

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
**Université Mohamed BOUDIAF de M'Sila**



## **MEMOIRE**

Présenté à la Faculté des Sciences  
Département des Sciences Agronomiques

Pour obtenir le Diplôme de

### **Master Académique en Protection des Végétaux**

**Domaine** : Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière** : Sciences Agronomiques

## **Thème**

**Contribution à l'étude de l'ascochytose des légumineuses alimentaires cultivées en Algérie, cas du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) et du pois (*Pisum sativum* L.)**

Présenté par :

M<sup>elle</sup> Amel BENMADACI et M<sup>elle</sup> Narimane BOUALLAM

Devant le Jury :

<b>Président</b>	CHERIEF A.	MAA	Université M <sup>ed</sup> Boudiaf de M'sila
<b>Encadreur</b>	TIAIBA A.	MCB	Université M <sup>ed</sup> Boudiaf de M'sila
<b>Examineur</b>	MIMECHE F.	Pr	Université M <sup>ed</sup> Boudiaf de M'sila

هذا الأسكوكيت تصيب البقوليات هي .  
الأسكوكيت تصيب البقوليات هي .  
الغذائية .  
استراتيجية والبيولوجية.  
الكلمات المفتاحية : *Ascochyta sp.* الأسكوكيت البقوليات الغذائية

## Résumé

Le présent travail est une monographie traitant le sujet de l'ascochytose des légumineuses alimentaires cultivées en Algérie, pois et pois chiche en particulier. A l'issu de nos recherches, il est à noter que l'ascochytose des légumineuses est une des contraintes phytosanitaires majeures qui s'opposent le plus au développement des cultures des légumineuses alimentaires en Algérie. Par ailleurs, il est clair qu'il s'agit d'une maladie caractérisée par une complexité épidémiologique qui résulte de la multiplicité des sources d'inocula, le caractère polycyclique des épidémies en addition à l'absence de variétés totalement résistantes. Dans ce sens, une stratégie de gestion et de lutte contre l'ascochytose doit impérativement intégrer l'ensemble des moyens, surtout celles basées sur les pratiques culturales et les moyens de lutte génétiques et biologiques.

**Mots clés :** *Ascochyta sp.*, Ascochytose, Légumineuses alimentaires.

## Abstract

This work is a monograph focusing on the subject of ascochyta blight of food legumes grown in Algeria, peas and chickpeas in particular. At the end of our research, it should be noted that ascochyta blight of legumes is one of the major phytosanitary constraints that most oppose the development of food legume crops in Algeria. Moreover, it is clear that it is a disease characterized by an epidemiological complexity which results from the multiplicity of inocula sources, the polycyclic nature of the epidemics in addition to the absence of totally resistant varieties. To this end, a management and control strategy of ascochyta blight must imperatively integrate all control methods, especially those based on cultural, genetic and biological practices.

**Key words:** *Ascochyta sp.*, Ascochyta blight, Food pulses.

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail, le fruit de plusieurs années d'études*

*À mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur, celle qui s'est toujours sacrifiée pour me voir réussir. À toi ma chère maman.*

*À l'homme de ma vie, mon précieux offre du dieu, merci pour ton soutien et ton encouragement durant ces années d'études mon chère Papa Djaloul.*

*À mes chers frères et sœurs Wasid, Ahmed amine, Ines et Acile.*

*À mon bien aimé M. A*

*À mes amies au sens large et surtout Soumia, Fatna et Wiem, sans oublier bien sûr mon amie et ma coautrice de ce mémoire, Amal*

*Narimene*

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail À*

*La lumière qui a toujours éclairé ma vie, Ma Mère*

*Mon cher père pour sa tendresse et sa patience.*

*Mes chers frères: Rayan, Mohamed et Jawad.*

*Toute ma famille.*

*Mes amis et mes collègues*

*Tous ceux qui m'ont conseillés, encadrés, encouragés et orientés pour parfaire et améliorer mes connaissances.*

*Amel*

# **Remerciements**

*Nous remercions tout d'abord notre clément Dieu qui nous a donné la puissance pour que nous puissions terminer ce travail.*

*Nous adressons nos remerciements les plus sincères, à notre directeur de mémoire **M. Ammar TIAIBA**, enseignant au département des sciences agronomiques de l'université de M'sila, à qui nous devons beaucoup, nous le remercions aussi pour ses conseils, ses orientations et sa disponibilité.*

*Nos vifs remerciements vont également à :*

***M. Abdelkader CHERIEF**, Chef de département des sciences agronomiques de l'université de M'sila, d'avoir accepté de présider le jury de soutenance et d'examiner notre travail ;*

***M. Fateh MIMECHE**, enseignant au département des sciences agronomiques de l'université de M'sila, d'avoir accepté de juger notre travail ;*

*Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui nous ont conseillé et aidé dans la réalisation de ce travail.*

## Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Production des légumineuses des principaux pays producteurs.	13
02	Production des légumineuses des principaux pays producteurs pour l'an 2017.	14
03	Production algérienne en légumes secs. Période 2011-2016.	14
04	Production algérienne par culture de légumes secs.	16
05	Production algérienne de légumineuses consommées vertes.	16
06	Le pois chiche, <i>Cicer aritinum</i>	17
07	Répartition de la production mondiale du pois	20
08	Représentation schématique de <i>A. fabae</i>	22
09	Cycle de l'ascochytose de la fève ( <i>Vicia faba</i> L.)	24
10	Distribution géographiques de l'ascochytose en Algérie	25
11	Symptômes de l'ascochytose du pois chiche	27
12	Symptômes de l'ascochytose sur quelques organes du pois chiche	27
13	Cycle de l'ascochytose du pois chiche causé par <i>Ascochyta rabiei</i>	29
14	Processus de l'infection de <i>A. rabiei</i> sur pois chiche	30
15	Mécanismes de défense chez les plantes	31
16	Symptômes sur tige, sur feuilles, sur gousses, sur graines	34
17	Lésions nécrotiques dues à <i>A. pisi</i> .	35
18	Lésions causées par les trois pathogènes du complexe <i>Ascochyta</i> sur <i>Pisum sativum</i> cv. 'Lifter'.	35
19	Cycle de l'ascochytose du pois	37

## Liste des tableaux

<b>N°</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>01</b>	Teneurs moyennes des graines de légumineuses en différents nutriments	<b>12</b>
<b>02</b>	Classification de <i>Cicer arietinum</i> L.	<b>17</b>
<b>03</b>	Classification du pois <i>Pisum sativum</i> L.	<b>19</b>
<b>04</b>	Principales variétés du pois	<b>21</b>

# Table des Matières

المخلص.....	<i>i</i>
Résumé.....	<i>i</i>
Abstract.....	<i>i</i>
Dédicace.....	<i>ii</i>
Remerciements.....	<i>iv</i>
Listes des tableaux et des figures.....	<i>v</i>
Table des matières.....	<i>vii</i>

## Chapitre I

### Revue bibliographique

<b>I-5. Le pois chiche (<i>Cicer arietinum</i> L.).....</b>	<b>16</b>
1-5-1. Historique et origine.....	16
1-5-2. Morphologie du pois chiche.....	16
1-5-3. Taxonomie.....	17
I-5-4. Intérêt du pois chiche.....	17
I-5-4-1. Intérêt nutritionnel.....	17
I-5-4-2. Intérêt agronomique.....	18
I-5-5. Répartition de la culture.....	18
<b>I-6. Le pois (<i>Pisum sativum</i> L.).....</b>	<b>19</b>
1-6-1. Historique et origine.....	19
1-6-2. Taxonomie.....	19
1-6-3. Morphologie de la plante.....	19
1-6-4. Répartition mondiale de la culture du pois.....	20
1-6-5. Variétés du pois.....	21

## Chapitre II

### Ascochytose des légumineuses alimentaires

<b>II-1. Ascochytose de la fève.....</b>	<b>22</b>
<b>II-2. Ascochytose de la lentille.....</b>	<b>23</b>
<b>II-3. Ascochytose du pois chiche (<i>Cicer arietinum</i> L.).....</b>	<b>25</b>
II-3-1. Importance économique et distribution géographique.....	25
II-3-2. Symptomatologie.....	26
II-3-3. Agent causal.....	26
II-3-4. Taxonomie.....	28
II-3-5. Cycle de la maladie.....	28
II-3-5-1. Le stade anamorphe: <i>Ascochyta rabiei</i> .....	28
II-3-5-2. Le stade téléomorphe : <i>Didymella rabiei</i> .....	28
II-3-6. Processus infectieux.....	29
II-3-7. Mécanisme de défense de plante hôte.....	30
II-3-7-1. Défense passive /constitutive.....	30
II-3-7-2. Défense active.....	31
<b>II-4. Ascochytose du pois (<i>Pisum sativum</i> L.).....</b>	<b>32</b>
II-4-1. Importance économique.....	32
II-4-2. Distribution géographique.....	32
II-4-3. Agents causals.....	32

<b>II-4-4.</b>	Taxonomie.....	<b>33</b>
<b>II-4-5.</b>	Symptomatologie.....	<b>34</b>
<b>II-4-6.</b>	Cycle de maladie.....	<b>36</b>
<b>II-4-6-1.</b>	Infection primaire.....	<b>36</b>
<b>II-4-6-2.</b>	Infection secondaire.....	<b>36</b>
<b>II-4-7.</b>	Processus infectieux.....	<b>37</b>
<b>II-4-8.</b>	Mécanisme de défense de la plante.....	<b>38</b>
 <b>Références bibliographiques.....</b>		 <b>44</b>

## **I-5. Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.)**

### **1-5-1. Historique et origine**

Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est l'une des plus anciennes cultures du monde, où il est cultivé dans certains pays (Zohary et Hopf, 2000). Sa culture remonte à la haute antiquité depuis 10.000 ans, au Proche Orient (Lev-Yadun et *al.*, 2000 ; Kerem et *al.*, 2007). Il a été cultivé traditionnellement dans les zones semi – arides de l'Inde, du Moyen Orient (Goodwin, 2005), de l'Afrique du Nord et de l'Éthiopie (Upadhyaya et *al.*, 2011).

