homme s'est intéressé de prendre soin de ses arbres fruitiers, car dans le verger, a trouvé sa nourriture (fruits,...), un endroit de loisir et de détente, mais aujourd'hui avec le développement économique, le secteur fruitier a pris une autre orientation et constitue un intérêt industriel important dans les pays.

L'arboriculture, spéculation très importante de l'agriculture, constitue une véritable entreprise, hautement spécialisée, très exigeante en matière d'investissement, et la tendance aujourd'hui est dirigée vers la création de grands vergers et non plus aux petits vergers gérés familialement.

En Algérie, l'arboriculture occupe environ 6% de la surface agricole utile (SAU) (Anonyme, 2002). Cependant, à partir de l'année 2000, une nouvelle stratégie a été adoptée dans le secteur arboricole. Elle vise l'amélioration et le développement de la production et des rendements, vu leurs valeurs économiques et industrielles en encourageant les agriculteurs d'établir de nouveaux vergers dans des régions céréalières. Cette nouvelle dynamique, a contribué dans le développement d'activité parallèle, telle la création de nouvelles pépinières spécialisées (vigne, olivier, arbres fruitiers et agrumes), dans des régions possédant des conditions pédo-climatiques favorables et des traditions culturelles.

Ces dernières années le secteur arboricole fait face, à plusieurs difficultés et à de sérieux problèmes. Entre autres, un certain nombre de pathologies d'origine cryptogamiques et bactériennes a été apparu, dont des procédés de lutte existent et sont plus ou moins connus et maîtrisés par les intervenants dans le domaine de la protection phytosanitaire. En plus de ces derniers, s'ajoute les phytopathologies de type viral, qui causent des pertes considérables sur différents arbres fruitiers, et dont on reste incapable non seulement de diagnostiquer et d'identifier mais également de lutter contre.

L'ensemble de ces agents phytopathogènes, réduit non seulement la production en quantité, mais également la qualité fruitière. Les conséquences qui ont résultent se font sentir sur l'agriculture en particulier et sur l'économie d'une façon générale. Dans ce contexte, la présente étude sert à identifier la flore fongique associée au dépérissement des trois arbres fruitiers, oranger, pommier et poirier dans la région de Ghardaïa.

# **CHAPITRE I**

## *Synthèse bibliographique*

## CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

### 1. Importance de l'arboriculture fruitière

#### 1.1. Dans le monde

La culture des arbres fruitiers occupe une place importante sur le globe étant donné qu'elle est pratiquée dans tous les continents. Le pommier compte avec les Agrumes et les Bananes parmi les espèces fruitières les plus cultivées dans le monde en raison de sa souplesse écologique et de la grande popularité de son fruit (Boulay, 1961).

Selon les estimations de la FAO, la production mondiale du pommier s'élève en 2005 à environ 64 millions des tonnes. Elle était de 38 millions de tonnes en 1985.

#### 1.2. En Algérie

D'après Lupescu (1978), l'Algérie dispose de conditions pédoclimatiques assez favorables pour le développement de certaines espèces fruitières telles que les Agrumes, l'Olivier, le Figuier, le Palmier dattier et les espèces dites à noyaux et à pépins.

La production de ces dernières enregistre une augmentation notable, conséquence d'une augmentation régulière des superficies (Zereg, 1978).

Selon la FAO (2006), les rendements du pêcher ont atteint en 2005 4,06 qx/ha et ceux du pommier 4,09 qx/ha.

### 2. Les arbres fruitiers étudiés

#### 2.1. Origine géographique

Le genre *Citrus* est originaire des régions tropicales et subtropicales de l'Inde, de la Chine Méridionale, de l'Australie septentrionale et de la Nouvelle-Calédonie. La culture des orangers et des pamplemoussiers en Chine remonte à 2400 avant J. C (Manneret *al.*, 2005).

L'orange douce telle que nous la connaissons ne fera son apparition qu'au cours du XVe siècle lorsque des navigateurs portugais la découvrent en Chine. Par sa douceur, elle vaincra très vite l'orange amère. Une fois implanté dans le bassin méditerranéen, l'oranger



a été diffusé à travers le monde par les européens, Amérique du Nord et du Sud au XVIe siècle, Afrique du Sud au XVIIe siècle et Australie au XVIIIe siècle (Webber et Hebert, 1967).

## 2.2. Distribution actuelle

La culture de l'agrumes progresse peu à peu vers l'ouest, d'abord chez sumériens, puis dans l'ancienne Egypte. Bien que des orangeries fleurissent en Afrique du nord aux Ie et IIe siècles, les arabes n'introduiront le fruit qu'aux alentours de l'an mille. Et ce n'est qu'un demi-millénaire plus tard que l'orange douce, celle consommée de nos jours, apparaît dans nos contrées. Rapportée par les portugais de leur comptoir de Ceylan, elle s'acclimate rapidement dans les orangeries conçues spécialement à cet effet on retiendra notamment la magnifique de Versailles bâtie sous Louis XIV.

## 3. La Classification botanique des orangers

### 3.1. Taxonomie

Les agrumes appartiennent aux genres *Citrus*, *Fortunella* et *Poncirus*. Ces trois genres sont de la famille des *Rutaceae*.

D'après Swingle et Praloran (1971), la taxonomie des agrumes est la suivante :




- **Classe** : Dicotyledoneae.
- **Sous classe** : Archichlonideae.
- **Ordre** : Geraniales.
- **Famille** : *Rutaceae*.
- **Sous famille** : Aurantioideae.
- **Tribu** : Citreae.
- **Sous tribu** : Citrinae.
- **Genre** : *Citrus*.





Le genre *Citrus* est celui qui contient le plus d'espèces et de variétés d'agrumes commercialisées (Praloran, 1971).

### 3.2. Les variétés d'oranger

Il existe de nombreuses variétés d'oranges, mais un petit nombre d'entre se partagent le marché. Le tableau ci-dessous représente quelques variétés de l'oranger:

**Tableau I.** Tableau récapitulatif de quelques caractères principaux de différentes variétés de l'oranger

<p><b>Wachington</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Le fruit est relativement gros (200 à 250g), de forme sphérique.</li> <li><input type="checkbox"/> L'extrémité ou apparaît le navel est légèrement proéminente.</li> <li><input type="checkbox"/> Sa peau est d'épaisseur moyenne (5 mm) et sa chair est croquante, fine et sans pépins (Loussert, 1989).</li> </ul>	
<p><b>Salustiana</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> C'est une variété à chair non sanguine.</li> <li><input type="checkbox"/> Fruit est de forme sphérique sans pépin et très riche en jus</li> <li><input type="checkbox"/> Les feuilles sont nettement lancéolées semblables à celle des autres variétés d'orange.</li> <li><input type="checkbox"/> Arbre vigoureux, plutôt dressé de taille moyenne à grande (Chapot et Huet, 1963).</li> </ul>	
<p><b>Maltaise</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> C'est une variété demi-sanguine.</li> <li><input type="checkbox"/> Le fruit est de forme plutôt ovale, d'un poids de 100 à 180 grammes.</li> <li><input type="checkbox"/> La peau est plus ou moins lisse, de couleur orange et rouge sanguine.</li> <li><input type="checkbox"/> Le nombre de pépin est très réduit (de 0 à 3 maximum).</li> <li><input type="checkbox"/> Elle arrive à maturité fin Janvier jusqu'à début Avril (Hassainya, 2009).</li> </ul>	

<p><b>L'oranger doux</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ C'est un arbre fruitier de taille moyenne, à port sphérique.</li> <li>□ Les Feuilles vert sombre et ovales, persistantes, parfumées et légèrement ailées. Les fleurs sont blanches et très parfumées.</li> <li>□ Les fruits sont de taille moyenne et de coloration variable.</li> <li>□ La récolte des oranges s'effectue de novembre à mars/avril selon les variétés (Frély, 2015).</li> </ul>	
<p><b>Thomson</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ Cette variété fait partie des oranges blondes naval</li> <li>□ Maturation précoce.</li> <li>□ Une peau fine lisse et brillante. Ses fruits ont une chair plus grossière et moins juteuse.</li> <li>□ La production de cette variété s'échelonne de la mi-Novembre à Janvier (Mioulane, 1996).</li> </ul>	
<p><b>Valencialate</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ C'est une variété est très tardive, récolté d'Avril-Mai à Juin-Juillet.</li> <li>□ Leur poids des fruits est d'environ 170g.</li> <li>□ Leur peau, ferme et résistante, a une épaisseur de 4mm. Ce qui protège le fruit des chocs lors des manipulations (Loussert 1989).</li> </ul>	
<p><b>Moro</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>□ C'est une variété tardive qui fait partie des oranges sanguines.</li> <li>□ La récolte se situe entre le mois de Février et le mois de Mars.</li> <li>□ Elles diffèrent des oranges blondes par la présence des pigments qui colore l'épiderme et la pulpe d'une couleur qui tend vers le rouge-sang.</li> <li>□ La coloration rouge-sang progresse de façon centripète avec la maturation (Loussert 1989).</li> </ul>	

### 3.3. Morphologie de la plante hôte (*Citrus sinensis*)

L'oranger est un arbuste de taille moyenne de 12 mètre de hauteur avec un tronc unique au bois dur et une écorce mince et lisse (Harley *et al.*, 2006) (Fig.1).



**Figure 1.** Morphologie d'un arbre d'oranger

#### 3.3.1. Le système racinaire

Selon Loussert (1989), le développement du système racinaire de l'arbre adulte est avant tout en fonction des caractéristiques physiques du sol. Certes, il est démontré que la nature des porte-greffes joue aussi un rôle dans le développement et la localisation des racines. En règle générale, le système racinaire des agrumes est essentiellement localisé dans les premiers 100cm de profondeur.

Selon les fonctions du système racinaire, deux types de racine ont été mise en évidence :

##### 3.3.1.1. Les racines principales

Au nombre de deux à trois qui se développent jusqu'à deux mètre de profondeur. Elles assurent la fixation du plant.

##### 3.3.1.2. Les racines secondaires

Se divisent en fines racines constitué de chevelue racinaire qui absorbe les éléments minéraux et l'eau présents dans le sol en assurant la nutrition de l'arbre.

### **3.3.2. Le système aérien**

Il est constitué du tronc, à partir duquel se développent les branches charpentières, puis la ramification qui porteront les feuilles, les fleurs et les fruits.

#### **3.3.2.1. Le tronc**

Son développement est limité en hauteur à quelques dizaines de centimètres par la première taille de formation qui a pour effet de favoriser le développement des futures charpentières. C'est au niveau du tronc que se situe la ligne de greffe résultat de l'association de la variété et de porte-greffe.

Le tronc assure le transfert de la sève brute du système racinaire à la frondaison et la sève élaboré du système aérien vers les racines.

#### **3.3.2.2. Les ramifications**

Les branches charpentières limitées par la taille de formation, prennent naissance sur le tronc et se devisent en sous-charpentières qui à leur tour porteront les rameaux végétatifs, ces derniers se fructifier.

#### **3.3.2.3. Les feuilles**

Tous les agrumes sont des arbres à feuilles entières et persistants qui ont une durée de vie limité et les chutes interviennent naturellement en automne et au printemps quand les nouvelles pousses apparaissent (Bachès et Bachès, 2011). Cependant, les feuilles sont très déférentes et présente une grande variabilité de tailles et de forme selon les espèces, les variétés et l'âge de l'arbre et permettent souvent l'identification des agrumes.

Généralement, les jeunes arbres sont pourvus des feuilles plus larges et plus grandes que les arbres adultes.

#### **3.3.2.4. Les fleurs**

Les fleurs ont entre 2 à 4cm de diamètre, axillaires, parfumées, simples, ayant des étamines et des pistils fonctionnels. Le calice est lobé, composé généralement de 5 pétales avec des glandes d'essences aromatiques. Les étamines sont entre 20 et 40. Les pétales sont de couleur blanc-rosâtre, rose-violet vers l'extérieur chez le citron et rougeâtre chez les autres variétés d'agrumes. L'ovaire est surmonté d'un stigmate en masse composées de 8 à 18 locules, avec 4 à 8 ovules par locule, dans deux rangées (Somon, 1987).

### 3.3.2.5. Les fruits

Selon Kimball (1999); Polese (2008); Bachès et Bachès (2011) ; Haineault (2011), tous les fruits de *Citrus* sont identiques dans la structure sauf quand il s'agit des dimensions, de la forme et de la couleur. Ils sont composés d'une peau qui entoure une pulpe riche en eau. Celle-ci est constituée de l'extérieur à l'intérieur de :

#### *a. L'épiderme*

Composé de cires épicuticulaires en forme de plaques, la quantité de cette cire dépend de la variété, des conditions climatiques et de la croissance.

#### *b. L'écorce*

C'est la partie non comestible du fruit, il est formé de :

- **Le mésocarpe externe qui constitue le Flavédo**

Il est caractérisé par sa couleur jaune, verte ou orange. Il abrite les vésicules oléifères qui sont caractérisées par des parois très fines et fragiles qui renferment l'huile essentielle.

- **Le mésocarpe interne qui constitue L'Albédo**

Il est fait de cellules à structures tubulaires qui forment une véritable toile avec la plupart du volume tissulaire comprimé dans l'espace intercellulaire.

- **La pulpe**

C'est la partie comestible du fruit, elle est composée de l'endocarpe qui sont des fruits avec les carpelles dans lesquelles se trouvent les vésicules contenant le jus.

- **La Moelle**

La partie la plus interne du fruit est formée par un tissu spongieux similaire à celui de l'albédo.

- **Les pépins**

Ils proviennent, comme toutes les graines, de la fécondation ou fusion de deux cellules sexuelles (d'une part l'anthérozoïde de la graine de pollen et d'autre part l'ovule de l'ovaire).

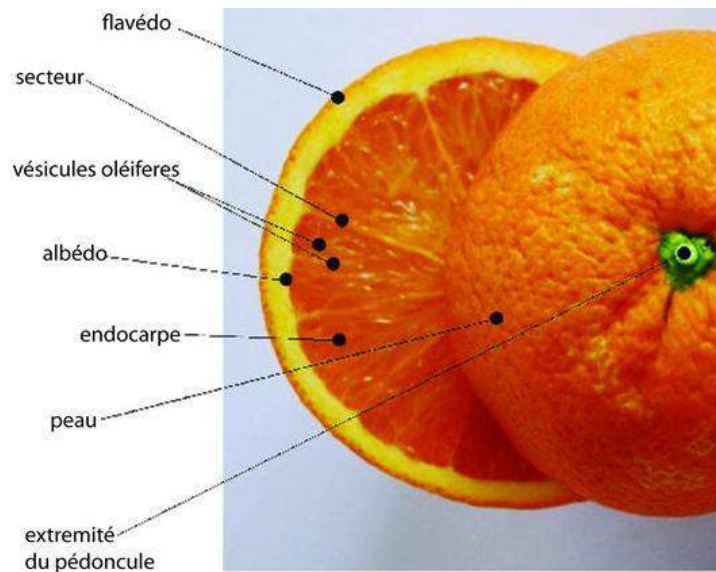


Figure 2. Coupe transversale de fruit de *Citrus sinensis* (Polese, 2008).

#### 4. Les principales étapes de la vie de l'arbre

Les principales étapes de vie de l'arbre sont résumées dans le tableau II.