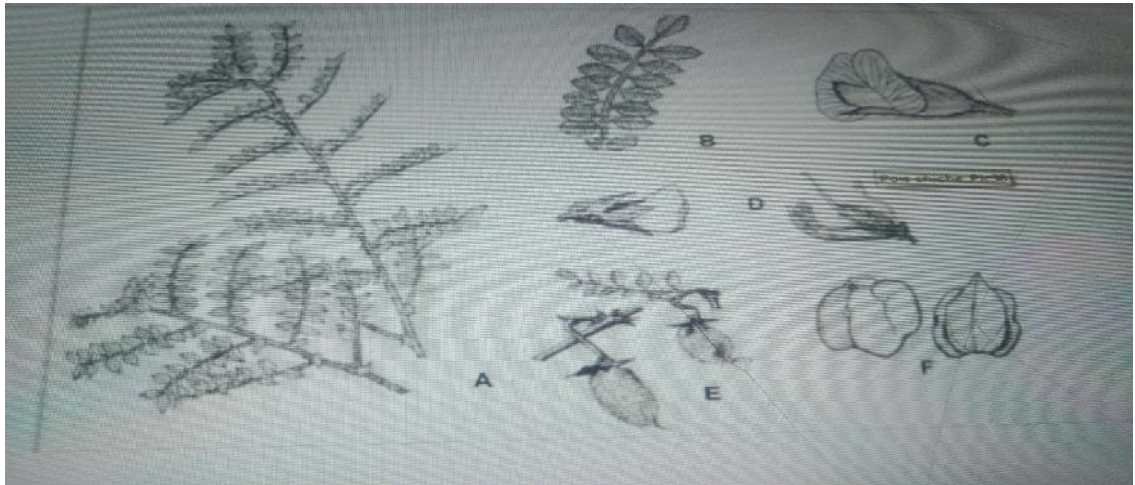
Il est originaire du Moyen-Orient, probablement du Sud-est de la Turquie ou de la Syrie (Saxena, 1984 ; Singh, 1997). Des restes carbonisés décelés au Proche-Orient montrent que cette espèce était cultivée au VII<sup>ème</sup> millénaire avant notre ère avec les céréales, le petit pois et la lentille (Vanier, 2005 ; Redden et Berger, 2007). Cette légumineuse s'est diffusée progressivement vers l'ouest de la Méditerranée, ainsi qu'en Asie orientale et australe et en Afrique de l'Est (Gordon, 2001). En Algérie, le pois chiche a été cultivé avant la colonisation, néanmoins sa culture reste difficile à maîtriser (Laumont et Chevassus, 1956 ; Labdi, 1990).

### **1-5-2. Morphologie du pois chiche**

Le pois chiche est une légumineuse diploïde ( $2n = 16$  chromosomes), herbacée, annuelle et auto fécondé (Singh et Diwakar, 1995 ; Vailet *al.*, 2005), étalée, atteignant 100 cm de haut. La plante du pois chiche (figure 06) est caractérisée par :

- ✓ Une tige simple ou ramifiée de la base
- ✓ Des racines pivotantes atteignant 1-2 m de profondeur et des racines secondaires pour la plupart étalées sur une profondeur de 15-30 cm dans le sol (Singh et Diwakar, 1995 ; Bejiga et Van der Maesen, 2006 ; Bouras., 2010).
- ✓ Les feuilles du pois chiche sont alternées, imparipennées, composées de 7 à 17 folioles sessiles, ovales à elliptiques, de 5-20 mm x 2-15 mm, à bords fortement dentés dans les deux tiers supérieurs, pubescentes glandulaires des deux côtés (Singh et Diwakar, 1995 ; Bejiga et Van der Maesen, 2006 ; Bouras., 2010).

- ✓ L'Inflorescence est réduite à une fleur axillaire unique ; les fleurs sont bisexuées, papilionacées, de couleur blanche, rose, violacée ou bleu (Singh et Diwakar, 1995 ; Bejiga et Van der Maesen, 2006 ; Bouras., 2010).



**Figure 06 :** Le pois chiche, *Cicer arietinum* : tige feuille (A) composée de 16 folioles (B), fleur zygomorphe (C), étamines, pistil et ovaire (D), gousses en développement (E), graines (F), d'après Zohary et Hopf, 1988.

### 1-5-3. Taxonomie

Le pois chiche est classé selon Quezel et Santa (1962), dans la tribu des *vieceae* pourtant en 1977 Kupicha a pu mettre en évidence les différences morphologiques qui existent entre le genre *Cicer* et les autres genres de cette tribu et suggéra alors de l'affilier à une autre tribu, celle des *Cicereae* proposée à l'origine en 1859 par Alefed (Davies et *al.*, 2007). Le tableau 02 rapporte la classification du pois chiche.

Tableau 02 : Classification de *Cicer arietinum* L. (USDA, 2016)

<b>Règne</b>	<i>Plantae</i>
<b>Sous règne</b>	<i>Tracheobionta</i> (plantes vasculaires).
<b>Embranchement</b>	<i>Spermatophyta</i> (plantes à graines).
<b>Sous embranchement</b>	<i>Magnoliophyta</i>
<b>Classe</b>	<i>Magnoliopsida</i> (ou dicotylédonse).
<b>Sous classe</b>	<i>Rosidae</i>
<b>Ordre</b>	<i>Fabales</i>
<b>Famille</b>	<i>Fabacées</i>
<b>Genre</b>	<i>Cicier</i>
<b>Espèce</b>	<i>Cicer arietinum</i> L.

### I-5-4. Intérêt du pois chiche

#### I-5-4-1. Intérêt nutritionnel

Le pois chiche est une plante destinée à la consommation humaine. Sa valeur nutritionnelle est importante car ses graines sont riches en protéines, environ 20 à 25% certaines souches peuvent atteindre 2809 % ( Van Der Maesen, 1972), qui se caractérisent par une faible teneur en matière grasse et l'absence de cholestérol. Les pois chiches ont un excellent équilibre en acides aminés essentiels. . Aussi, il est riche en calcium, en phosphore, en vitamine B1 et B2 et en fibres alimentaires (Baumgartner, 1998). Il est peut composer un élément énergétique et protéique pour le bétail, car il montre une bonne digestibilité.

#### **I-5-4-2. Intérêt agronomique**

Les pois chiches sont des légumineuses dont les nodosités racinaires contiennent des bactéries qui fixent l'azote atmosphérique et le restituent au sol. Cette relation symbiotique avec le *Rhizobium ciceri* enrichit le sol en azote et augmente le rendement (Plancquaert et Wery, 1991).

#### **I-5-5. Répartition de la culture**

Le pois chiche est cultivé dans 49 pays (Chakraborti et al., 2006) et dans les 5 continents, ce qui le rend le 2ème légume sec produit dans le monde (17.1 % du total) après le petit pois ( *Pisum sativum* L.) (Berger et al., 2003). Il se cultive dans les régions semi arides et tropicales (Staginnus et al., 1999).

En Algérie, le pois chiche vient en seconde place après l'haricot avec une surface de 14.6 % et occupe la troisième place 15.6 % en production. Pourtant, les productions n'ont pas évolué au contraire, elles ont baissé pour atteindre les niveaux les plus faibles dans le monde (4qx/ha) (Mehrez et al., 2010 ; Abdelguerfi et al., 2001).

## I-6. Le pois (*Pisum sativum* L.)

### 1-6-1. Historique et origine

L'origine et les ancêtres de *Pisum sativum* sont mal connus. La région méditerranéenne, l'Asie centrale et occidentale et l'Ethiopie ont été envisagés comme centres d'origine. La FAO a désigné l'Ethiopie et l'Asie occidentale comme centres de diversité, avec des centres secondaires dans le sud de l'Asie et la région méditerranéenne. (Ccousin et Bannerot, 1992 ; Brink et Belay, 2006).