Tableau II. Les différentes périodes de la vie d'un arbre d'oranger (Loussert, 1989)

Période	Caractères
<b>Elevage</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De 12 à 36 mois au niveau de la pépinière.</li> <li>- Commence avec les semis des graines pour la production du porte-greffe et se termine avec l'élevage du jeune plant.</li> </ul>
<b>Période improductive</b>	<p>Le jeune plant en provenance de la pépinière est âgé de 1 à 3 ans est mis en place sur le terrain de plantation. Une fois qu'il est installé, il développe son système racinaire et sa frondaison.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cette période est improductive car les floraisons peu abondantes, nécessitent des soins attentifs (irrigations, tailles de formation...)</li> </ul>
<b>Période d'entrée en production</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- De 5 à 7 ans, les premières floraisons et fructification apparaissent. L'arbre se fleurit et fructifie de plus en plus.</li> </ul>
<b>période de la pleine production</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- C'est la période la plus intéressante pour l'agrumiculteur, leur durée ne dépasse pas une vingtaine d'années.</li> <li>- Pendant cette période, le développement végétatif de l'arbre se stabilise et consacre son énergie à fleurir, à fructifier et à renouvelés ses ramifications</li> </ul>

<b>Période de vieillissement</b>	- L'agrumiculteur, dont les arbres sont place depuis 30 à 40 ans, sa production va être diminué progressivement, le renouvellement des pousses fructifères se ralentit, la frondaison est moins fournie.
<b>Période de décrépitude</b>	C'est la période où il est nécessaire de prendre la décision d'arracher les arbres, car ils deviennent affaiblis et sensibles à de nombreuses attaques parasitaires.  - Les récoltes sont faibles et les fruits produits sont de qualité médiocre.

## 5. La croissance et développement d'arbre

### 5.1. Le développement du fruit

Selon Loussert (1989), les trois étapes essentielles du développement du fruit sont :

#### 5.1.1. La nouaison

C'est la première étape du développement du fruit qui suit la fécondation, où le développement parthénocarpique en absence de fécondation complète.

#### 5.1.2. Le grossissement

Après la nouaison, le grossissement du fruit est rapide, les principaux facteurs qui influencent sur cette activité sont les conditions climatiques, l'âge et la vigueur de l'arbre.

#### 5.1.3. La maturation

Au cours des mois d'été, le fruit poursuit son développement en grosseur pour atteindre en octobre son calibre définitif.

La maturation du fruit se manifeste par le changement de coloration de son épiderme, et par la qualité de la teneur en jus de sa pulpe.

### 5.2. Le développement floral

Les principales étapes du développement floral sont :

#### 5.2.1. La floraison

La floraison chez les agrumes peut se produire la plupart du temps au printemps, de fin mars au début mai. Mais chez certaines espèces, les floraisons peuvent être échelonnées durant toute l'année.



Les chutes naturelles de fleurs sont importantes aux stades : bouton floral, fleur épanouies et en fin de floraison pour assurer un calibre convenable des fruits.

### **5.2.2. La pollinisation**

Le pollen est transporté par le vent ou par insectes, si le temps est humide et frais les insectes pollinisateurs sont peu actifs pour déclencher le développement pathénocarpique du fruit.

La germination des graines de pollen dans la fleur joue un rôle d'excitateur qui entraîne la fécondation complète et le développement de l'ovaire en fruit.

### **5.2.3. La fécondation**

- Les graines de pollen déposé sur le stigmate de la fleur germent en développant leur tube pollinique dans le style.
- L'anthérozoïde qui accompagne le tube pollinique sera ainsi acheminé jusqu'à l'oosphère.
- La fusion des deux gamètes anthérozoïde et oosphère est la phase ultime de la fécondation.

## **5.3. La croissance végétative**

Les taux de croissance sont très variables selon le climat, les pratiques agricoles, l'espacement d'arbre, le scion et le porte-greffe.

La croissance se manifeste sur les jeunes ramifications au cours des trois périodes,

- Au printemps (de la fin février au début mai) par la pousse de printemps, les ramifications s'allongent et développent de jeunes feuilles de couleur vert clair.
- En été (juillet-août) par la pousse d'été, le développement est plus ou moins vigoureux suivant les températures, les irrigations et la vigueur des arbres.
- En fin d'automne (d'octobre à la fin novembre) après la troisième pousse, dite pousse d'automne, la croissance assure en partie le renouvellement du feuillage.

## **6. Exigences pédoclimatique**

### **6.1. Le climat**

Les climats les plus adéquats pour les agrumes sont ceux des régions tropicales et subtropicales humides. On dit que les meilleurs fruits d'agrumes sont ceux des climats subtropicaux humides ou ceux des régions plus arides (c'est-à-dire le climat méditerranéens) (Rieger, 2002).

### **6.2. La température**

En générale, les agrumes ne peuvent être cultivés en plein terre sans protection que dans une zone côtière aux températures hivernales clémentes. Ailleurs, il sera souvent nécessaire de protéger les arbustes pendant l'hiver (Polese, 2008).

Les agrumes se mettent en repos de végétation si la température est inférieure à 12°C ou dépasse les 35°C. En effet, ces arbustes sont si sensibles aux basses températures, apprécient un froid relatif pour produire les meilleurs fruits (Courboulex, 2010).

### **6.3. L'humidité**

Une humidité atmosphérique élevée permet l'amélioration de la qualité gustative du fruit. Cependant, les agrumes s'accommodent mal d'une humidité de l'air excessive, ils sont alors victimes de parasites et de champignons. Par contre, en atmosphère trop desséchante, on peut constater des brûlures sur les feuilles et même sur le fruit (Courboulex, 2010).

### **6.4. Les précipitations**

Les moyennes annuelles de précipitations adéquates pour les agrumes sont comprises entre 1000 et 1200mm (Rebour, 1966).

Les agrumes vivent en climats saisonniers, ou dans des climats tropicaux qui assurent des précipitations régulières pendant toute l'année.

## 6.5. Le sol

Les agrumes comme toutes les plantes ligneuses, peuvent pousser sur différents types de sol (Purseglove,1968). Ils pénètrent dans le sol par l'intermédiaire de leurs racines pour assurer l'absorption des éléments nécessaires à leurs croissances et leurs développements (Loussert, 1989).

## 7. Pathologie chez les agrumes

Comme toutes les plantes, les agrumes sont victimes des champignons, de virus ou de carence alimentaire. Les symptômes sont variables et peuvent touchées l'arbre tout entier ou seulement le fruit (Fajinmiet *al.*,2011). Leurs conséquences sont généralement bien plus graves que celle dues aux ravageurs.

### 7.1. Pathologie physiologique

#### 7.1.1. Le pourrissement des racines

La principale cause du pourrissement des racines, reste l'irrigation excessive des arbres. Il peut résulter directement du manque d'oxygène dans la zone des racines (Manneret *al.*, 2005). Cela provoque un pourrissement au niveau des racines par des agents pathogènes.

#### 7.1.2. Carence en minéraux

Elles ne peuvent être diagnostiquées que par l'analyse foliaire ou par l'œil averti d'un professionnel (Courboulex, 2010). D'après Vernièreet *al.* (2003), la carence en éléments nutritifs peut être causée par :

- Le lessivage dû à l'irrigation excessive ou à la pluie.
- Insuffisance ou déséquilibre nutritionnel dans le sol, pH inadéquat.
- Une utilisation inexacte d'engrais. La carence en phosphore, en potassium, en azote et oligoéléments peut être.

Les carences se manifestent comme suit :

- Une décoloration variée de feuillage.
- Un raccourcissement des jeunes pousses.
- Une réduction de la qualité des fruits.

- Un abaissement du rendement.

### 7.1.3. Fentes de fruit

Les symptômes sont observés chez les fruits à peaux minces, Bien que sa cause exacte soit inconnue et qu'aucun agent pathogène n'a été mis en cause. Ce symptôme de croissance irrégulière des fruits est probablement provoqué par le climat ou par le manque d'irrigation et de fertilisation. L'addition du potassium comme engrais (vaporisé sur les feuilles) réduira ces fentes chez les fruits pendant quelques années (Tucker *et al.*, 1994).

## 7.2. Maladies

Les agrumes sont exposés à une large gamme de maladies cryptogamiques, bactériennes et virales qui peuvent affecter les feuilles, les racines, les fruits, et le xylème.

### 7.2.1. Maladie causée par les bactéries

#### 7.2.1.1. Le stubbornne :(Spiroplasmacitri)

C'est la maladie la plus répandue et la plus grave, surtout lorsqu'elle est associée à une autre virose principalement la psorose. Elle est transmise soit en pépinière par greffage ou bien dans le verger à partir d'arbre malade à des arbres sains par les cicadelles. Selon Fajinmiet *al.* (2011),ce mycoplasme présente les symptômes et dégâts suivantes :

- Aspect de feuilles de saule.
- Rameaux courts et coudés.
- Le limbe a tendance à s'enrouler de chaque côté de la nervure médiane.
- Les feuilles deviennent chlorotiques et tombent.
- Les fruits affectés sont généralement glandiformes avec variation dans l'épaisseur de la peau.
- En cas d'attaque grave, la pulpe est atteinte et devient aigre-amère avec une odeur désagréable.

#### 7.2.1.2. Le chancre bactérien des agrumes: (*Xanthomonascomprestris* PV .*Citri*)

Le chancre des agrumes est une maladie bactérienne provoquée par la bactérie *par Xanthomonascomprestris. pv.citri*. Cette maladie infecte toutes les parties aériennes de la plante.

Elle provoque des symptômes qui se traduisent par :

- Des petites taches translucides et lésions des feuilles, tiges, et fruit des arbres.
- Développement de pustules brun et liégeuses sur la tige des plantules.
- Eruptions verticalement et horizontalement, formant plaquettes rectangulaires (Gottwald *et al.*, 2002).

### 7.2.1.3. Bactériose

Causée par *Pseudomonas syringae* qui peut provoquer de sévère dommage en année humide et froide (Loussert, 1989). Elle se manifeste par présence de taches brun rouge sur les rameaux accompagnée d'un exsudat bactérien, ces taches peuvent apparaître également après la cueillette ce qui fait perdre beaucoup de la valeur et la qualité du fruit (Colombo, 2004).

## 7.2.2. Maladies cryptogamiques

### 7.2.2.1. Le Mal secco: (*Deuterophoma tracheiphila*)

Appelé aussi le dessèchement infectieux. C'est une maladie cryptogamique causée par *Deuterophomatracheiphila* (ACTA, 1990). Elle est dû à un excès de sel dans le sol et se développe dans les tissus conducteurs et entrave la circulation de la sève (Jamoussi, 1955).

Les premiers symptômes se manifestent par une légère chlorose qui ne frappe pas, en général toute la plante, mais se cotonne dans certains secteurs de l'arbre et une coloration des rameaux malade avec le jaune châtain et le bois de l'arbre avec le jaune marron (Passinetti, 1952).

### 7.2.2.2. La fumagine

Selon Loussert (1989), cette maladie est due à l'installation de *Capnodium citri* qui se développe sur le millet déposé sur les feuilles et les rameaux après une forte attaque des insectes homoptères comme, les cochenilles, les pucerons et les aleurodes. Les champignons forment une couche noirâtre et opaque sur les feuilles et les fruits ce qui diminue fortement l'activité photosynthétique. Si l'infection sur les feuilles se succède plusieurs années, la vigueur de l'arbre diminue.

### 7.2.2.3. La gommose

Appelée encore maladie du collet, la gommose est provoquée par un champignon qui appartient au groupe Péronosporales, du genre *Phytophthora* (Jamoussi, 1955). Son développement est favorisé par les sols mal drainés et l'humidité excessive (Polese, 2008).

Selon Ricci *et al.*, (1990) ; Ippolito *et al.*, (2004), ce champignon provoque :

- Des boursouflures et des plaques transparentes jaune clair d'épaisseur variable au niveau de l'écorce.
- Des exsudations de gomme au niveau du tronc et des branches et entraîne un jaunissement et flétrissement des feuilles sur les nervures.
- Affaiblissement des racines.
- Décoloration marron clair des fruits avec mycélium blanc sur la surface.

### 7.2.2.4. Pourriture verte

Causée par *Penicillium digitatum*. Elle est facilement détectable en raison de sa couleur caractéristique verte/ gris. Au début de l'attaque, l'écorce du fruit s'éclaircit et devient molle. Ensuite un duvet blanc se forme, puis s'étend de jour en jour et des spores vertes apparaissent dessus. A la fin, tout le mycélium est recouvert de spores vertes d'où le nom de pourriture verte elle est responsable des pertes économiquement significatives et dans le monde (Bancroft *et al.*, 1984 ; Eckert & Eaks, 1989).

### 7.2.2.5. Pourriture molle des racines

Cette pourriture est due à *Armillaria mellea*, qui s'installe de préférence sur les arbres affaiblis. La maladie apparaît généralement dans des foyers localisés et s'étend, de plus en plus, dans les plantations (Jamoussi, 1955).

Selon Guillaumin & Legrand (2005), ce champignon présente des symptômes après son installation qui sont :

- Un jaunissement et flétrissement des feuilles.
- Dépérissement progressif de l'arbre
- Une formation des rhizomorphes violacés sur la surface de la racine qui stimulent de petites racelles; ils sont constitués par des faisceaux de filaments mycéliens dont la couche externe durcit et forme une carapace de couleur brun clair avec des écailles brunes

#### **7.2.2.6. Pourriture noire du Fruit :**

Causée par *Alternaria citri* qui est un pathogène de blessures (grattages d'épiderme, plaie de coupe du pédoncule), mais il pénètre surtout dans les fruits par les ouvertures naturelles (ombilic, cicatrice stylaire, craquelures de base du pédoncule). Peu visible extérieurement, car le champignon s'installe en profondeur et nécrose la pulpe, sauf dans le cas d'une attaque sur lésions accidentelles. Elle provoque une pourriture noire du fruit, décoloration noire des graines et des taches brunes circulaires qui s'agrandissent, fusionnent et provoquent la pourriture des fruits (Isshikiet *al.*, 2001).

#### **7.2.2.7. Anthracnose:(*Colletotrichum* sp)**

C'est une maladie qui ne provoque pas des dommages particulièrement importants. Elle se manifeste sur les jeunes rameaux, les feuilles et les fruits. La pluie et l'humidité atmosphérique ainsi que les erreurs de taille sont des facteurs qui favorisent le développement de ce champignon (Colombo, 2004).

### **7.2.3. Maladies causées par les virus**

#### **7.2.3.1. La tristeza**

Maladie transmise par greffage et par insectes vecteurs comme le puceron, c'est une maladie qui est considérée comme la plus dangereuse des viroses des agrumes parce qu'elle est responsable de la mort de plusieurs millions d'arbres dans les pays où elle s'est propagée (Loussert, 1989).

Les symptômes se traduisent par des nécroses des vaisseaux du liber, tant dans la partie souterraine que dans la partie aérienne (Jamoussi, 1955). En effet, le virus commence ses attaques sur le chevelu radicaire (Klotz et Fawcett, 1952), puis la nécrose gagne de proche en proche la partie aérienne et à la fin, l'arbre dépérit et meurt (Fajinmi *et al.*, 2011).

#### **7.2.3.2. Les psoroses : agent causal *Citriovirus***

On rassemble sous le nom de la psorose, un groupe des maladies à virus désignés sous le nom de *Citriovirus* dont il existe plusieurs variétés, chacune étant responsable d'une forme de Psorose. Elle se transmet surtout par greffage (Jamoussi, 1955).

Cette maladie présente des symptômes caractéristiques qui se traduisent par une décoloration du limbe, des feuilles et des nervures centrales par une couleur vert clair ou

des taches jaunâtres qui sont visibles au verger et apparaît au printemps sur les jeunes feuilles (Loussert, 1989).

### **7.2.3.3. L'exocortis**

Maladie à viroïde transmise par greffage et par les outils de taille, elle se manifeste uniquement sur les arbres greffés au niveau du porte-greffe sensible (Loussert, 1989). Cependant, cette maladie ne cause pas actuellement de grave dommage, car le bigaradier est tolérant à l'exocortis contrairement au citrange qui est affecté par cette maladie. Ses symptômes se traduisent par un écaillage plus ou moins prononcé de l'écorce du porte-greffe, le greffon n'étant pas touché (Loussert, 1989).

## **7.3. Les ravageurs**

### **7.3.1. Acariens**

Plusieurs espèces d'acariens sont connues comme des parasites d'agrumes. Parmi ces ravageurs on trouve :

#### **7.3.1.1. L'araignée rouge**

D'après Colombo (2004), cet acarien tétranychidés favorise ses attaques lorsque le temps est particulièrement chaud et humide, il provoque l'apparition des cloques et une chute importante des feuilles et des fruits, aussi un ralentissement de la croissance à cause de sa soustraction de la sève au niveau de la plante.

#### **7.3.1.2. L'acarien des bourgeons (*Aceriasheldoni*)**

C'est un phytopte qui s'attaque aux bourgeons des agrumes, entre les sépales et les jeunes fruits ainsi que dans les autres endroits dissimulés de la plante, il provoque des excroissances et des malformations au niveau des feuilles, des fruits et des bourgeons (Bayer, 2018).

### **7.3.2. Nématodes**

Ce sont des verres microscopiques qui vivent dans le sol et qui attaquent les racines en causant de graves dommages qui se traduisent par un jaunissement des feuilles. Leurs attaques sont localisées au niveau des racines et radicelles des arbres sur lesquelles ils provoquent de graves dommages qui se traduisent par des nécroses et jaunissement des feuilles (Paraloran, 1971).



Généralement dans les sols déjà contaminés par les nématodes, l'humidité élevée de la terre et sa température sont autant des conditions qui favorisent son infestation. (Loussert, 1989).

### **7.3.3. Insectes**

Les insectes se développent sur les organes de l'arbre sont nombreux. Non seulement ils causent de graves dégâts, mais ce sont des vecteurs de maladies virales et bactériennes. Parmi les plus importants de la classe des insectes nous citons :

#### **7.3.3.1. La mineuse des feuilles (*Phyllocnistiscitrella*)**

C'est un lépidoptère qui appartient à la famille des Gracillidae et à la sous famille des *Phyllocitinae* (Balachowsky, 1996). Cet insecte s'attaque principalement aux jeunes pousses situés à l'extérieur de la ramure. La larve pond ses œufs à l'intérieur du limbe en formant des galeries argentées qui se nourrissent au sucre des feuilles, cela entraîne un ralentissement de la photosynthèse (Courboulex, 2010). Par la suite, les tissus attaqués se nécrosent ce qui entraîne dans la plupart des cas la chute des feuilles (Aubert, 1994).

#### **7.3.3.2. Les aleurodes**

Ce sont des homoptères dont leurs larves qui sont d'une taille minuscule de l'ordre de 0.8 à 1 mm de diamètre (Piguet, 1960). Elles représentent des attaques caractérisées par l'excrétion d'un abondant miellat sur la face inférieure des feuilles. Puis, elles forment une couche blanche visqueuse pouvant dépasser 1 mm d'épaisseur, ce miellat se recouvre rapidement d'un développement très important de fumagine (Loussert, 1989).

#### **7.3.3.3. Les cochenilles**

Se sont considérées comme l'ennemi le plus redoutable des agrumes qu'on trouve durant toute l'année sur les arbres (Medjdoub, 2014). Ces parasites se nourrissent de la sève de la plante, et secrète par la suite sur les fruits, les feuillages et les rameaux le miellat qui provoque une apparition massive de fumagine aggravant encore les dommages leur développement est favorisé par les températures clémentes et l'humidité du printemps et de l'automne (Polèse, 2008).

#### **7.3.3.4. Les pucerons**

Les pucerons ou aphides sont groupés le plus souvent sur le végétal hôte à l'endroit des jeunes pousses ou des jeunes feuilles (Hule et al, 1989). Sous leurs invasions, les

jeunes pousses s'enroulent, puis la partie la plus tendre des feuilles prend une forme incurvée. On observe également une sécrétion d'exsudat ou miellat sur lequel se développe la fumagine (Courboulex, 2010).

#### **7.3.3.5. Les diptères : La mouche méditerranéenne des fruits**

Considérée comme étant l'insecte le plus nuisible sur les agrumes. D'après Piguet (1960), ce diptère possède à l'état larvaire une armature buccale constituer deux solides crochets qui lui permettent de dilacérer la pulpe des fruits. Cela provoque l'apparition des taches chlorotique isolées qui donne naissance à un point mou qui devient rapidement brun et pourrit. Son attaque se traduit souvent par le murissement précoce puis la chute des fruits.

## **8. Généralités sur le poirier, *Pyrus communis***

### **8.1. Origine**

Originnaire d'Asie centrale, on retrouve sur de nombreux sites préhistoriques des pépins témoignant de sa présence dès l'époque néolithique. On pense même que la culture du poirier aurait débuté en Chine, plus de 4000 ans avant Jésus Christ. (Anonyme, 2010)

Le poirier a trouvé en Europe occidentale sa place depuis des temps immémoriaux. Les Grecs sont les premiers à apprécier les qualités gustatives de ce fruit qu'Homère appelait « cadeau des Dieux ». Par la suite, les Romains vont développer sa culture et la transmettre au fur et à mesure de leurs conquêtes. On leur doit les premières variétés : Pline, naturaliste romain, en mentionne quarante en 50 après J.C. (Anonyme, 2010)

Le poirier est cultivé en Europe et en Asie depuis les premiers temps. Des études paléontologiques ont révélé la présence du genre *Malus* à l'ère tertiaire. (Challice et wastwood, 1973)

L'introduction du poirier en Algérie est fort ancienne de par sa culture chez les aborigènes. Les poires que nous consommons à ce jour, sont nées pour la plupart au XIXe siècle. Citons la Bon-chrétien Williams obtenue vers 1796, la Conférence en 1885, la Doyenne du Comice en 1849, la Passe Crassane en 1845, Guyot en 1870. (Anonyme, 2010).

## 8.2. Importance économique

### 8.2.1. Dans le monde

La production mondiale de poires destinées aux marchés du frais et de la transformation a stagné jusqu'au début des années 90. Depuis, une progression annuelle régulière a été décelée pour atteindre 21,9 millions de tonnes en 2009. Les surfaces des vergers de poiriers ont augmenté en 2008 pour se stabiliser à 1,74 million d'hectares en 2009. Bien qu'une certaine diminution de la superficie mondiale a été enregistré entre 2006 et 2007, le niveau de production est resté à peu près constant depuis 2000. (Anonyme, 2009)

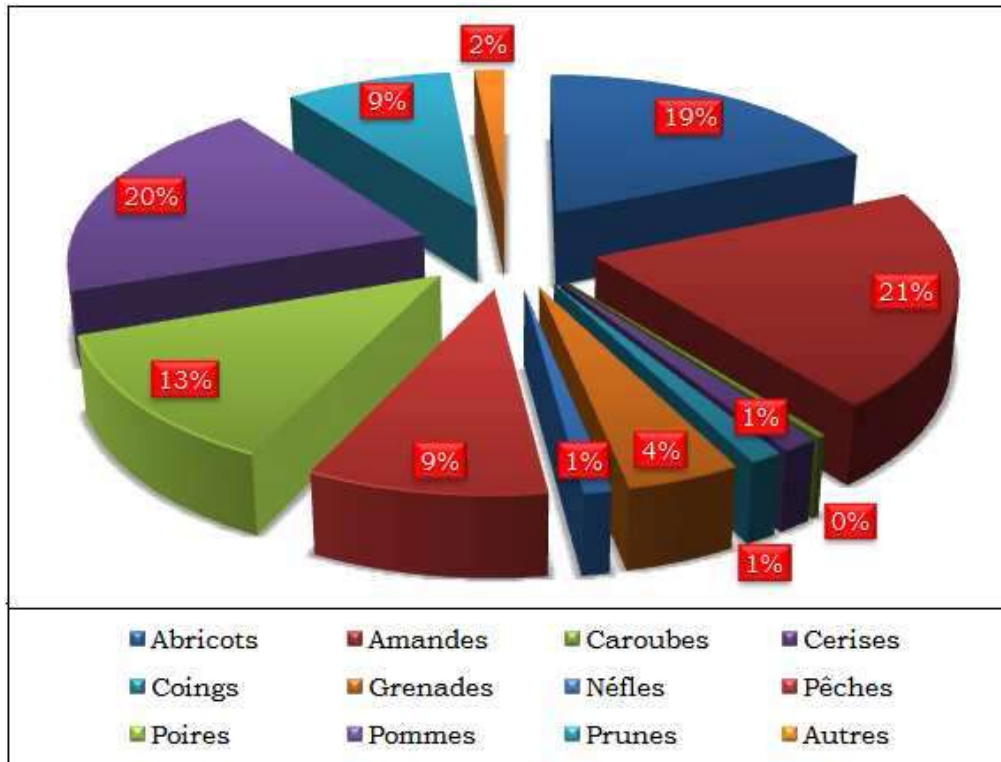
Le poirier est présent sur tous les continents. Il occupe une aire de culture étendue, un peu plus de 1 million d'hectares cultivés dans le monde. La production mondiale avoisine 20 millions de tonnes (poires à destination de l'industrie de transformation comprises). La progression a été environ plus de 6 millions de tonnes, depuis ces dix dernières années dans certains pays comme la Chine, la Corée, l'Afrique du Sud. (Berger, 2008).

### 8.2.2. En Algérie.

La culture du poirier est ancienne chez les autochtones ; elle est localisée dans les régions montagneuses, les arbres ne sont l'objet d'aucun soin et les fruits sont généralement médiocres. **Quezel et Santa (1962)** ont mentionné *Pyruscommunis* .L. avec 2 sous espèces : ssp. *Longipes* (Coss. et Dur.) Maire et ssp. *Gharbiana* (Trabut) Maire (Chouaki et al, 2006).

Le poirier a connu un certain essor en Algérie, la superficie du poirier a été augmentée de 12 940 ha en 1995 à 24 410 ha en 2003, ce chiffre connaît une augmentation jusqu'à 32 744 ha en 2010 où le poirier occupe 13% de la superficie totale des arbres fruitiers (Fig.3).

La production de poires en Algérie est passée de 583 560 Qx en 1995 à 1 161 440 Qx en 2003, alors qu'en 2010 la production est de 2 341 655 Qx, dont le poirier occupe la seconde place avec 19% dans la production fruitière après le pommier qui est de 30.72%.Le rendement est estimé à 95 Qx/ha. Les principales wilayas productrices de poirier sont : Ain Defla, Blida, Tipaza et Skikda (Anonyme, 2011).



**Figure 3.** La surface consacrée aux différentes Rosacées fruitières (Anonyme, 2011)

### 8.3. Systématique et description botanique

#### 8.3.1. Systématique.

D'après Gaussen *et al.* (1982), le poirier (*Pyrus communis* L.) est un arbre fruitier à pépins, il appartient à la famille des *rosacées* L. Le poirier est classé comme suite (Lafaon *et al.*, 1996)

**Règne :** Plantae

**Sous-règne :** Tracheobionta

**Division :** Magnoliophyta

**Classe :** Magnoliopsida

**Sous-classe :** Rosidae

**Ordre :** Rosale

**Famille :** *Rosaceae*

**Sous-famille :** Maloideae

**Genre :** *Pyrus*

**Espèce :** *Pyrus communis*

### 8.3.2. Description botanique

Le poirier a des feuilles caduques, alternes, simples entièrement dentées sur le bord, velues dans leurs jeunesse, à pétiole plus court (Sapin, 1978).

Les fleurs sont d'un blanc mêlé de rose, l'inflorescence est un corymbe portant 5 à 6 fleurs (Tasei 1978 in Pesson et Louveaux ,1984). Chaque fleur est constituée de 5 sépales, 5 pétales, 20 étamines à filet soudés, un ovaire à 5 carpelles renferment chacun 2 ovules, les 5 styles sont soudés à la base. La densité de fleurs est estimée à 5 -10 millions de fleurs par hectar . La formule florale :  $5S + 5P + (5nE) + 5C$ . Le réceptacle floral se développe et donne la partie comestible de fruit qu'est une drupe à mésocarpe charnu contournant cinq loges cartilagineuses. Elle est recouverte d'un épiderme mince renferment dans une pulpe très épaisse des parties cornées (carpelles) sur lesquelles sont fixées les pépins. Le fruita une taille et une couleur diverses selon les variétés (verte, jaune, rouge ou panachée) de gout sucré ou acidulé.

Le tableau suivant engendre une description botanique générale du poirier.

**Tableau III.** Description botanique du poirier

<b>Aspect,</b>	Ouvert ou divergeant, conique ou pyramidal, Élané ou colonnaire pleureur ou tombant, palissé de croissance normale.
<b>Taille</b>	7 et 10 m de haut et 3 à 5 m de large
<b>Fleurs</b>	Hermaphrodites de couleur blanche ou légèrement rosée.
<b>Feuilles</b>	Caduc de couleur vert luisant est touffu et bien dense.
<b>Fruits</b>	Savoureux, de couleur rouge, vert ou blanc selon la variété
<b>Pulpe</b>	blanche-crème brunit.

## 8.4. Exigences agro-écologiques

### 8.4.1. Vernalisation

Le poirier se développe dans des zones climatiques où la température hivernale reste au dessous de 7°C. Ses besoins en froid sont de l'ordre de 1200 à 1500 heures de

températures inférieures à 7,2°C. En phase de dormance, le poirier peut supporter sans en souffrir des températures allant jusqu'à -26°C (Walali et Skiredj ,2003).

#### **8.4.2. Température**

Des températures de 21 à 26°C sont les plus favorables à l'activité des abeilles au cours de la pollinisation. Les températures au-dessus de 27°C et au-dessous de 12°C et la faiblesse d'hygrométrie réduisent le calibre des fruits.

Des nuits fraîches et une luminosité intense durant la maturité sont très favorables à la bonne coloration des fruits. Par contre, des journées brumeuses accompagnées de précipitation ou de rosées matinales déprécient la couleur des fruits et favorisent le développement du russeting. (Walali et Skiredj ,2003). La variété William est sujette à une maturité précoce si des températures fraîches sévissent pendant les quelques mois qui précèdent la récolte. Le fruit présente alors une virescence, ramollit et se conserve mal en frigorifique. Le degré de ces altérations dépend d'un seuil critique des températures et de la durée d'exposition du fruit à ces températures. (Walali et Skiredj, 2003).

#### **8.4.3. Sols**

Le poirier s'accommode à une grande variété de sols dans la mesure où ils conservent suffisamment d'humidité et qu'ils soient bien drainés. Comme beaucoup d'espèces, le poirier se développe bien sur des sols profonds, fertiles, argilo-limoneux et riches en matière organique (Walali et Skiredj,2003).

### **6.5. Principales variétés de poirier cultivées en Algérie**

Il existe entre 4000 et 5000 variétés de poiriers mais seule une partie sont cultivées (Espiard, 2002). La variété la plus courante est la 'Conférence' 25 %, suivie de la 'Williams Bon Chrétien' 11 % et de 'l'Abate Fetel' 10 % (Deckers, Schoofs, 2005). Les variétés ont des périodes de production différentes : certaines sont dites d'été (la poire Williams, la Guyot, la Rocha), d'autres d'automne (la Comice, la Conférence), et les dernières d'hiver (la Passe Crassane par exemple). La saison de production de la poire est donc relativement longue.

Les variétés de poirier existantes en Algérie sont celles que l'on trouve sur le marché Européen, d'après le ministère de l'agriculture et le développement rural (2011). Le ministère a agréé et établi une liste de variétés de poirier autorisées à la production et à la

commercialisation en Algérie. Selon cette source, la circulation de ces variétés dans le pays est variable, dont deux variétés présentent une vaste circulation qui sont la Santa Maria et Williams Rouge selon le tableau IV.