En Algérie, le pois (*Pisum sativum* L.), appelé aussi pois sec, n'était guère cultivé avant 1830, à l'exception de quelques cultures de plein champ dont la production était réservée à l'alimentation des classes modestes. La superficie des terres arables augmente ensuite assez régulièrement jusqu'en 1929 (Laumont, 1960).

### 1-6-2. Taxonomie

Selon Benantar et Ayouni (2015), le pois (*Pisum sativum* L.) se classe comme suit (tableau 03) :

**Tableau 03** : Classification du pois *Pisum sativum* L.

<b>Règne</b>	<i>Plantae</i>
<b>Sous règne</b>	<i>Viridaeplantae</i>
<b>Infra-règne</b>	<i>Streptophytae</i>
<b>Division</b>	<i>Tracheophytae</i>
<b>Sous-division</b>	<i>Spermatophytina</i>
<b>Infra-division</b>	<i>Angiospermae</i>
<b>Classe</b>	<i>Mongoliopsidae</i>
<b>Super-ordre</b>	<i>Rosanae</i>
<b>Ordre</b>	<i>Fabales</i>
<b>Famille</b>	<i>Fabaceae</i>
<b>Genre</b>	<i>Pisum</i>
<b>Espèce</b>	<i>Pisum sativum</i>

### 1-6-3. Morphologie de la plante

**La tige** : elle est herbacée, grêle et creuse, arrondie ou légèrement anguleuse, d'une hauteur variable (0.25 à 2m). L'appareil aérien est constitué d'une tige principale et de ramifications issues des bourgeons latéraux.

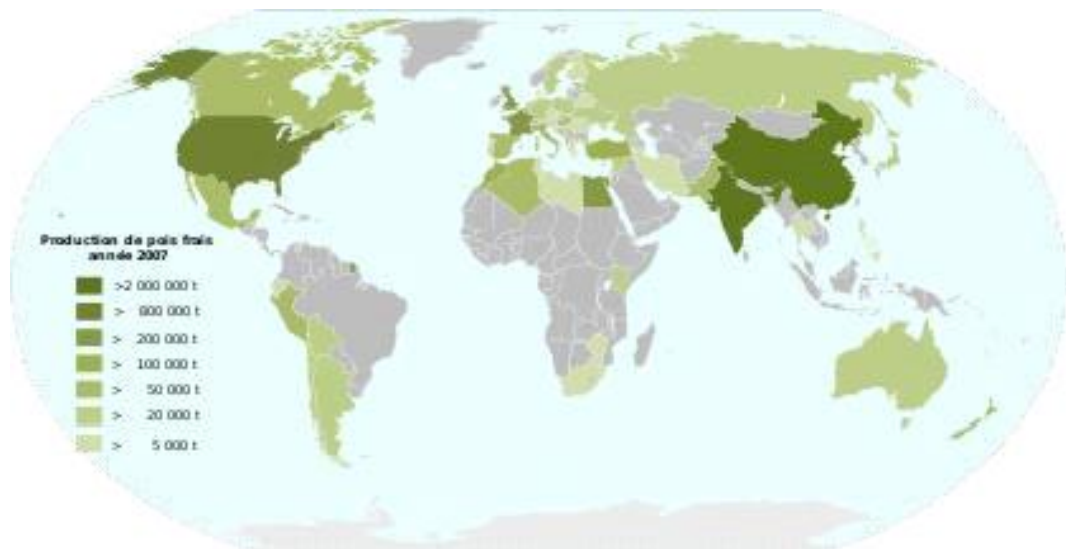
**Les feuilles** : Les feuilles se prolongent par des vrilles de plusieurs centimètres de long. Elles sont composées de 4 à 6 folioles à disposition alterne, elles ont différentes couleurs du vert jaune au vert bleu foncé.

**Les fleurs** : Leurs taille de 3 à 4 cm de long, elles naissent à l'aisselle des feuilles, les pédoncules de longueur variable supportent une à trois fleurs (**Elzebroek et Wind, 2008**). Les fleurs sont de type « papilionacé », sont zygomorphes, à ovaire supère et cléistogames. Elles sont blanches ou avec l'étendard d'un blanc bleuâtre et les ailes d'un violet noir.

**Le fruit** : Il est de type gousse longue de 4 à 11cm, la gousse contient 5 à 10 grains. Les grains sont globuleux, lisses et non marbrés, ils possèdent des réserves en amidon et en protéines.

#### 1-6-4. Répartition mondiale de la culture du pois

Le pois semble avoir été d'abord cultivé en Asie, d'où il s'est diffusé en Europe, en Chine et en Inde. Dans l'antiquité, les auteurs grecs et romains ont fait état de sa culture comme légume sec et plante fourragère. Le pois était déjà bien connu dans les régions montagneuses de l'Afrique centrale et orientale avant l'arrivée des Européens et, vers 1860, c'était une culture vivrière importante et bien établie au Rwanda et dans le sud-ouest de l'Ouganda. La consommation des gousses fut décrite pour la première fois aux Pays-Bas et en France au XVI<sup>e</sup> siècle, et l'emploi des graines immatures comme légume débutèrent en Europe un siècle plus tard.



**Figure 07**: Répartition de la production mondiale du pois (FAO, 2009).

Actuellement, on trouve *Pisum sativum* L. dans tous les pays tempérés et dans la plupart des hautes terres tropicales (figure 07). Le pois sec est cultivé sur de vastes territoires dans les hautes terres de l'Afrique centrale (partie est) et orientale (en Ethiopie en particulier) ainsi qu'en Afrique australe. Dans certaines régions du Rwanda et de l'Ouganda, c'est le principal légume sec. Le pois sec n'est pratiquement pas cultivé en Afrique de l'Ouest. En Afrique, le petit pois et le pois mangetout sont

surtout considérés comme des produits exotiques. Ils ont une importance au niveau régional, le pois mangetout davantage dans les pays francophones et le petit pois surtout dans les pays anglophones. On peut se procurer des petits pois en conserve importés dans toutes les épiceries (FAOSTAT, 2020).

### 1-6-5. Variétés du pois

Les principales variétés sont répertoriées dans le tableau 04.

**Tableau 04** : Principales variétés du pois, d'après Messiaen 2010

Variétés	Hauteur (cm)	Couleur de grain	Durée de végétation (jours)	Caractères variétaux
<b>Express à longue cosse</b>	90	Vert rond	71	Gousses longues 8 à 10 grains
<b>Roi des conserves</b>	140	Vert rond	78	Gousses arquées
<b>Serpette guilloteaux</b>	150	Blanc rond	81	Gousses arquées
<b>Cadoz</b>	Nain	Blanc rond	80	Grains très petits
<b>Douce provenance</b>	Nain	Vert rond	69	Gousses longues 7 à 9 grains
<b>Petit provençal</b>	Nain	Vert rond	69	Gousses arquées
<b>Proval</b>	Nain	Vert rond	65	Le plus précoce
<b>Arkel</b>	Nain	Vert ridé	70	Gousses longues pointues
<b>Merveille de Kelvedon</b>	Nain	Vert ridé	68	Gousses fines très longues
<b>Onward</b>	Nain	Vert ridé	79	Gousses résistantes Oïdium
<b>Bayard</b>	Nain	Vert ridé	70	Type afile
<b>Surgévil</b>	Nain	Vert ridé	85	Grains très sucrés
<b>Caroubay de Maussane</b>	95	Gris Fleur mauve	95	Mangetout à rames
<b>Corne de Bélier</b>	150	Blanc	90	Mangetout à rames



### II-3-2. Symptomatologie

Le cycle des anthracnoses est caractérisé par une succession de symptômes sur chacun des organes et sur les différents étages des plantes. La base des plantes est généralement plus malade que l'apex, (Sayoud et al,1999). Toutes les parties aériennes de la plante sont susceptibles d'être attaquées et pendant tout le cycle végétatif (Adib, 1995). Les symptômes se manifestent sur les organes suivants :

**a)- Sur les tiges :** les lésions ont souvent une forme elliptique, en cas de fortes attaques, elles confluent et évoluent en une nécrose profonde entraînant la cassure de la tige et le dessèchement de la plante.

**b)- Sur feuilles :** Des lésions se présentent sous forme de taches rondes avec des marges brun foncé et un centre gris clair portant des pycnides de couleur brun. Les toiles atteintes jaunissent et finissent par tomber (Bayaa et Chen, 2011).