**Tableau IV.** Les principales variétés de poirier cultivées en Algérie

Variétés	Appréciation général
<b>Dr. Jules guyot</b>	Variété intéressante par sa précocité, et sa fertilité à cultiver en plaines côtières et en altitude de moyenne de 300nm.
<b>Starkrimson</b>	Variétés intéressante par sa couleur rouge attrayante, à cultive en préférence en zone d'altitude moyenne de 300nm.
<b>Alexandrine a Douillard</b>	Variétés prédictive, parfois alternante mais toujours rentable à cultives en plaine ou en altitude moyenne de 300nm.
<b>Beurre Hardy</b>	Variétés fertile de grande vigueur, de mise à fruit un peu lente. ses fruits renferment des qualités gustatives excellentes.
<b>William's Rouge</b>	Variétés peu prédictive en raison du volume moindre des arbres son fruite est très attrayant surtout qu'il y a peu de variété rouge.
<b>Passe Crassane</b>	Variétés de mise à fruit un peu longue, elle donne une production régulière à partir de la sixième année.
<b>Santa Maria</b>	Variétés de mise à fruit de forme piriforme et de couleur jaune-vert ou rouge.

## 9. Pomme : *Malus domestica Borkh*

Est l'espèce fruitière la plus cultivée dans le monde en zone tempérée qui a des comportements végétatifs très différent suivant les variétés et se prête plus ou moins bien à l'élaboration de certaines formes (Jacques, 2010).

### 9.1. Position taxonomique (USDA-ARS, 2012; USDA-NRCS, 2012)

**Règne :** Plantes (règne végétal)

**Sous-règne :** Trachéobiontes (plantes vasculaires)

**Super-embranchement:** Spermatophytes (plantes à graines)

**Embranchement:** Magnoliophytes (plantes à fleurs)

**Classe :** Magnoliopsides (dicotylédones)

**Sous-classe :** Rosidées

**Ordre :** Rosales

**Famille :** *Rosacées*

**Sous-famille :** Amygdaloïdées

**Tribu :** Malées

**Sous-tribu :** Malinées

**Genre :** *Malus*

**Espèce :** *Malus domestica* Borkh.

## 9.2. Origine du pommier

Originaires du sud du Caucase, les premières pommes comestibles auraient suivi les migrations des peuples d'Asie vers l'Ouest et pénétré autour du bassin de la Méditerranée, plusieurs millénaires avant notre ère s'adaptant facilement à des climats tempérés, le pommier poursuit son apogée vers le Nord et l'Ouest de l'Europe. Au Moyen âge, le pommier est déjà l'arbre fruitier le plus répandu en France et en Angleterre, particulièrement en Normandie, où seront embarqués les premiers plants à destination de l'Acadie et de la Nouvelle-France (Martin, 2008).

## 9.3. Position systématique

Le pommier est actuellement classé dans le genre *Malus* qui selon Chevreau et Morisot (1985) est bien distinct du genre *Pyrus*.

### 9.3.1. Classification classique

Selon Guiheneuf (1998), le pommier est classé comme suit :

**Embranchement :** Spermatophytes

**Sous Embranchement :** Angiospermes

**Classe :** Dicotylédones

**Ordre :** Rosales

**Sous Classe :** Dialypétales

**Famille :** Rosacées



**Sous Famille** : Maloïdeae

**Genre** : *Malus*

**Espèce** : *Malus domestica* (BORKH) ; *Malus pumila* (LAMARCK) ; *Malus communis* (MILL)

La classification phyllogénétique selon Cronquist (1981) est la suivante:

**Règne** : Plantae

**Sous règne** : Tracheobionta

**Division** : Magnoliopsida

**Sous classe** : Rosidae

**Ordre** : Rosales

**Famille** : Rosaceae

**Sous famille** : Maloideae

**Genre** : *Malus*

**Espèce** : *Malus pumila*

### 9.3.2. Classification botanique

Le genre *Malus* appartient à la famille du rosier (Rosacées), qui comprend plus de 100 genres et 3 000 espèces réparties dans le monde entier, principalement dans les régions tempérées.

Des études paléontologiques ont révélé la présence du genre *Malus* à l'ère tertiaire. Depuis, plus d'un demi-siècle, de nombreux travaux d'hybridation ont été effectués à partir de *Malus floribunda* Sieb., *Malus micromalus* Mak., *Malus prunifolia* Borkh., *Malus astrsanguinea* Scnied, et d'autres espèces afin d'introduire des résistances aux maladies chez le pommier. Ceci a conduit certains chercheurs à dénommer le pommier cultivé *M. domestica* (Confais, 2004).

Dans la famille des Rosacées, les nombres chromosomiques de base sont :  $x=7$ ,  $x=8$  et  $x=9$ . Seule la tribu des Pomoïdes fait exception à la règle avec un nombre chromosomique de base  $x=17$ .

Les variétés de pommier appartiennent à deux groupes chromosomiques. Les variétés diploïdes ( $2n= 34$  chromosomes) : leur pollen et leurs ovules sont normalement constitués.

Elles présentent une méiose régulière et un pouvoir germinatif du pollen élevé (90 à 95%). Les variétés triploïdes ( $3n= 51$  chromosomes) : chez celles-ci, la constitution du pollen et des ovules est déséquilibrée. La méiose est irrégulière et le pouvoir germinatif du pollen est très faible (5 à 10%), occupant environ 15% des cultivars dans le monde. Ces variétés ont tendance à donner des fruits ayant peu de pépins et qui chutent facilement. Dans cette catégorie, nous pouvons citer Belle de Booskoopet Reinette du Canada (Confais, 2004).

### 9.3.3. Les différentes appellations

Les différentes appellations du pommier sont :

L'appellation grecque : Maila ;

L'appellation latine : *Malus, Malum* ;

Le nom anglais : Apple;

Le nom français : Pomme;

Le nom arabe et kabyle : teffah;

Le nom espagnol = Monzon(Ladjimi et Lafdal, 2007).

## 9.4. Etude botanique du pommier

Le pommier de plein vent mesure à l'âge adulte de six à neuf mètres de haut. Sa silhouette la plus naturelle est un port en dôme, ou tête arrondie, large de cinq à sept mètres et soutenue par un tronc généralement droit et court dont l'écorce gris-brun s'exfolie en larges et minces écailles. Il peut vivre jusqu'à deux cent cinquante ans (Delahaye et Vin, 1997).

### 9.4.1. Système racinaire

Il comprend des racines verticales et des racines horizontales, dont les proportions varient avec les porte-greffes et déterminent les capacités d'ancrage et de résistance à la sécheresse. L'activité des racines dépend de l'humidité, de la température et de l'aération du sol : croissance notable à une température de  $+7^{\circ}\text{C}$ , absorption minérale à partir de  $+12^{\circ}\text{C}$ , activité optimale vers  $+21^{\circ}\text{C}$  à  $+23^{\circ}\text{C}$  (Guihneuf, 1998). La partie centrale du système racinaire, le pivot, se double de ramifications successives. Les plus fines racines « les radicules » formant le chevelu, absorbent dans le sol l'eau chargée de sels minéraux

et d'oligo-éléments : azote, phosphore, potassium, calcium, magnésium, fer, cuivre (Delahaye et Vin, 1997).

#### **9.4.2. Rameaux**

Les rameaux du pommier sont caractérisés par une écorce brune, lisse à de nombreuses lenticelles, devenant rugueuse sur le vieux bois, mais non fendillée comme chez le poirier.

#### **9.4.3. Feuilles**

Les feuilles sont caduques, alternes, simples, entières, dentées sur les bords, velues à l'état juvénile, et possédant un pétiole plus court que chez le poirier. Ce pétiole est accompagné à sa base de deux stipules foliacées (Ziadi, 2001).

#### **9.4.4. Fleurs**

Les fleurs du pommier sont hermaphrodites, blanches ou rosées et la reproduction de l'espèce est assurée avec une allogamie prédominante, l'inflorescence du pommier est un corymbe à floraison centrifuge (Serhane,2010).

La fleur type des rosacées possède cinq sépales, cinq pétales, vingt étamines à filets libres. Les anthères ont une déhiscence longitudinale. Cette déhiscence s'effectue quelques heures après l'ouverture de la fleur, surtout en début d'après-midi ; les anthères libèrent un pollen lisse, possédant trois sillons germinatifs et peu adapté au transport par le vent (Trillot *et al.*,2002).

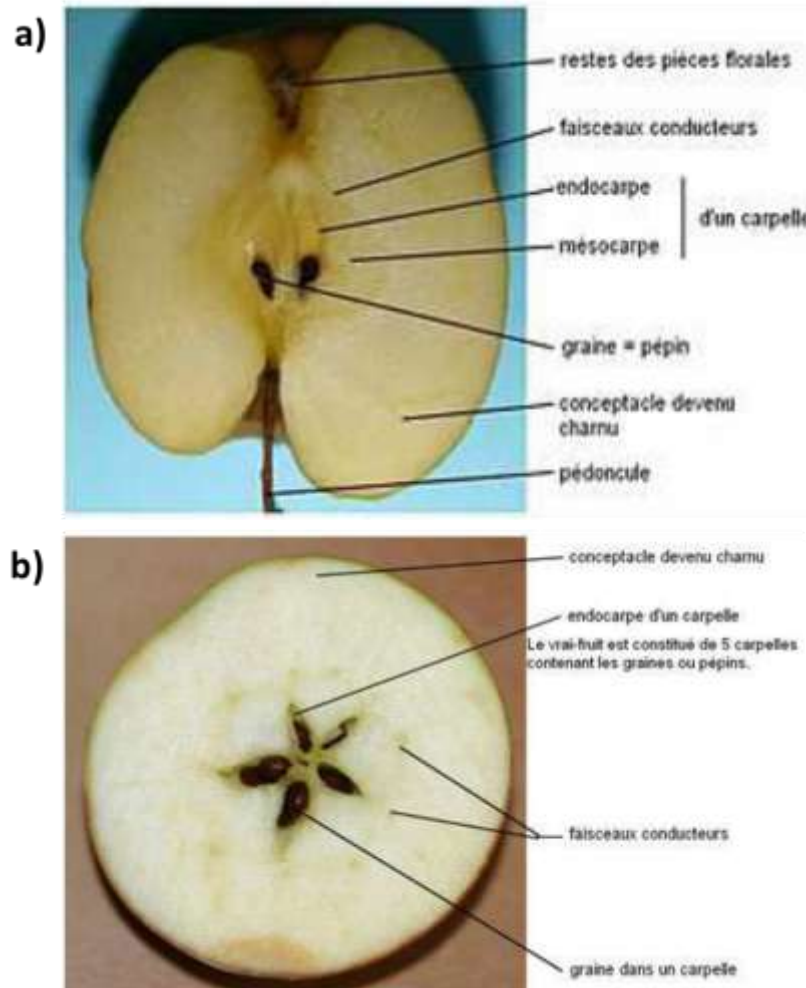
L'ovaire de la fleur de pommier étant infère (son pistil est au-dessous du niveau d'insertion des pétales), il se trouve protégé au fond d'une coupe. Après la fécondation, les parois du pistil et de la coupe se gonflent simultanément pour former le fruit (Delahaye et Vin, 1997).

#### **9.4.5. Fruit**

La pomme est un fruit charnu complexe, résultant du développement de l'ovaire de la fleur et des tissus soudés qui l'environnent : base des filets staminaux, base des pétales et des sépales (Trillot *et al.*,2002).

La pomme est considérée généralement comme une baie contenant des pépins. A la maturité, ce fruit est constitué extérieurement de trois zones (figure 4 et 5) :

- Le pédoncule et la cuvette pédonculaire ;
- La cuvette oculaire et l'œil ;
- La partie globuleuse qui s'étend entre les deux zones précédentes (Bourles, 2010) ;



**Figure 4.** Schéma d'une pomme: coupe longitudinale (a) et transversale (b)

Le fruit, pomacé et globuleux est ellipsoïde à obovoïde. Il est pourvu d'une cavité à la base et est habituellement pourvu d'une cavité au sommet. Il mesure généralement plus de 5 cm de diamètre et pèse 200 à 350 grammes. Sa couleur est variable : il peut être entièrement rouge, vert ou jaune, ou être bicolore et porter des rayures ou un lavis rouges sur fond jaune ou vert. Chaque fruit contient un cortex de chair (comestible) entre la peau et la limite du cœur, et un cœur formé d'une couche charnue enveloppant un endocarpe parcheminé constitué des cinq carpelles soudées. Chaque carpelle contient habituellement deux graines (Anonyme, 2014).

La qualité du fruit dépend de propriétés locales reliées au microclimat de la zone du fruit. Les deux critères de qualité d'apparence sont le calibre et le taux de recouvrement par la couleur (Mansour, 2004).

#### **9.4.6. Graine**

Les graines ou pépins sont lisses, luisantes, leur teinte brune caractérise le fruit mûr (Ziadi,2001). Dans chaque graine se trouve un embryon, plante en miniature dotée de réserves qui serviront à sa germination (Delahaye et Vin, 1997).

## **9.2. Cycle de développement du pommier**

### **9.2.1. Cycle végétatif annuel**

Chez l'arbre fruitier le cycle végétatif passe par plusieurs stades.

#### **9.2.1.1. Floraison**

Les dates et l'étalement de la floraison varient selon les variétés et les conditions de l'année, elles s'étalent de fin mars à fin mai (Trillot *et al.*,2002). L'époque de floraison moyenne correspond à la floraison des variétés Reine des Reinettes, Golden delicious, Reddelicious et Reinette du Canada grise. Les floraisons précoces arrivent avant, les floraisons tardives après cette période. Les floraisons tardives surviennent 15 à 20 jours après les floraisons moyennes.

Les variétés où la floraison est la plus étalée (10-15 jours) sont Akane, Golden delicious, Rene des Reinettes, cet étalement de floraison permet au pollen d'une variété de féconder une autre variété, dont la floraison est décalée par rapport à la sienne; la date de floraison moyenne des pommiers varie considérablement d'une année à l'autre (Gautier,2001).

Concernant le climat, les températures douces en automne et en hiver allongent la période de floraison, des températures fraîches au printemps retardent la floraison et accroissent l'étalement des époques de floraison des variétés. Les périodes de floraison varient aussi selon les situations géographiques (Trillot *et al.*,2002).

Les inflorescences apparaissent généralement au bout de dards (elles peuvent aussi pousser latéralement sur les rameaux de un an chez certains cultivars). Elles comprennent

4 à 6 fleurs et sont décrites diversement comme des corymbes, des grappes corymbiformes, des cymes ou des fausses cymes (Anonyme, 2014).



**Figure 5.** Floraison du pommier (Photos originale, 2015).

#### **9.2.1.2. Nouaison**

Après la chute des pétales, l’ovaire de la fleur se développe à la suite de la fécondation ; c’est la période de nouaison. Les fruits qui ne sont pas noués tombent peu après avoir jauni, et ces fruits noués poursuivent leurs croissances de façon intense pendant plusieurs semaines (Gautier, 1993).

#### **9.2.1.3. Maturation**

D’après Bretaudeau et Faure (1991), la maturité et la sénescence des fruits sont déclenchées à la suite de la diminution ou l’inactivation d’hormones de division et d’élongation (auxine, gibbérellines et cytokinines) et l’augmentation d’hormones de sénescence (acide abscéssique, éthylène) antagonistes des précédentes.

Au cours de la maturation, le fruit subit d’importantes transformations physicochimiques : grossissement, évolution de la couleur de l’épiderme et des pépins, baisse de la fermeté, régression de l’amidon, augmentation du taux de sucres solubles, diminution de l’acidité, dégagement d’éthylène (Trillot *et al.*, 1993).

Selon Bretaudeau et Faure (1991), les diverses variétés de pommier ont une maturité très échelonnée :

- maturité de juillet à septembre, ce sont les pommes d'été (Akane, Golden délicieux) en nombre relativement restreint, leur abondance sur le marché n'est pas souhaitable car elles seraient très sévèrement concurrencées par les fruits de saison : Cerises, Pêches, Prunes.

- maturité en octobre- novembre et Royal gala, maturité du décembre à mai répartie jusqu'à mai, le choix de ces pommes est très important Granysmith, Reinette (Bretauveau et Faure, 1991).

- à partir de juillet-août pour les variétés précoces, et jusqu'en décembre pour les plus tardives les pommes sont prêtes pour la cueillette (Delahaye et Vin, 1997).

### 9.2.2. Principales variétés de pommier

Il existe une gamme assez large de variétés susceptibles de convenir à des plantations commerciales (Gautier, 2001). Groupes reconnus par la distribution et le consommateur selon les critères suivants :

- Date de maturité de récolte en fonction de l'échelle de végétation.
- Couleur de l'épiderme très utilisée actuellement en particulier pour des raisons commerciales : variétés jaunes, vertes, rouges bicolores et reinettes

**Tableau V.** Récapitulation de différentes variétés du pommier et leurs caractéristiques

Variété	Origine	Couleur	Forme	sensibilité	Productivité
Anna	Palestine	Rouge	Hétérogène, allongée		moyenne
Dorset golden	Amérique latine	jaune	Arrondie		très forte
Akane	Japon	Rouge	-	(2) tavelure, (3) oïdium	moyenne
Reine des reinettes	France ou Hollande	Bicolore	Ronde aplatie	(4) l'alternance, acariens, puceron lanigère, (3) oïdium, tavelure, feu bactérien	bonne sur porte-greffe
Delbare stivale	France	Bicolore	Tronconique et régulière	en alternance à la tavelure, oïdium, feu bactérien	moyenne
Elstar	Pays-Bas	Rouge orangé à rouge vif foncé.	Aplatie à demi élevée, tronconique et régulière.	(2) oïdium pucerons acariens, feu bactérien	bonne

Gala orangé	Nouvelle Zélande	Rouge	Tronconique très régulières.	3) oïdium, acariens, tavelure et au feu bactérien, (4) chancre <i>Nectria galligena</i>	très bonne
Reddelicious	USA	Rouge moyen à très foncé	Tronconique et très côtelée	4) tavelure sur fruit, chancre papyracés, chancre <i>Nectria galligena</i> , acariens, (1) oïdium, feu bactérien.	moyenne à forte
Golden delicious	USA	Vert à jaune doré	Arrondie à tronconique	2) tavelure à l'oïdium, feu bactérien	forte à très forte
Reinette blanche de Canada	France	Jaune vert	Souvent asymétrique et aplatie	1) chancre <i>Nectria galligena</i> , Monilia et acariens. 1) tavelure, oïdium (4) feu bactérien.	bonne, mais elle est très sensible à l'alternance
Idared	USA	Bicolore	Ronde.	(2) oïdium, chancre <i>Nectria galligena</i> , feu bactérien	forte et régulière
Cox's orange Pippin	Angleterre	Bicolore rouge clair lavé ou strie	Sphérique, régulière et légèrement aplatie.	(2) Star Crack Virus, chancre <i>Nectria galligena</i> , <i>Phytophthora</i> , oïdium, tavelure.	moyenne
Braeburn	Nouvelle Zélande	Bicolore.	Elevée et irrégulière.	(2) chance, <i>Nectria galligena</i> , tavelure, oïdium, acariens et feu bactérien	très forte
Garny Smith	Australie	Vert vif.	Arrondie et tronconique	(2) oïdium et tavelure	forte
Fuji	Japon	Bicolore	Arrondie à cylindrique.	(2) tavelure, acariens, chancre <i>Nectria galligena</i> . (2) oïdium et feu bactérien	forte

(1) : peu sensible, (2) : sensible, (3) : moyennement sensible, (4) : très sensible.

### 9.3. Importance de la plante

#### 9.3.1. Importance agronomique

Selon Khemies (2013), en Algérie, l'arboriculture fruitière joue un rôle agronomique et socio-économique important, et ce, par sa contribution à :

- l'autosuffisance en matière de fruits frais et transformés,
- au développement du secteur agro-industriel,
- la valorisation et mise en valeur des zones de montagnes et de régions à microclimat,



- aux exportations agricoles,
- à la conservation des sols et à la lutte contre l'érosion,

### **9.3.2. Importance économique**

#### **9.3.2.1. Dans le monde**

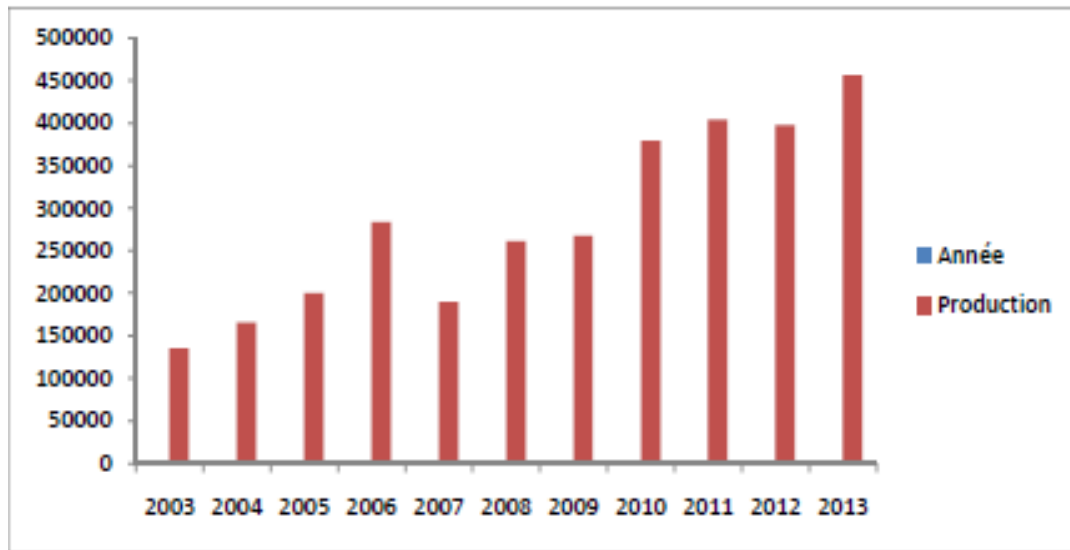
Le pommier est une culture fruitière majeure des régions tempérées dont la culture se situe majoritairement entre les latitudes 50° et 35° parallèles dans les deux hémisphères.

C'est la 3<sup>ème</sup> espèce fruitière la plus cultivée au monde, après les agrumes et les bananes. En 2012, la production mondiale de pommes s'élevait à 76 millions de tonnes environ (FAO, 2012). Près de la moitié de la production mondiale est assurée par la Chine, avec 39 millions de tonnes, tandis que celle de l'Union européenne représente 10.3 millions de tonnes de ce total, avec environ 11 millions de tonnes de pommes produites en moyenne pour la période de 2010-2012.

#### **3.2.2. En Algérie**

Si nous considérons les productions de pommes en Algérie, nous constatons qu'elles sont encore loin d'atteindre celles enregistrées dans les pays développés. Cette faiblesse des rendements peut être attribué à plusieurs facteurs dont :

- la non assimilation des techniques modernes à l'arboriculture par les agriculteurs algériens telle la technique de la taille.
- l'utilisation anarchique des portes greffes et variétés.
- la méconnaissance des techniques de production appliquées (fertilisation, entretien du sol, traitements phytosanitaires...) qui dans notre pays, leur application ne répond pas aux normes culturelles modernes de cette culture. Nous remarquons que durant la décennie considérée (2003-2013); les rendements sont en augmentation d'une année à l'autre, de même, la superficie a été doublée et la production a été multipliée par quatre (Fig.6).



**Figure 6.** Evolution de la culture de pommier en Algérie durant la période (2003- 2013)

## 9.4. Exigences pédoclimatiques du pommier

La culture du pommier s'étend dans toutes les zones tempérées de l'hémisphère Nord (30° à 60° de latitude N) et de l'hémisphère Sud (30° à 40° de latitude S), jusqu'à une altitude de 800 m (Guiheneuf, 1998).

### 9.4.1. Exigences édaphiques

Le pommier est capable de croître et de produire des fruits dans une gamme de sols aux caractéristiques physiques et chimiques très variables (Trillot *et al.*, 2002).

Le pommier s'adapte à de nombreux types de sol, d'argileux à limons sableux, mais les sols favorables sont profonds, sans excès d'humidité et de bonne structure, au PH de 6 à 6,5 dont la teneur maximale en calcaire actif se situe entre 12 à 15% (Guiheneuf, 1998). Les sols lourds argileux à forte capacité de rétention en eau doivent être évités autant que les sols à forte teneur en calcaire actif.

## 4.2. Exigences en eaux

La quantité d'eau nécessaire au pommier pour sa croissance et sa production varie de 700 à 900 mm/an. Les besoins en eau du pommier en période de végétation (mars à septembre) seraient de 600 mm. Les besoins les plus forts se manifestent en Juillet-Août (DouEl macane et Skiredj, 2003).

### 4.3. Exigence climatique

Le pommier est une espèce des zones tempérées, il nécessite une longue période de repos végétatif (Dou El macane et Skiredj, 2003). Au Moyen Orient, certains cultivars prospèrent sous un climat sub-tropical. On connaît également des cultivars de pommiers capables de pousser dans des conditions circumpolaires.

Du point de vue de la sensibilité au froid, le pommier se place parmi les espèces fruitières les moins exposées. Cependant, des gelées printanières tardives peuvent causer des dommages sur la production finale, et l'arboriculteur doit tenir compte des moyens à mettre en œuvre pour éviter ces dégâts (Trillot *et al.*, 2002).

Le besoin en froid est de 800 à 1000 heures à une température inférieure à 7°C. Les seuils de sensibilité au gel hivernal se situent entre 20 à 25°C (Guiheneuf, 1998). Des variétés à faibles besoins en froid ont été développées et ont permis l'extension de l'aire de culture du pommier. L'espèce peut résister jusqu'à -35°C en phase de dormance, mais les zones les plus favorables à la culture sont celles qui présentent des hivers froids et des étés modérément chauds et relativement humides (Dou El macane et Skiredj, 2003).

Concernant la période de végétation, la température moyenne est de 15°C, la durée de la période de végétation est déterminée le choix variétal. D'après Guiheneuf (1998), le besoin en eau est de 500 à 700mm -du débournement à la chute des feuilles- en fonction des conditions climatiques et des températures. 21 à 26°C sont les plus favorables à l'activité des abeilles au cours de la pollinisation. Des nuits fraîches et une luminosité intense durant la maturité sont très favorables à la bonne coloration des fruits. Par contre, des journées brumeuses accompagnées de précipitations ou de rosées matinales déprécient la couleur des fruits et favorisent le développement du russeting (Dou El macane et Skiredj, 2003).

## 9.5. Principaux ravageurs et maladies du pommier

Les principales maladies du pommier sont présentées dans le tableau VI.

**Tableau VI.** Principales maladies du pommier (Dib, 2010)

<b>Groupe</b>	<b>Nom français</b>	<b>Nom scientifique</b>
<b>Champignons</b>	La tavelure du pommier	<i>Venturia inaequalis</i> Cooke
	L'oïdium.	<i>Podosphaera leucotricha</i> Ell.&Ev
	Le chancre du collet	<i>Phytophthora cactorum</i> Lebert&Cohn
	La moniliose	<i>Monilia fructigena</i> Aderhold&Ruhl.
	Le chancre européen	<i>Nectria galligena</i> Bresad
<b>Bactéries</b>	Le feu bactérien	<i>Erwinia amylovora</i> Burrill
	Flétrissement des bouquets floraux	<i>Pseudomonas syringae</i> Van Hall
<b>Virus</b>	La mosaïque du pommier	<i>Genusilarvirus.</i>

# **CHAPITRE II**

## *Matériel et méthodes*

## CHAPITRE II : Matériel et méthodes

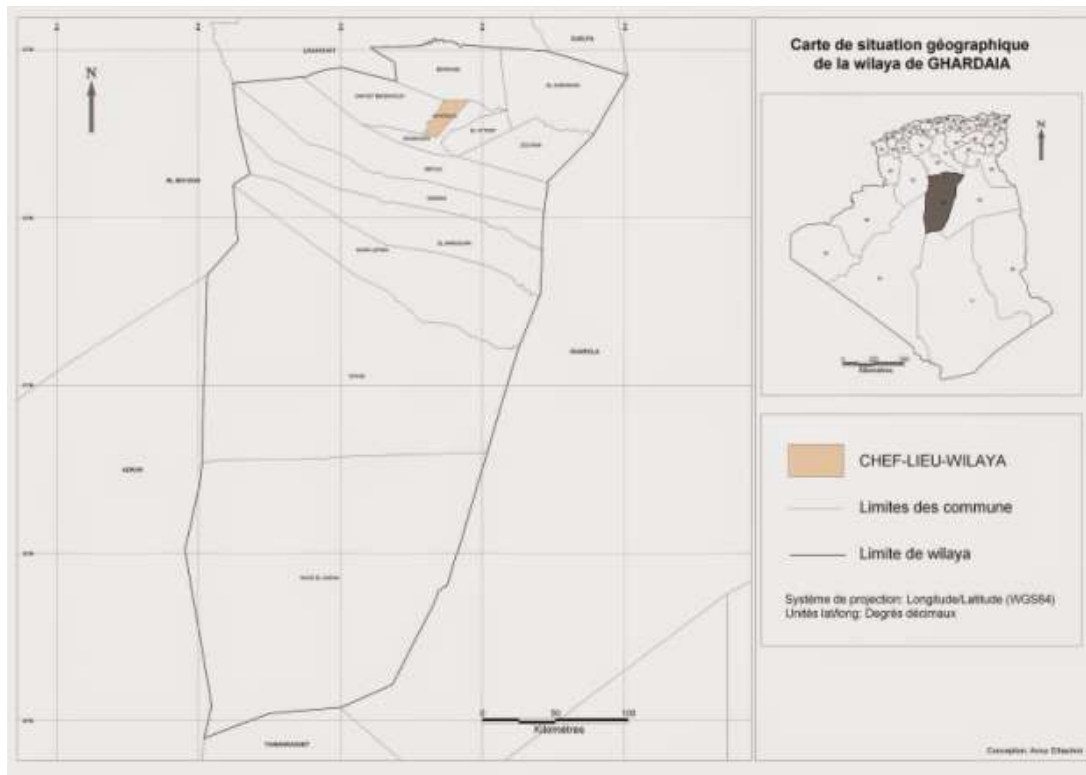
### 1. Présentation de la région d'étude

#### 1.1. Situation géographique

La Wilaya de Ghardaïa est située dans la partie septentrionale et centrale du Sahara (région Sud/Est) entre 4° et 7° de longitude Est et 35° et 36° de latitude Nord, avec une superficie de 86.560 km<sup>2</sup> ; le territoire de Ghardaïa s'inscrit exclusivement dans l'espace saharien (dorsale du M'Zab, Hamada, Grand Erg Occidental,...).

Ghardaïa est limitée:

- Au Nord par les Wilayas de Laghouat et Djelfa.
- A l'Est par la Wilaya d'Ouargla.
- Au Sud par la wilaya de Tamanrasset.
- A l'Ouest par les wilayas d'El Bayadh et Adrar.