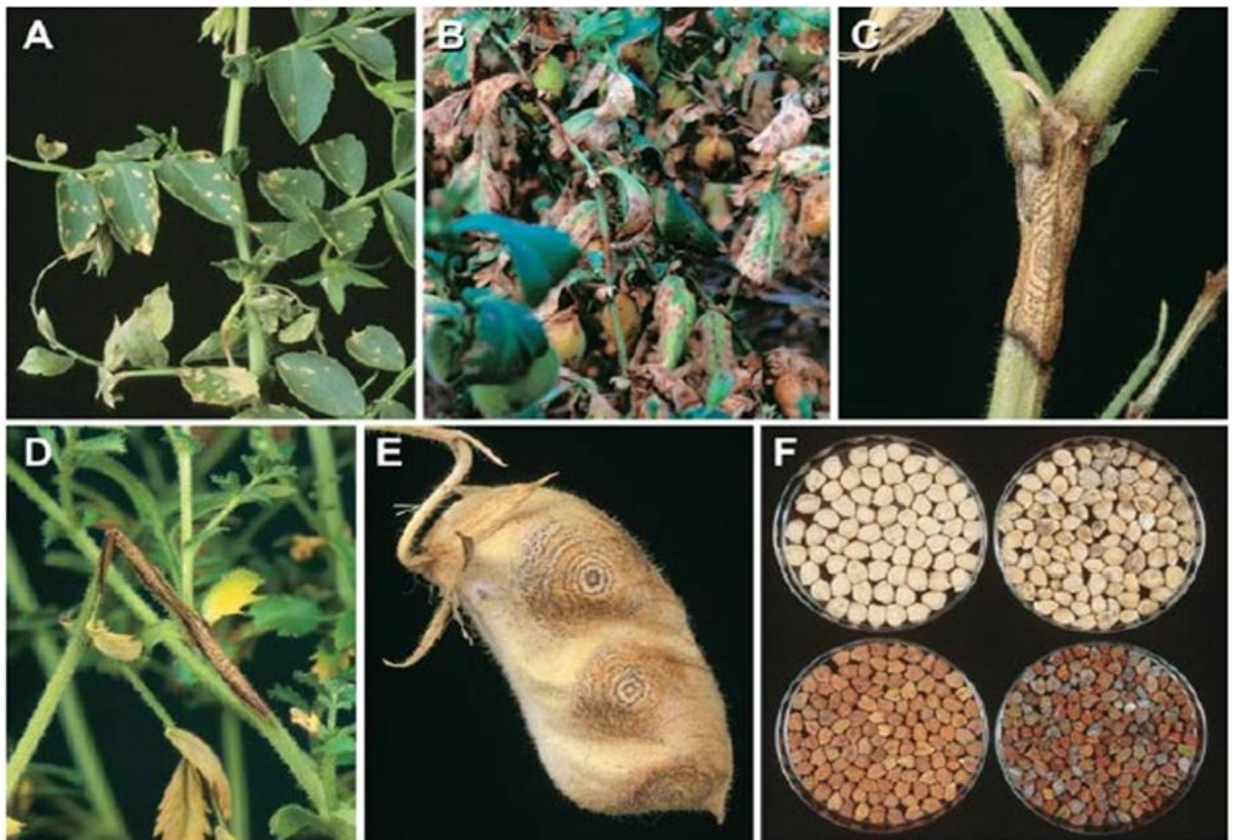
**c)- Sur les folioles :** apparaissent des lésions nécrotiques marron-claires, souvent arrondies, bordées d'une marge d'un brun foncé. Ces macules sont ponctuées de points noirs appelés pycnides. Les folioles atteintes jaunissent, puis tombent.(figure03).

**d)-Sur gousses et graines :** sur les gousses apparaissent également des cercles concentriques de 0,5cm de diamètre et le champignon peut ainsi infiltrer dans la gousse et infecter la graine sur lesquelles une décoloration et des nécroses irréguliers sont observés (figure 11 et 12).

### II-3-3. Agent causal

L'agent de l'ascochytose *Ascochyta rabiei* a été décrit par Labrousse (1930) cité par Shahid et al. (2008) comme *Phyllacticta rabiei* parce qu'il a observé les spores non bicellulaires sur l'hôte. En 1931, il a présenté la dénomination réelle. *Ascochyta rabiei* est hétérothallique avec un système d'accouplement, les deux types d'accouplements ont été appelés MAT1-1 et MAT1-2 (Kaiser, 1997; Armstrong et al., 2001 ; Taleei et al., 2008), La recombinaison sexuelle des *A. rabiei* produit une plus grande diversité génétique et génotypes plus virulents de l'agent pathogène (Kaiser, 1997), des étapes anamorphe et téléomorphe dans le cycle de la maladie de l'ascochytose du pois chiche illustré dans la figure 13 (Kanouni, 2011).

*Ascochyta rabiei* se développe sur divers milieux artificiels (kaiser, 1997 ; Ali et al, 2009) et expose une variabilité phénotypique au niveau de la croissance radiale et de l'aspect des colonies (Bruns et Barz, 2001 ; Ali et al., 2009b).



**Figure 11:** Symptômes de l'ascochyte du pois chiche : (A) Lésions sur feuillage, (B) Symptômes foliaires sévères (nécroses), (C) Lésions sur tige montrant les pycnides, (D) Rupture de la tige due à la ceinturassions, (E) Lésions avec cercles concentriques de pycnides sur gousse, (F) Graines saines et infestées (gauche, droite respectivement, type Kabouli en haut et type Dési en bas). Chongo & Gossen (2003).



**Figure12:** Symptômes de l'ascochyte sur quelques organes du pois chiche : (G) sur graines, (H) sur folioles, (I) Sur tige, (J) sur gousse. Islam & al. (2017).

### II-3-4. Taxonomie

Selon Gupta et Paul (2002), Muthaiyan (2009), Akamatsu et *al.* (2012) et Bahr et *al.* (2016), *Didymella rabiei* (Kovatschevski) Arx, anamorphe *Ascochyta rabiei* (Passerini) Labrousse, se classe comme suit :

- Règne : *Fungi*
- Phylum : *Ascocmycota*
- Sous-phylum : *Pezizomycotina*
- Classe : *Dothideomycetes*
- Sous-classe : *Pleosporomycetidae*
- Ordre : *Pleosporales*
- Famille : *Didymellaceae*
- Genre : *Didymella*
- Espèce : *Didymella rabiei*

### II-3-5. Cycle de la maladie

L'agent pathogène *A. rabiei* est transmis par les semences et les résidus infectés de la culture précédente. L'inoculum primaire est certain par la libération de conidies formées à l'intérieur des pycnides et par les ascospores portées par le vent.

*Ascochyta rabiei* produit deux types de spores dans il 'y a deux modes de reproduction, des spores sexuée (téléomorphe) et des spores asexuée, c'est la forme l'anamorphe (figure 13) :

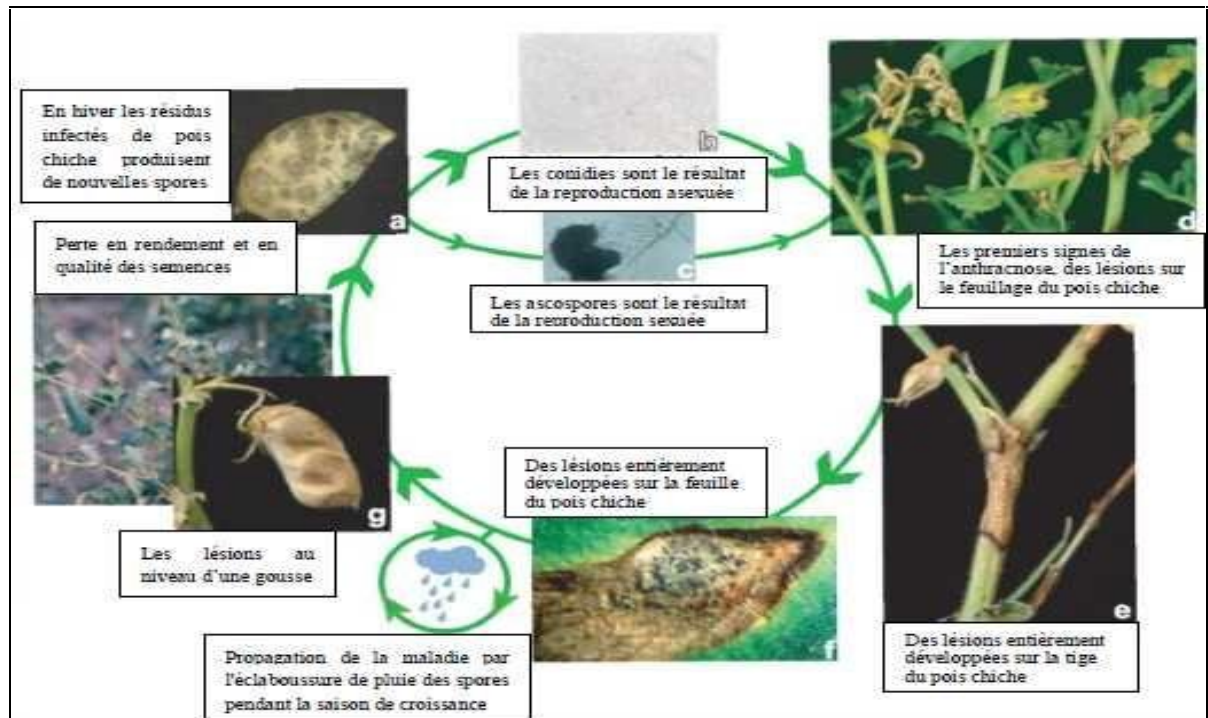
#### II-3-5-1. Le stade anamorphe: *Ascochyta rabiei*

Les spores asexuées les plus courantes sont les conidies qui sont secrétées du pycnides dans une masse collante et exige les éclaboussures de la pluie pour les écarter aux plantes environnantes. Ces spores résultent de la reproduction asexuée du champignon phytopathogène, elles se développent facilement dans les conditions humides et sont produites dans toutes la période de la saison de croissance.

#### II-3-5-2. Le stade téléomorphe : *Didymella rabiei*

Il commence en automne par la formation des pseudothèce (Navas Cortes et *al.*, 1995) qui libèrent, après maturation au début du printemps les ascospores. Ce stade comporte une étape de plasmogamie (fusion de protoplaste ) de deux cellules sexuées compatible : l'anthéridie ( gamétange male ) et l'ascogone (gamétange femelle ) suivis d'une caryogamie (fusion des noyaux )et d'une méiose qui aboutit à la formation d'asques dans lesquels se constituent huit ascospores viables.

Après maturation, les ascospores seront aéroportées et forment une source d'inoculation primaire permettant ainsi la propagation de la maladie et la survie de l'agent pathogène. A ce stade, la sévérité de la maladie est corrélée avec la maturation du pseudothèque et la production et la libération des ascospores (Trapero-Casa et al, 1996).



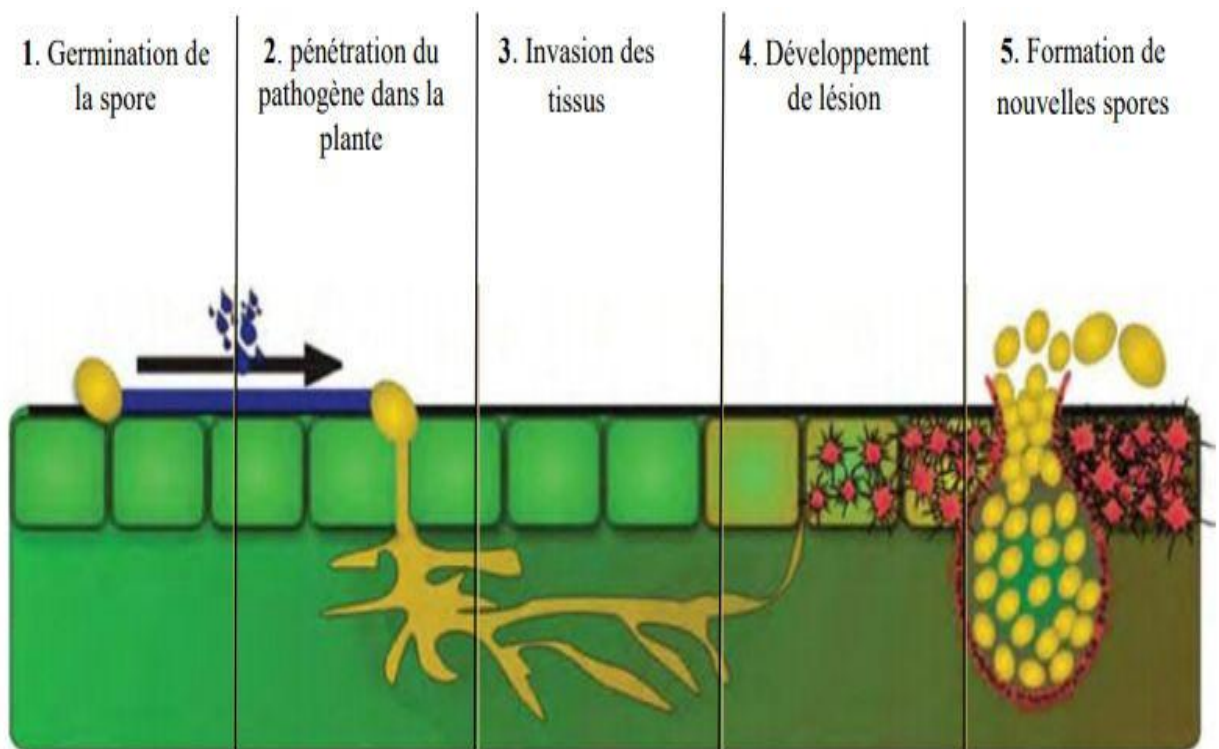
**Figure 13** : Cycle de l'ascochytose du pois chiche causé par *Ascochyta rabiei* (Pearse et al., 2005).

### II-3-6. Processus infectieux :

Les conidies ont besoin d'une quantité d'humidité de pluie ou de rosée pour germer. La germination peut fabriquer dans une 4 à 12 heures en fonction de la température. De courtes périodes de sécheresse (24heures) ne annulent pas les conidies et la germination rattrapera une fois que l'humidité devient disponible (Doukken-Bouchard et al., 2010). Le champignon peut infiltrer directement à travers la cuticule de la tige (Jaya Kumar et al, 2005) et diffuse à travers le phloème, ou indirectement à travers l'espace intercellulaire entre les cellules épidermiques.

Le période d'incubation est débuté quand le champignon est protégé contre les périodes sèches et l'effet des fongicides, il se développe à l'intérieure du tissu (l'infection a eu lieu, mais les symptômes ne sont pas encore visible) (Pandey et al., 1987 ; Zikara-zine et Bouzand, 2007). les tissus végétaux sont tués lorsque le champignon envahit avec succès la plante hôte

Les interactions entre la température et la durée d'humidité affectent la gravité de la maladie (Trapero-Casas et Kaiser, 1992). L'humidité est important pour le développement des champignons phytopathogènes, la germination des conidies et la pénétration du tube germinatif (figure 14) augmentent linéairement avec l'augmentation de la durée d'humidité et la sévérité de la maladie atteint son maximale après 18h d'humidité (Jhorar et *al.*, 1998). La température optimale pour le développement de la maladie est 20°C (Trapero-Casas et Kaiser, 1992), une température inférieure a 18°C ou supérieur a 28°C inhibe le développement de la maladie (Höhl et *al.*, 1990)



**Figure 14 :** Processus de l'infection de *A. rabiei* sur pois chiche (Doukken-bouchard et *al.*, 2010).

## II-3-7. Mécanisme de défense de plante hôte

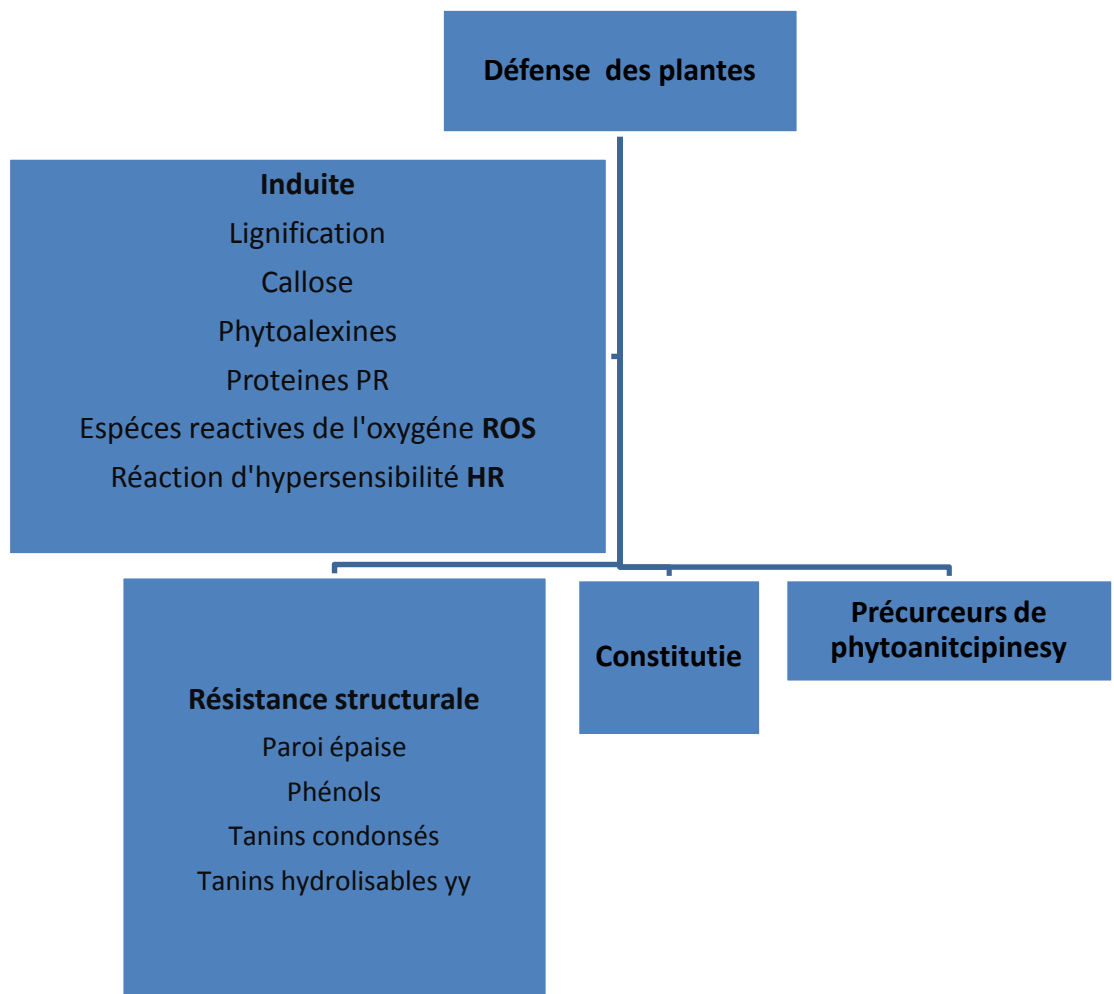
### II-3-7-1. Défense passive /constitutive