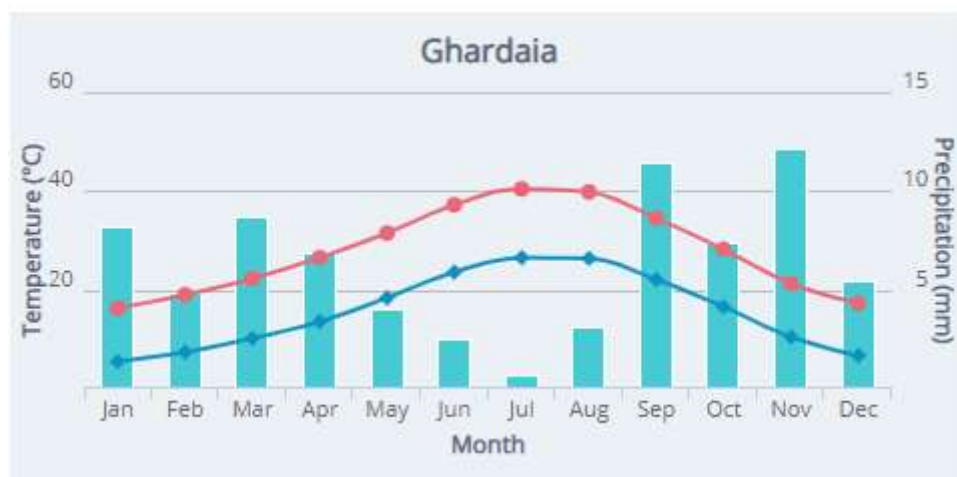
**Figure 7.** Situation géographique de la Wilaya de Ghardaïa

## 1.2. Climat

Le climat à Ghardaïa est désertique avec une très faible précipitation (68 mm/ an) et une température moyenne de 21 °C. En Novembre, les précipitations sont les plus importantes de l'année avec une moyenne de 12.1 mm. Le mois le plus chaud de l'année est celui de Juillet avec une température moyenne de 40.4 °C. Janvier est le mois le plus froid de l'année, avec une température moyenne de 21.7 °C (W. M. O., 2020).

**Tableau VII. Données climatiques de la région de Ghardaïa(W. M. O., 2020).**

mois	Température minimale quotidienne moyenne (° C)	Température maximale quotidienne moyenne (° C)	Précipitation totale moyenne (mm)	Nombre moyen de jours de précipitation
Jan	5.5	16.3	8.2	2.6
Feb	7.4	19.0	4.8	1.7
Mar	10.2	22.3	8.7	2.5
Apr	13.6	26.5	6.8	1.7
May	18.4	31.5	4.0	1.8
Jun	23.6	37.2	2.5	1.4
Jul	26.5	40.4	0.7	0.8
Aug	26.4	39.8	3.1	1.1
Sep	22.1	34.5	11.4	2.8
Oct	16.6	28.2	7.3	2.4
Nov	10.5	21.3	12.1	2.8
Dec	6.7	17.3	5.4	2.0



**Figure 8.** Courbe graphique des données climatiques de la région de Ghardaïa (W. M. O., 2020)

## 2. Échantillonnage

Les échantillons ont été prélevés durant le mois de Janvier 2020, à partir de différentes parties des arbres présentant des symptômes de pathologie (branches, feuilles

et fruits), dont on a observé une grande diversité quant aux formes et aux couleurs de nécroses.

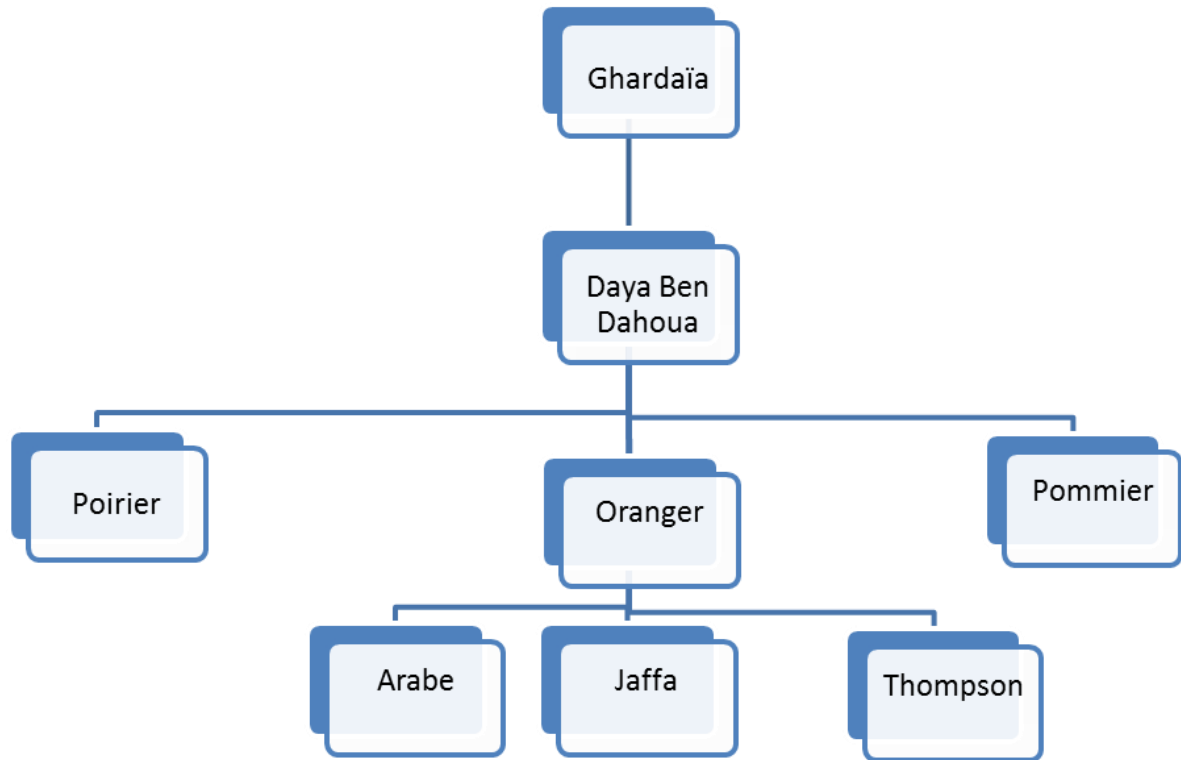
L'échantillonnage a concerné 03 cultivars d'Oranger (Arabe, Jaffa et Thompson), une variété de Poirier et une de Pommier (on n'a pas pu avoir leur nomination), dans la commune de Daya Ben Dahoua.



**Figure 9.** Exemples de symptôme observés au site d'échantillonnage  
**a** : pourriture des fruits ; **b** : dessèchement total ; **c** : déclin partiel ; **d** : mort de l'arbre

La méthodologie d'échantillonnage est résumée dans le diagramme suivant :





**Figure 10.** Diagramme d'échantillonnage

### 3. Isolement et identification des champignons

#### 3.1. Préparation des échantillons

Les échantillons sont préparés suivant les étapes principales suivantes :

- Préparation de petites buchettes (3 à 4 mm) dans des conditions aseptiques.
- Désinfection des buchettes dans l'eau de javel 5 % pendant 3 minutes.
- Rinçage dans de l'eau stérile (deux fois pendant 2 minutes) puis séchage.
- Rafraichissement des buchettes pour permettre le contact entre les champignons dans la nécrose et le milieu de culture.

#### 3.2. Isolement et purification

L'isolement de la flore fongique à partir des buchettes a été réalisé sur gélose PDA (Conda, Madrid, Spain). Ensuite les boîtes ont été incubées à 25°C dans un incubateur (Memmert), pendant 5 à 8 jours. Par la suite les isolats ont été transférés aseptiquement dans un milieu PDA neuf pour les maintenir en culture pure.

### 3.3. Identification macroscopique et microscopique des isolats

L'identification des champignons repose non seulement sur la couleur et la forme de la colonie, mais s'appuie essentiellement sur les caractères morphologiques révélés par un examen microscopique soigneux aux divers stades de développement, complété le plus souvent par une description des caractères culturaux, texture des thalles, revers des cultures... etc) (Bourgeois et Leveau, 1980 ; Botton *et al.*, 1990 ; Chabasse *et al.*, 2002).

#### 3.3.1. Aspects macroscopiques

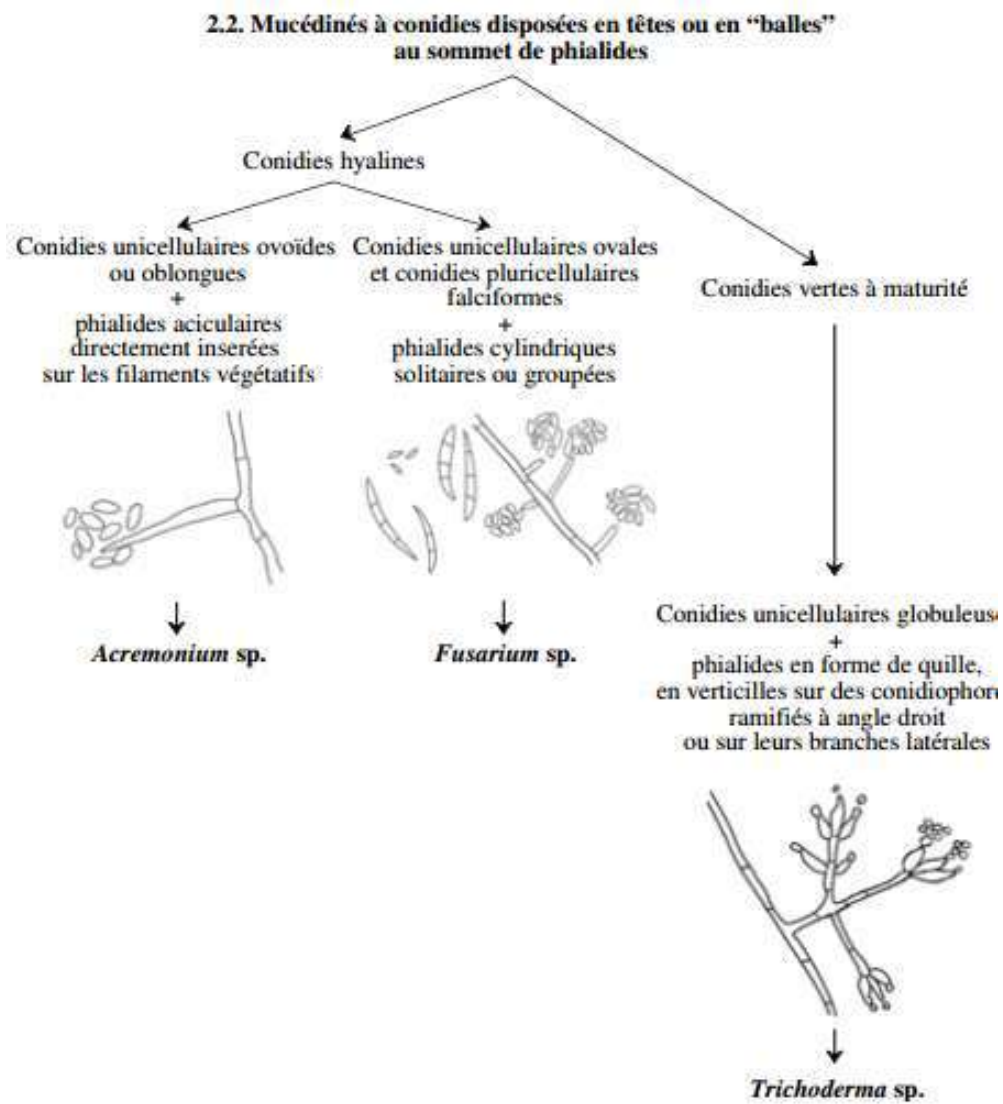
L'examen des boîtes a été effectué à l'œil nu, en observant l'aspect du champignon, et en vérifiant que toutes les colonies soient identiques, dont les paramètres notés sont:

- **La consistance de la colonie** : duveteuse, laineuse, cotonneuse, floconneuse, poudreuse,...etc.
- **La couleur** : du recto et du verso de la boîte de pétrie.
- **La taille** : en mesurant le diamètre de la colonie.
- **La pigmentation** : présence ou absence d'un pigment dans le milieu.
- **La forme du contour** : régulier, irrégulier, lobé, dentelé, filamenteux,...etc.
- **La surface** : plane, plissée, cérébriforme.
- **L'exsudat** : présence ou absence de gouttelettes

#### 3.3.2. Aspects microscopiques

Des observations microscopiques ont été réalisées sur la totalité des isolats fongiques obtenus dont l'examen est basé sur les caractères morphologiques, en notant les organes de fructifications, types de spores, aspect du thalle, taille, couleur et disposition des spores (Bourgeois et Leveau, 1980).

Les figures suivantes (11, 12, 13, 14 et 15) montrent les critères morphologiques (microscopiques) d'identification de quelques genres fongiques.