La paroi et les poils, cuticule, épiderme. Cette première barrière naturelle est donc déjà très sélective et interagit avec les mécanismes de défense induits (Gabler et *al.*, 2003). Dans les cellules et parois, des barrières chimiques sont mise en place. Aussi des polyphénols, molécules antimicrobiennes, peuvent s'accumuler dans les vacuoles et imprégner les parois (figure 15). Quelques microorganismes parviennent à les franchir et pénètrent par les ouvertures naturelles (Abad et Favery, 2012).

### II-3-7-2-Défense active

Les éliciteurs sont des molécules sécrétées par des micro-organismes présents à la surface cellulaire, capables de provoquer toutes les réactions de défense des plantes, Les gènes de défense correspondant ont été isolés, ce qui a conduit à montrer que leur expression est précocement poussée lors de l'incompatibilité, alors qu'elle est beaucoup plus tardive en situation compatible c'est-à-dire lorsque les plantes sont sensibles (Adam,2008).

L'acide salicylique et l'éthylène stimulent également la défense des plantes (Chérif et *al.*, 2007). Selon des voies dont l'importance relative reste à évaluer. L'état actuel des conséquences permet d'apprécier la puissance et la diversité des mécanismes d'adaptation des plantes ou agressions causées par les microorganismes pathogènes. Les gènes de résistances et de défense sont autant de cibles pour la conception rationnelle de nouvelles approches de lutte contre les maladies parasitaires (Adam,2008).



**Figure 15** : Mécanismes de défense chez les plantes.

## II-4. Ascochytose du pois (*Pisum sativum* L.)

### II-4-1. Importance économique

L'ascochytose est la maladie la plus destructrice de la culture du pois, causant le plus de dégâts sous la forme de rendements réduits (Beasse et *al.*, 1999). La baisse de rendement est principalement due à la réduction des pois de semence, et il y a même un avertissement aux gousses si elles sont infectées avant le début du remplissage des grains. D'un point de vue quantitatif, la profondeur et l'étendue de l'infestation atteignant des graines affectent grandement la valeur commerciale et marchande de la récolte.

### II-4-2. Distribution géographique

L'ascochytose comme maladie des légumineuses a été décrite pour la première fois sur pois chiche en 1911 par Butler au Pakistan ; (Nene et Reidy, 1987). Présentement elle s'étale de l'Asie de l'ouest jusqu'à l'Amérique du Nord (Ozkilinc et *al.*, 2010). Kaiser et *al.* (2000) l'ont signalé également en Australie.

En Algérie, cette maladie n'est pas récente, elle a déjà fait l'objet d'une étude qui reviendrait à dire qu'elle existait bien avant cette date (Laumont et Chevasses en 1956). Depuis lors, la maladie est un facteur limitant de la production de pois légumineux (Makhloufia, 1991).

### II-4-3. Agents causals

L'ascochytose du pois est causée par un complexe parasitaire connu sous le nom de complexe *Ascochyta* et composé généralement de trois espèces de champignons à savoir *A. pisi* Lib. *Phoma medicaginis* var. *pinodella* (syn. *A. pinodella* L. K. Jones) et *Mycosphaerella pinodes* (syn. *A. pinodes* L. K. Jones) (Tadja et *al.*, 2009). Ces dernières années la littérature, australienne spécialement, cite de plus en plus d'autres espèces telles que *Phoma koolunga* comme pathogène causant l'ascochytose (Davidson et *al.*, 2012).

De plus, la dominance relative d'une espèce ou de l'autre varie selon les régions et le climat Davidson et *al.* (2009) attribuent la maladie aux *A. pinodes* et *A. pinodella* Roger et *al.* (1998) et Tivoli et Banniza (2007) rapportent la dominance des *A. Clamps* en climat tempéré (Nord de la France), tandis que Kaiser et *al.* en 2008 ont décrit une épidémie en Espagne en l'attribuant à *A. pisi* en Algérie. La

littérature cite trois espèces d'*A. pisi* sporadiquement endémiques (Bouznad, 1997 ; People, 2009).

#### II-4-4. Taxonomie

La classification des trois champignons du complexe *Ascochyta*, responsables de l'ascochytose du pois est la suivante :

Source : <http://www.mycobank.org/Biolomics.aspx?Table=Mycobank&Page=200&ViewMode=Basic> (page consultée le 19/05/2019).

*a. Ascochyta pinodes* L. K. Jones (anamorphe) = *Mycosphaerella pinodes* (Berk. & A. Bloxam.) Vestergren (téléomorphe) = *Didymella pinodes* (Berk. & A. Bloxam) Petrak. (Téléomorphe).

- Règne : *Fungi*
- Phylum : *Ascocmycota*
- Sous-phylum : *Pezizomycotina*
- Classe : *Dothideomycetes*
- Sous-classe : *Pleosporomycetidae*
- Ordre : *Pleosporales*
- Famille : *Didymellaceae*
- Genre : *Didymella*
- Espèce : *Didymella pinodes*

*b. Phoma medicaginis* Malbranche & Roumeguère var. *pinodella* (L.K. Jones) Boerema (anamorphe) = *Ascochyta pinodella* L.K. Jones (anamorphe) = *Phoma pinodella* (L.K. Jones) Morgan-Jones & K.B. Burch (anamorphe) = *Didymella pinodella* (L.K. Jones) Q. Chen & L. Cai (Téléomorphe).

- Règne : *Fungi*
- Phylum : *Ascocmycota*
- Sous-phylum : *Pezizomycotina*
- Classe : *Dothideomycetes*
- Sous-classe : *Pleosporomycetidae*
- Ordre : *Pleosporales*
- Famille : *Didymellaceae*
- Genre : *Didymella*
- Espèce : *Didymella pinodella*

*c. Ascochyta pisi* Libert (anamorphe) = *Didymella pisi* M.I. Chilvers, J.D. Roger, F.M. Dugan, J.E. Stewart, W. Chen & T.L. Peever (téléomorphe).

- Règne : *Fungi*
- Phylum : *Ascomycota*
- Sous-phylum : *Pezizomycotina*
- Classe : *Dothideomycetes*
- Sous-classe : *Pleosporomycetidae*
- Ordre : *Pleosporales*
- Famille : *Didymellaceae*
- Genre : *Didymella*
- Espèce : *Didymella pisi*

#### II-4-5. Symptomatologie

L'ascochytose touche toutes les parties aériennes de la plante, les premiers symptômes semblent sous forme de taches ou lésions grisâtres (figure 16,17 et 18) :

L'ascochytose apparaît d'abord sur les feuilles sous forme de petites fossettes solitaires. Puis, au fur et à mesure de leur évolution, elles présentent des plaques nécrotiques généralement anguleuses (Viennot-Bourgin, 1949). Sur des tissus atmosphériques secs et /ou biologiquement actifs, ces symptômes se stabilisent (Heath et Wood, 1969). En revanche, dans une atmosphère saturée en eau ou lorsque la réponse de défense de la plante s'affaiblit (certains tissus sont en voie de sénescence) ou lorsque la concentration d'inoculum est élevée, la zone nécrotique s'étend et forme une coalescence.



**Figure16:** Symptômes sur tige, sur feuilles, sur gousses, sur graines, d'après INRA (2012)

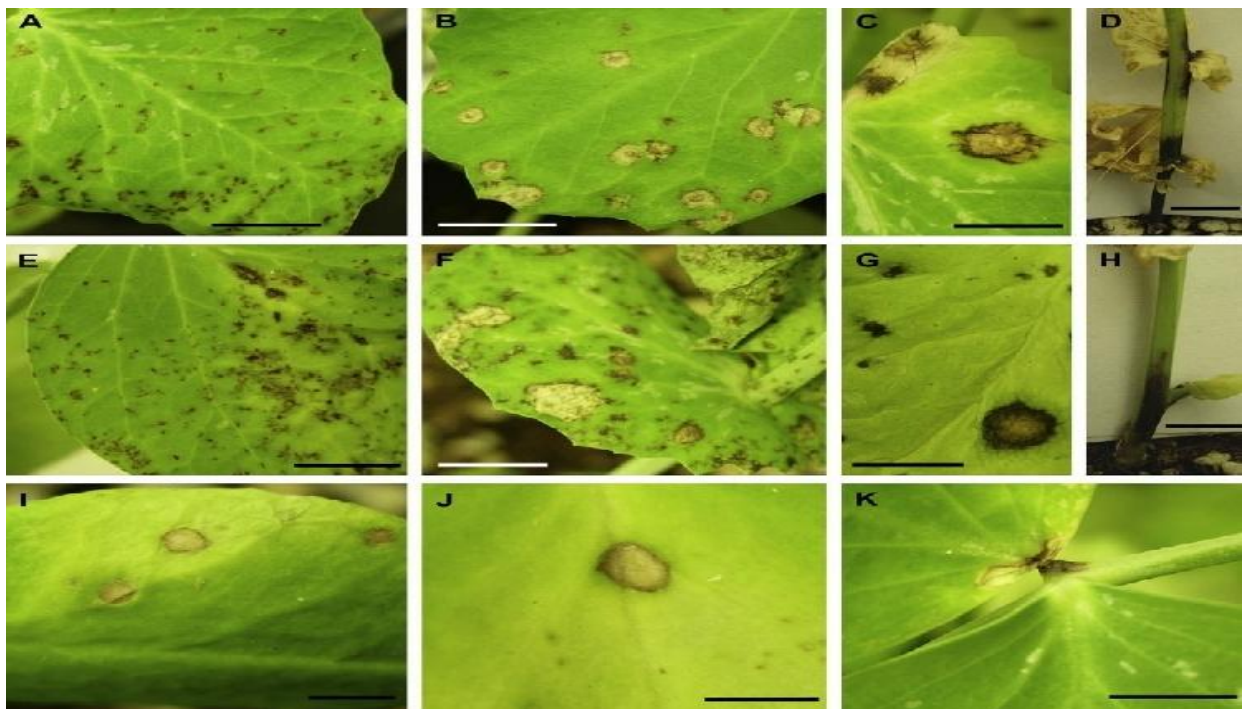
Sur les gousses, elles peuvent également être attaquées par des parasites et selon le moment où la maladie survient, leur élongation ou le remplissage des graines

en est affecté.les gousses restent plates lorsqu'elles sont jeunes et se dessèchent ou se déforment par des torsions irrégulières (Viennot-Bourgin1949).

Sur la tige, les fossettes sont striées dans le sens de l'axe. Lorsque les conditions sont favorables au développement de la maladie, les rayures fusionnent et s'enroulent autour de la tige .de plus , un assèchement prémature de la zone entourant la nécrose a été observé sur les gousses et les tiges (Viennot-Bourgin1949).



**Figure 17** : Lésions nécrotiques dues à *A. pisi*. (B) sur tige, (C) sur gousses. Sivachandra Kumar (2016).



**Figure 18**: Lésions causées par les trois pathogènes du complexe Ascochyta sur *Pisum sativum* cv. 'Lifter'. (A–D) *M. pinodes*, (E–H) *P. medicaginis* var *pinodella*, (I–K) *A. pisi*. Bars = 5 mm. Chilvers & al. (2009).

## **II-4-6. Cycle de maladie** (figure 19)

### **II-4-6-1. Infection primaire**

D'après la définition de Rappilly (1991), l'inoculum primaire responsable de l'infection primaire provoque la maladie et initie l'épidémie.

Les graines contaminées peuvent être la source d'une infection primaire. La plupart des infections précoces sont censées initiées par la progression du mycélium de l'enveloppe de la graine à l'embryon pendant la germination. A 20°C, cette invasion a eu lieu les jours et 3 après 2 prises de graines dormantes.

L'auteur a mis en évidence l'effet de la contamination des graines sur le développement d'*A. pisi*, en partant d'un lot de graines contaminées à 80%, il a observé un taux de levée de 67% 10 à 15 jours après semis sur sol stérile. Parmi les plantules obtenues, seule la moitié a développé des symptômes typiques au niveau du premier nœud. Les différents éléments constitutifs de la graine sont incubés dans des conditions stériles permettant de localiser le mycélium.

En fin, certains adventices et les repousses provenant de graines de la récolte précédente, constituent également une source d'inoculum primaire (Maufras, 1996).

### **II-4-6-2. Infection secondaire**

Les pycniospores sont disséminées à courte distance par éclaboussures (Fist et *al.*, 1989). En revanche, les ascospores sont disséminées par le vent (Chadefaud, 1978).

La contamination primaire de la culture conduit à la formation des premiers symptômes qui sont observés dans le bas de plantes (Bretag, 1991 ; Roger et Tivoli, 1996). Ensuite, à partir de ces symptômes se forment des fructifications, source d'inoculum secondaire. Elles sont produites principalement sur les feuilles (Hare et Walker, 1994 ; Roger et Tivoli, 1996).

Les pycnides sont les premiers organes formés à partir du moment où les symptômes sont au stade de nécroses angulaires, les périthèces apparaissent tardivement sur les feuilles sénescentes (Roger et Tivoli, 1996). Les pycniospores sont disséminées dans les parties basse du couverte tandis que les ascospores peuvent être captée jusqu'à 1m au dessus du sol (Roger et Tivoli, 1996).

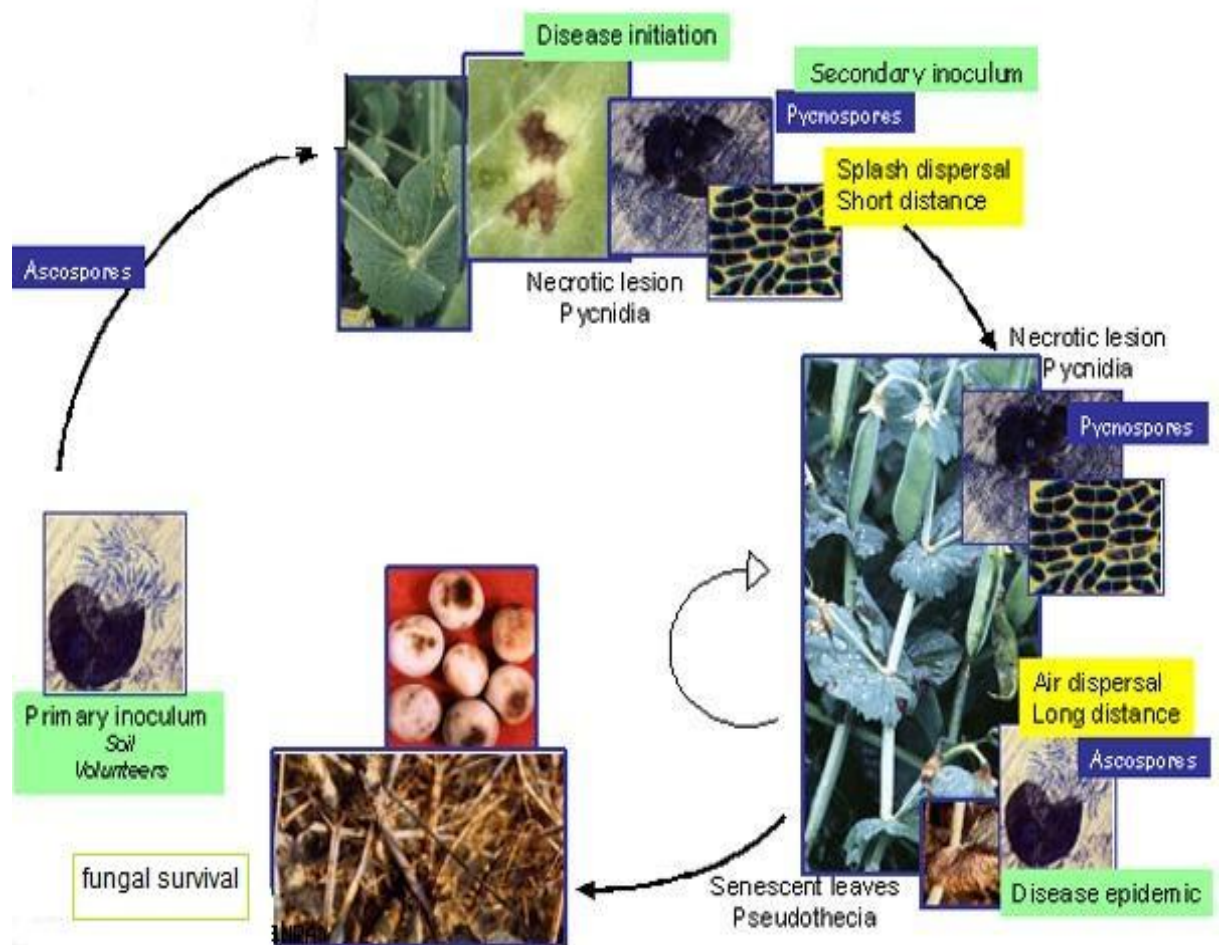


Figure 19 : Cycle de l'ascochyte du pois, d'après TIVOLI et BANNIZA (2007).