**Figure 11.** *Acremonium*, *Fusarium* et *Trichoderma*

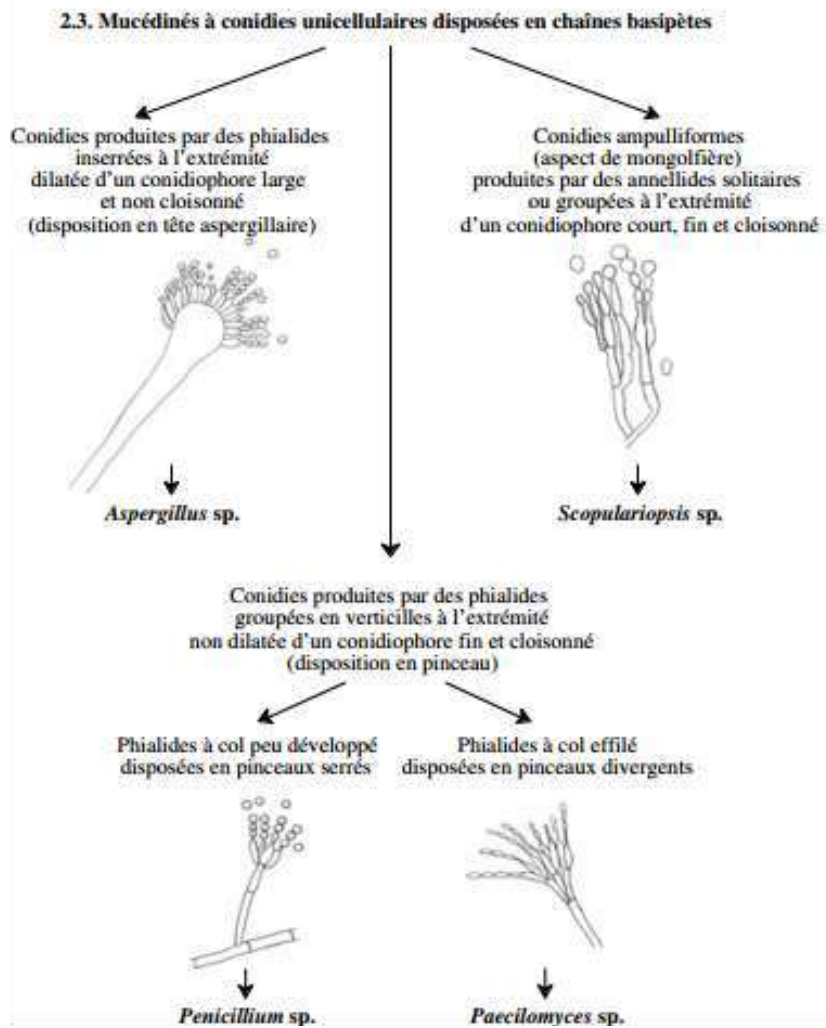


Figure 12. *Penicillium* et *Pccilomyces*

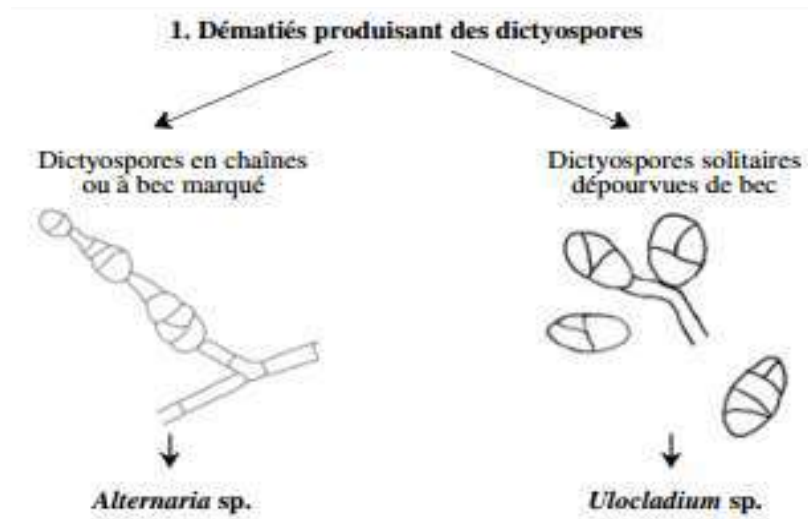
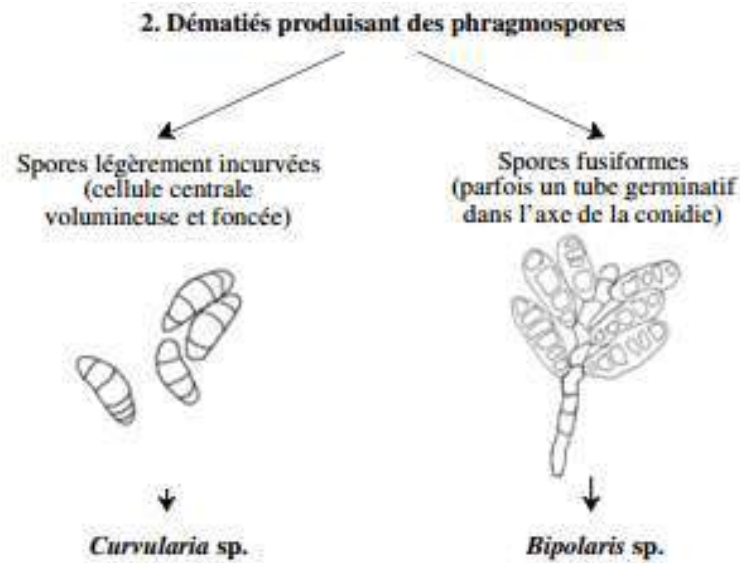
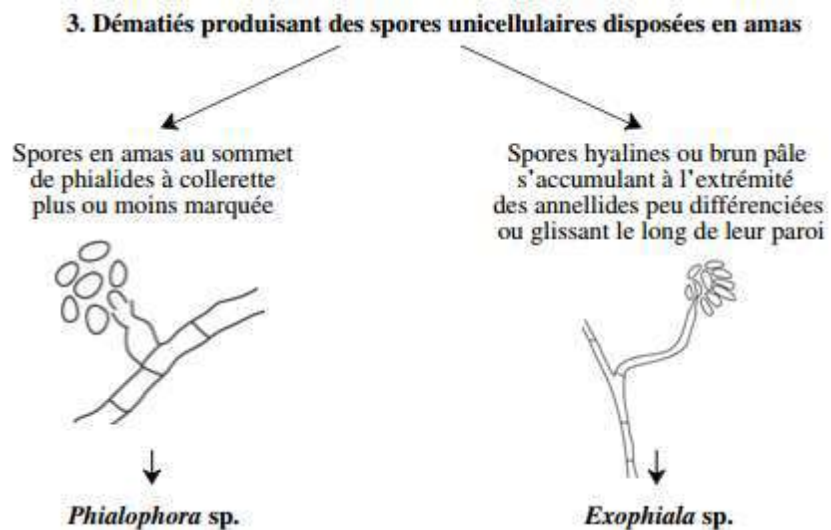


Figure 13. *Alternaria* et *Ulocladium*

Figure 14. *Curvularia* et *Bipolaris*Figure 15. *Phialophora* et *Exophiala*

### 3.3.3. Microphotographie

Les souches extériorisées sont photographiées à l'aide d'un appareil photographique numérique (Canon EOS 450D).

# **CHAPITRE III**

## *Résultats et discussion*



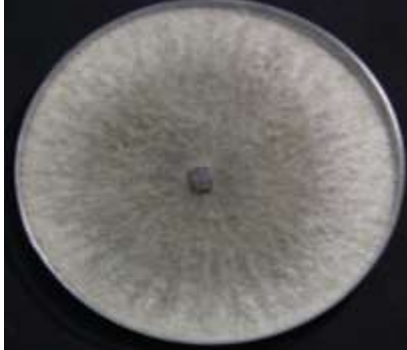


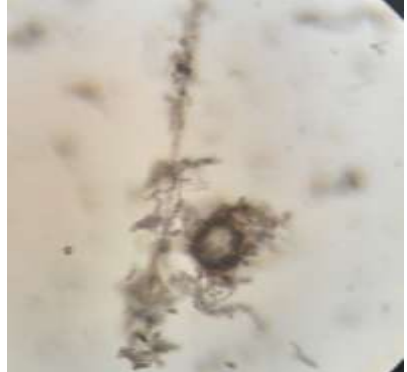
## CHAPITRE III. Résultats et discussion


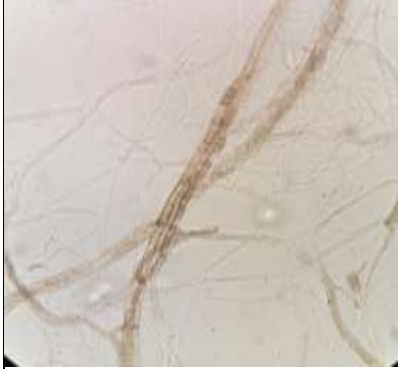
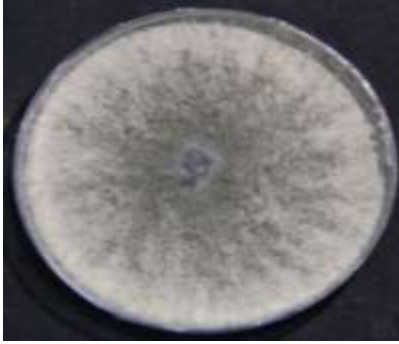
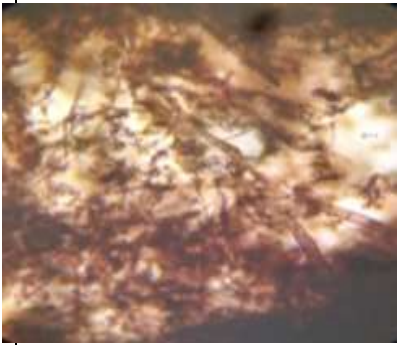
### 1. Identification des isolats

L'identification des espèces fongiques a été réalisée en se basant sur les caractères macroscopiques des colonies et les caractères microscopiques des mycéliums et des conidies. Cela nous permet d'identifier 5 groupes (genres) fongiques.

Les principaux isolats identifiés sont présentés ci-dessous :

**Tableau VIII.** Aspect macro et microscopique des isolats obtenus

Isolats	Genre	Aspect macroscopique	Aspect microscopique
AR33 ; JA11 ; JA11a ; JA11b ; JA12 ; PM31 ; PM31a ; PR13 ; PR13a ; TA22 ; TA22a	<i>Alternaria</i>		
AR11; AR11a1; AR32; AR32a; JA21; JA22; PM11a; PM12; PM12a; PM21; PM31a1; PM33; PR13b ; TA13 ; TM13a	<i>Biscogniauxia</i>		
TA23; TA23a;TA13a1	<i>Phaeoacremonium</i>		

<p><b>JA21vert; JA23; PM12a1; PM31b; PMfr</b></p>	<p><i>Phoma</i></p>		
<p><b>PM11</b></p>	<p><i>Diaporthe</i></p>		

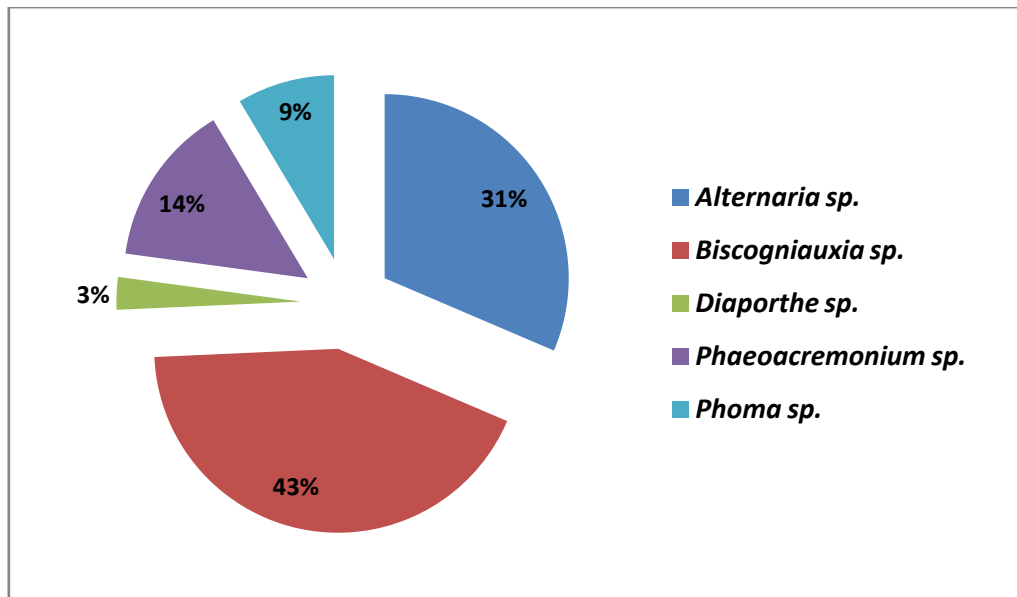
### 1.1. Fréquence d'apparition des champignons dans la région de Ghardaïa

La totalité des souches fongiques isolées est présentée dans le (tableau IX; figure 16) ; dont les deux genres *Biscogniauxia* et *Alternaria* sont les plus fréquents avec une fréquence de 43% et 31% respectivement, suivis par *Phaeoacremonium* (14%), *Phoma*(9%) et *Diaporthe* (1%).

**Tableau IX.** Fréquence d'apparition des champignons

Champignon	Nombre d'apparitions	Fréquence
<i>Alternaria</i> sp.	11	31%
<i>Biscogniauxia</i> sp.	15	43%
<i>Diaporthe</i> sp.	1	3%
<i>Phaeoacremonium</i> sp.	3	14%
<i>Phoma</i> sp.	5	9%





**Figure 16.** Pourcentage d'isolement des champignons

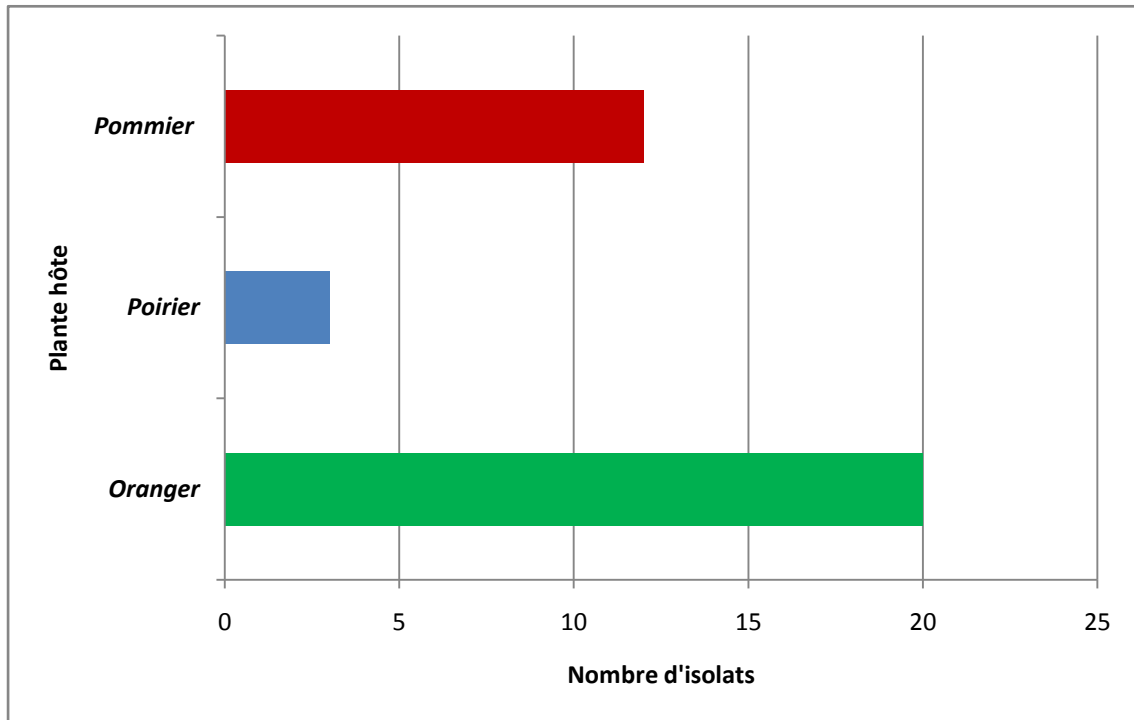
Ces résultats concordent avec les travaux de Olsen *et al.*, (2000) qui a noté que les spores d'*Alternaria sp.* sont présentes toute l'année dans les vergers, c'est un pathogène de blessures (grattages d'épiderme, plaie de coupe du pédoncule), mais il pénètre surtout dans les fruits par les ouvertures naturelles (ombilic, cicatrice stylaire, craquelures de base du pédoncule). D'après Lepoivre (2003), les champignons filamenteux sont les pathogènes les plus importants des plantes devant les virus et les bactéries.

## 1.2. Fréquence d'apparition des champignons par hôte

Les résultats sont consignés dans le (tableau X ; Fig 17). On peut remarquer ce qui suit:

**Tableau X.** Les différentes espèces de champignons et leur fréquence d'apparition par hôte

Arbre hôte		Nombre d'isolats
Pommier		12
Poirier		3
Oranger	Arabe	5
	Jaffa	8
	Tamssan	7

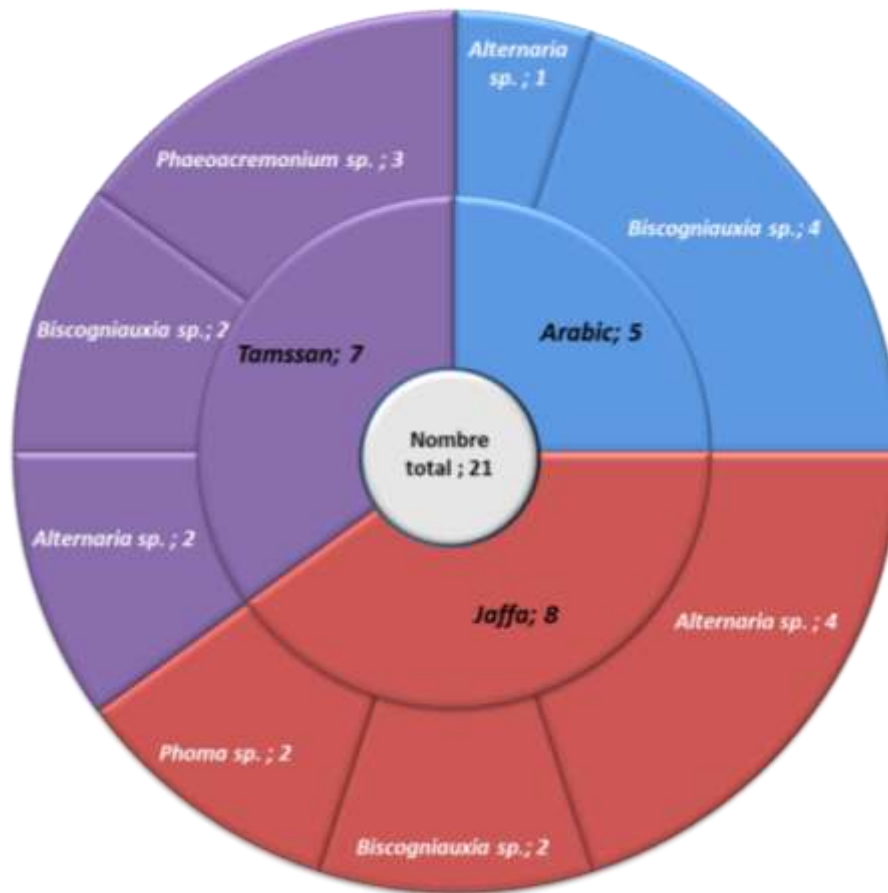


**Figure 17.** Nombre d'isolats obtenu par hôte

Comme il est clairement montré dans le tableau X et la figure 17, le pommier est l'arbre le plus touché par les champignons avec plus de 34% des isolats obtenus, par contre le poirier est le moins touché avec moins de 9 % des champignons isolés.

### **1.3. Fréquence d'apparition des champignons par variété d'oranger**

Les isolas fongiques obtenus chez l'oranger sont illustrés dans la figure 18. La variété Jaffa s'avère la plus attaquée en terme de fréquence d'apparition avec 40% des isolats et en terme de diversité avec trois genres *Alternaria*, *Biscogniauxia* et *Phoma*, suivi par la variété Tamssan avec 35 % et trois genres (*Alternaria*, *Biscogniauxia* et *Phaeoacremonium*) et en fin la variété Arabe avec 25 % et deux genres (*Alternaria* et *Biscogniauxia*).



**Figure 18.** Fréquence d'apparition des champignons par hôte

On remarque que les deux genres *Alternaria* et *Biscogniauxia* sont présents dans les trois variétés de l'orange. D'après Ikhou (2011), les principaux agents responsables de la détérioration des fruits commercialisés en Algérie sont des souches appartenant aux genres : *Aspergillus*, *Alternaria* et *Fusarium*.

Ces résultats nécessitent une confirmation moléculaire par séquençage d'ADN vu la complexité des champignons et la grande similitude entre les espèces et parfois les genres, ce qui rend la classification morphologique (macroscopique et microscopique) moins efficace, cela est noté par plusieurs études taxonomiques des champignons (Hebert *et al.* 2003 ; De Queiroz, 2007 ; Verkley *et al.*, 2013 ; Woudenberg *et al.*, 2013 ; Liu *et al.*, 2016).

*Conclusions et perspectives*

## **Conclusions et perspectives**

Notre travail vise à isoler et identifier des souches fongiques responsables des différents symptômes de dépérissements de trois arbres fruitiers à savoir le poirier, le pommier et l'oranger dans la région de Daya Ben Dahoua dans la Wilaya de Ghardaïa.

L'identification des champignons est basée sur une étude morphologique (macroscopique et microscopique), dont elle a révélé la présence d'une grande diversité des groupes fongiques isolés appartenant aux genres : *Alternaria*, *Biscogniauxia*, *Phaeoacremonium* et *Phoma*).

Notre étude mérite d'être complétée par la réalisation des démarches suivantes :

- Identification moléculaire des isolats fongique obtenus par séquençage d'ADN.
- Etendre l'étude sur une surface plus large De la Wilaya de Ghardaïa.
- Prouver la pathogénicité des isolats sur les arbres fruitiers via un test de pathogénicité
- Réaliser des études de biocontrôle *in vitro* et *in vivo* en utilisant des souches bactériennes à potentiel antifongique.

## Références bibliographiques

## Références bibliographiques

**Anonyme (2002).** Statistiques agricoles. Ministère de l'agriculture et du développement rural (MADR). Alger, 2002.

**Anonyme (2009),** «La poire, Bilan de la campagne 2009», France AgriMer-Établissement national des produits de l'agriculture et de la mer.2p

**Anonyme (2010),** «La poire»,Le Centre Municipal de Pomologie -Ales. 1-2p

**Anonyme (2011),** Changement climatique en Algérie par personnel de caritas Algérie

**Aubert B. (1992).** Citrus greening disease, a serious limiting factor for citriculture in Asia and Africa.Proc. Int. Soc. Citriculture, 2, 817-820.

**Bachès B. et Bachès M (2011).** Agrumes, nouvelle. Edition ULMER: 7127

**Balachowsky, (1996).** Entomologie appliquée à l'agriculture tome II des lépidoptères. Ed. Maison et ciePari.pp.330-333.

**Berger N. (2008 ):** Fiche Poire de bouche 1 P

**Boulay H., (1961).** Arboriculture et production fruitière, coll. " Que sais-je ? ", Ed. P.U.F, Paris, pp 21-76

**Bretaudeau J et Faure Y (1991).** Atlas d'arboriculture. Vol2. Edition Lavoisier. Paris. 66p.

**Challice J etWestoodeM.N. (1973).** NumericalTaxonomical studies of the genuspyrusboth .J.Linn .Soc67 ;121 ;148pp

**Chapot H. (1963).** Clémentines avec ou sans pépins. Fruits, 18 (5) : 25- 261

**Chouaki S., Bessedik F., Chebouti A., (2006),** Deuxième rapport national sur l'état des ressources phylogénétiques, Institut national de la Recherche Agronomique d'Algérie-INRA, 30p

**Colombo, A. (2004).** La culture des agrumes. VecchiS.A, Paris. 8548.133p.

**Confais J (2004).** Etude de la résistance de *Venturia inaequalis* à différentes familles chimiques de fongicides. Diplôme de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes. Sciences de la vie et de la terre. Université Claude Bernard. Lyon. 26p.

**Courboulex M. (2010).** Les agrumes. Ed.Rustica éditions. pp 120

**Cronquist A. (1981).**An integrated System of classification of flowering Plants .Columbia university Press. New York. U S A .231p.

**De Queiroz K (2007).** Species concepts and species delimitation.SystematicBotany 56: 879–886.

**Deckers, S. (2005),** Evaluation des mesures concernant les pêches, les nectarines et les poires 1P

**Delahaye T. et Vin P. (1997).** Le pommier. 1er Edition ACTES SUD. Paris. 88p.

**Dib H (2010).** Rôle des ennemis naturels dans la lutte biologique contre le puceron cendré, *Dysaphis plantaginea* Passerinin (Hemiptera: Aphididae) en vergers de pommiers. Thèse de Doctorat. Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse. 252p.

**Dou El Macane W.L. et Skiredj A. (2003).** L'abricotier, le prunier, le poirier, et le pommier. Transfert de Technologie en Agriculture. Fiches techniques. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat ; Bulletin Mensuel D'information et de liaison du pnnta transfert de Technologie en Agriculture royaume du Maroc, ministère de l'agriculture et du développement rural mader/derd, août 2003, N°107, 1-4.

**Espiard, (2002),** Evaluation des mesures concernant les pêches, les nectarines et les poires 1P

**F.A.O (2012).** Production agricole, cultures primaires, Banque de données statistiques. F.A.O. Stat (Site Internet: <http://www.FAO-org.Com>).

**Fajinmi A.A., Fajinmi O.B. and Amusa N.A (2011).** An Overview of Citrus Virus Disease and its Control in Nigeria. Journal of Advances in Developmental Research (2), p: 151-157.

**Gaussen, H., Leroy, J. et Ozenda., (1982),** Précis de Botanique, p2. – Paris

**Gautier M (1993).** La culture fruitière. l'arbre fruitier. Vol I. Ed. Lavoisier. Paris. 594p.

**Gautier M. (1988).** La culture fruitière Tome II. Les productions fruitières. ED.J.P Daillière. 152p.

**Gottwald T.R., Graham J.H., Schubert T.S (2002).** Citrus canker: The pathogen and its impact. Online. Plant Health Progress (42), p : 152-160.

**Guiheneuf Y (1998).** Production fruitière. Edition synthèse Agricole. Bordeaux. Rance. 276p.

**Guillaumin J. et Legrand P (2005).** L'armillaire et le pourridié agaric des végétaux ligneux, ed .INRA, 487 p.

**Haineault S. (2011).** Les Vertus Thérapeutiques des agrumes, 3ème édition Quebecor : 152pp

**Harley I. M., Richard S. B., Smith V.E, Deborah W., Craig R. E (2006).** Citrus (citrus) and Fortunella (kumquat). Species Profiles for Pacific Island Agroforestry, p: 2-22

**Hebert PD, Cywinska A, Ball SL, et al. (2003).** Biological identifications through DNA barcodes. Proceedings of the Royal Society B 270: 313–321.

**Ippolito A., Schena L., Nigro F., Soletti L., Yaseen T (2004) :** Real-time detection of *Phytophthora nicotianae* and *P. citrophthora* in citrus roots and soil. European Journal of Plant Pathology (110), p:833–843.

**Isshiki A.K, Akimitsu M., Yamamoto M., Yamamoto H (2001) :** Endopolygalacturonase Is Essential for Citrus Black Rot Caused by *Alternaria citri* but Not Brown Spot Caused by *Alternaria alternate*. (14), p: 749–757.

**Jamoussi, B. (1955).** les maladies de dépérissement des Agrumes. laboratoire de gryptogamie du muséum national d'histoire naturelle. 12, rue de Buffon, Paris (Ve)



**Khemies F (2013).** Inventaire des variétés locales d'arboriculture fruitière et leurs biotopes respectifs dans la wilaya de Tlemcen. Mémoire de Magister. Université Abou BekrBelkaid-Tlemcen.173p.

**Kimball D.A (1999) :** Description of citrus fruits. In:"citrus processing: A complete guide".Ed. An Aspen publication.(2), p: 7-35

**Klotz L. J. et Fawcett H. S. (1952).** Maladies des Citrus, traduit de l'anglais par A. Comelli et J. Lemaître (I.F.A.C.), 152 p., 40 pl. en coul. Société d'édit. Techn. Coloniales.

**Ladjimi N et Lafdal L (2007).** Contribution à l'étude du comportement (variété Anna) dans deux sites à caractéristiques pédologiques différentes de la région de Sidi-Naâmane. Diplôme d'Ingénieur d'Etat .Université Mouloud Mammeri T.O. 102p.

**Lafaon J. P., Tharaud-Payer C. et Levy G. (1996).** Biologie des plantes cultivées. 2eme Edition. Tome 1. Organisation et physiologie de la nutrition. Ed. Lavoisier. Tec et Doc. Paris.France, 227 P

**Lepoivre, P. (2003).** Phytopathologie: bases moléculaires et biologiques des pathosystèmes et fondements des stratégies de lutte. Ed De Boeck Supérieur.311-312pp.

**Liu X, Wang Q, Theelen B, et al.(2016).** Phylogeny of tremellomycetous yeasts and related dimorphic and filamentous basidiomycetes reconstructed from multiple gene sequence analyses. Studies in Mycology 81: 1–26.

**Loussert, R. (1989).** Les agrumes arboriculture. Ed. Technique agricoles méditerranéennes, Paris.113p.

**Lupscu F. (1987).** Cours d'arboriculture générale à l'usage des étudiants de 3ème année. 102p

**Manner, H.I., Easton ,R.S.,Smith ,V.&Elevitch, C.R. (2005).** *Citrus species (Citrus)*, ver.1.1.In :C.RElevitch (ED). Species Profiles for Pacific Island Agroforestry.Permanent Agriculture Resources (PAR), Holualoa, Hawaii.pp. 31.

**Manner, H.I., Easton ,R.S.,Smith ,V.&Elevitch, C.R. (2005).** *Citrus species (Citrus)*, ver.1.1.In :C.RElevitch (ED). Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. Permanent Agriculture Resources (PAR), Holualoa, Hawaii. pp. 31.

**Martin J (2008).** Une approche intégrée et éco systémique de la gestion normative des risques sur l'environnement et la santé, liés à l'utilisation de pesticides en agriculture: le cas de la pomiculture au Québec. Mémoire de Doctorat. Université du Québec, Montréal. 107 p.

**Medjdoub Y. (2014).** Bio-écologie de la cochenille noire *Parlatoria ziziphi* (Homoptera, Diaspididae) sur les agrumes dans la station d'El Fhoul à Tlemcen. Thèse de Master, Univ. Tlemcen, 87 p.

**Mioulane P. (1996).** Encyclopédie pratique illustrée du jardin, pp768

**Piguet P. (1960) -** Les ennemis animaux des agrumes. Copyright by SovieteSheild'Algérie. P: 49-55.

**Polese J. M (2008) :** La culture des agrumes. Édition artémis. pp 94

- Praloran, J.C. (1971).** Les agrumes, techniques agricoles et productions tropicale. Ed. Maisonneuve et Larose. Paris. p. 665.
- Purseglove (1968).** Tropical Crops. Dicotyledons Volume 1 and 2. pp 719
- Quezel P. et Santa , (1962).** La végétation au Sahara. Edit. Masson et Cie, Paris, 33 p
- Rebour, H. (1966).** Manuel de culture des Citrus pour le bassin Méditerranéen. Ed. Bailliére et fils, Paris: 264p.
- Ricci P., Pope C.F., Panabieres A., Marais F. et Augé G (1990).** Caractères comparés des espèces de *Phytophthora* pathogènes des agrumes. EPPO Bulletin. (1),p : 19–28.
- Rieger, M. (2002) :**Mark's Fruit Corps. University of Georgia Horticulture
- Sapin P. (1978).** Arboriculture fruitière en Algérie. Pommier, Poirier .INA.EL HARRACH. p27-46.
- Serhane S. (2010).** Fonctionnement minéral (N, P, K, Ca, Mg) d'un verger de pommier sur le sol calcaire irrigué au goutte à goutte dans la région de Seriana. Mémoire de Magister. Université EL-Hadj Lakhdar. Batna. 97p.
- Somon, E. (1987).** Arbres, arbustes et arbrisseaux en Algérie. INRA. Ed. OPU. pp.67-68.
- Trillot M. Masseron A. Mathieu V. Bergougnaux F. Hutin C et Tucker, DPH., Wheaton, T.A&Muraro, R.P. (1994).** Citrus Tree Pruning Principales and Practices.Fact Sheet HS-144. Horticultural Sciences Department,
- VerkleyGJM, Quaedvlieg W, Shin H, et al. (2013).** A new approach to species delimitation in *Septoria*. Studies in Mycology 75: 213–305.
- Webber et Hebert. (1967).**..History and development of the citrus industry. In: The citrus industry. History, Word Distribution Botany and varieties.W. Reuther et al, eds. Berkeley, University of California Press: 1- 39.
- WoudenbergJHC, GroenewaldJZ, Binder M, et al. (2013).** *Alternaria* redefined. Studies in Mycology 75: 171–212.
- Yves L (2002).** Le pommier. Centre technique interprofessionnelle des fruits et légumes. (Ctifl).Edition Lavoisier. Paris. 287p
- Zerag A. (1987).** Contribution à l'étude des productions fruitières du pommier dans la région de Batna. Thèse. Ing. INA, El Harrach. Alger. 85p.
- Ziadi S. (2001).** Les génies PR -10 du pommier (*Malus domestica*) .Identification caractérisation et analyse de l'expression spatio-temporelle en réponse à une induction par l'acibenzolar S-methyl (ASM), un analogue fonctionnel de l'acide salicyclique. Thèse de Doctorat. UniversitéRennes1. 182p.