#### II-4-7. Processus infectieux

*Ascochyta pisi* est un champignon pathogène nécrotrophe qui survit entre les saisons à travers les semences (Morkunas et *al.*, 2012). Ce parasite pénètre normalement la plante de pois à travers la cuticule de feuillet.

A 20°C le cycle d'infection se produit rapidement puisque les spores germent en 6 heures, forment des spores en 8 heures et traversent la cuticule en 12 heures (Tivoli et Bonavita, 1995). Les premiers symptômes caractérisés par une nécrose apparaissent entre 24 et 48 heures après la période d'incubation. La progression mycélienne dans les cellules hôtes a été décrite au niveau des feuilles et de l'épicotyle.

Au niveau des feuilles, les hyphes traversent la cuticule à la jonction de deux cellules épidermiques ou par les stomates (Kerling, 1949). Dans le cas des variétés sensibles, le champignon se développe ensuite dans la couche cellulaire sous-

épidermique par voie intracellulaire, et plus communément par voie intercellulaire. Dans le cas des variétés résistance, le tube germinale pénètre dans la cuticule, mais le processus d'infection s'arrête rapidement.

Au niveau de l'épicotyle, les hyphes se développent dans le parenchyme cortical via la voie intercellulaire sans dégradation de la couche intermédiaire. Trois jours après l'inoculation, les cellules parenchymateuses épidermiques ont pris un aspect brunâtre. dans le cas des variétés résistantes, le tube germinatif ne traverse pas la cuticule de l'épicotyle (Clulow et *al.*, 1992).

#### **II-4-8. Mécanisme de défense de la plante**

La réponse de plante à une attaque microbienne implique le métabolisme de l'hôte. L'indicateur se lie aux récepteurs hôtes situés au niveau de la membrane cellulaire pour former un signal de reconnaissance qui est transmis au noyau de la cellule hôte. Ce signal est traduit en une série d'événements métaboliques qui traduit la réponse de l'hôte. L'induction des mécanismes de réponse a été obtenue expérimentalement à l'aide de composés isolés de parois cellulaire, filtrats de culture, cytoplasme de micro-organismes (Allard et *al.*, 1993).

Les réponses de défense les plus connues sont celles qui conduisent à une accumulation de phytoalexines ou à des réactions d'hypersensibilité. Des études ont montré une accumulation de phytoalexines dans les feuilles de pois inoculés avec des pois. Les phytoalexines sont des composés antimicrobiens de bas poids moléculaire synthétisés par les plantes et accumulés lors de cette interaction entre les plantes et les micro-organismes, qui apparaissent également en cas de stress d'origine chimique ou physique (Rouxel, 1989).

## Références Bibliographiques

- Abdelguerfi et al,2001:Evaluation de quelques cultivars locaux de pois chiche dans la région de Bejaia. Institut nationale de la recherche agronomique d'algerie.9 :31-48.
- Additional sources of tolerance to cold in cultivated and wild cicer species.corp science 35:14
- Ajouz S., 2009. *Estimation du potentiel de résistance de Btrytis cinerea à des biofongicide*. Thèse doctorat, INRA-Avignon, France, 198p.
- Akem c., 1999. *Ascochyta* blight of chickpea : present status and future priorities. International Journal of pest management, 45(2):131-137.
- Ali S.M., Paterson J., Crosby J., 1982. A standard technique for detecting seed-born pathogène in pea, chemical control, and testing commercial seed in South Australia. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, (22) :348-352.
- Allen O.N. & Allen E.K. 1981. The Leguminosae. *The University of Wisconsin Press, Madison, WI, USA*.
- Amadioha A. C .,2000. Controlling rice blast in vivo with extracts of *Azadirachta indica*. *Crop Protection* 19. Pp. 287-290. Elsevier.
- Atta, S., Malatése, S., Marget, P., Cousin, R., 2004: Assimilation by the field pea *Pisum sativum* L.agronomie, 24, 1-8.
- Baba-aissa Moussaoui K., Moussaoui K., Zebib B., Merah O., Djazouli Z., 2012.Toxicité de deux bio-insecticides formulés sur les larves de *Tuta absoluta* comparée à un insecticide de synthèse .recueil des résumés, 3éme congrès de zoologie et d'Ichtyologie marrakech,152p.
- Bailey K. L., Gossen B. D., Lafond G. P., Watson P. R., Derksen D. A., 2001. Effect of tillage and crop rotation on root and foliardiseases of wheat and pea in Saskatchewan from 1991 to 1998: Univariate and multivariate analyses. *Canadian Journal of Plant Science* 81, pp.789-803.
- Baker, R., Paulitz, T. C., 1996. The oretical basis for microbial interaction n, leading to biological control of soil borne plant pathogens.pp.50-79 in principles and practice of managing soil borne plant pathogens. R. Hall, Ed. The American Phytopathological Society.
- Baumgartner A., 1998. le pois chiche : la viande des pauvres .Tabula , 3 : 16-19.
- Beasse C., Ney B., Tivoli b., 1999. Effects of pod infection by *Mycosphaerella pinodes* on yield components of pea (*pisium sativum*). *Annals of Applied Biology*,(135) :359-367.
- Benbelkacem A. (1988). The Role of Legumes in the Farming Systems of Algeria. pp 31-37 in: *The Role of Legumes in the Farming Systems of the Mediterranean Areas*. Osman A.E., Ibrahim M.H. And Jones M.A. (eds). *Kluwer Academic Publishers*.
- Berger et al. , 2003 : Ecogeography of annuel wild cicer species: the poor state of the world collection – corp science43:1076-1090.
- Berger, J., Abbo, S. H. and Turner, N. C. 2003. Ecogeography of annual wild Cicer species: the poor state of the world collection. *Crop Sciences*., 43 : 1076 – 1090.
- Boerma G.H., DE Gruyter J., Noordeloos M.E., Hamers Maria E.C., 2004. PHOMA IDENTIFICATION MANUAL Differentiation of Specific and Infra-specific Taxa in Culture. CABI Publishing, USA, pp 287-288

- Bouznad Z., Mohammedi S., 1987. Les anthracoses des légumineuses en Algérie. Quelques aspects systématiques et pathologiques. 1<sup>er</sup> congr. SFP, Rennes, pp.13-19.
- Bretag T.W., 1989. Resistance of pea cultivars to ascochyta blight caused by *Mycosphaerella pinodes*, *Phoma medicagenis* and ascochyta pisi. *Annals of Applied Biology* 114, pp.157-159.
- Brink, M et Belay, G. 2006. Ressources végétales de l'Afrique tropicales 1. céréales et légumes secs. Fondation PROTA. 328p.
- Brunechon J., 1987. Pharmacognosie, Ecole technique de documentation, Ed. Ravoilie.
- Chadefaud, M et Emberger, L., 1960 : *Traité de botanique. Systématique. Les végétaux non vasculaires. (Cryptogamie) T.1*. Eds. Masson et cie. Paris. pp :1018.
- Chakraborti, D., Sarkar, A., Gupta, S. and Das, S. 2006. Small and large scale genomic DNA isolation protocol for chickpea (*Cicer arietinum* L.), suitable for molecular marker and transgenic analyses. *African Journal of Biotechnology* ., 8 : 585 – 589.
- Clement J.M., 1994. Le technicien d'agriculture tropicale – les cultures maraichères- Maisonneuve et Larose-ACCT-CTA-Larousse Agricole, France.
- Cook R. J., Baker K. F., 1983. *The Nature and Practice of biological Control of Plant Pathogen* The American Phytopathological Society, St.Paul, MN.
- Cousin R., and Bannerot, H. 1992. Amélioration des espèces végétales cultivées. INRA Editions, Paris, France. pp 173-188.
- Davidson J.A., Hartley D., Priest M., Krysinska-Kaczmarek M., Herdina McKay A., Scott E.S., 2009. A new species of *Phoma* causes ascochyta blight symptoms on field peas (*Pisum sativum*) in south Australia. *Mycologia*, 101, 120-128.
- Davidson J.A., Krysinska-Kaczmarek M.H., McKay A. et Scott E.S., 2012. Comparison of cultural growth and in planta quantification of *Didymella pinodes*, *Phoma koolunga* and *Phoma medicaginis* var. *pinodella*, causal agent of ascochyta blight on field pea (*Pisum sativum*). *Mycologia*, 104(1). The Mycological Society of America. pp.93-101.
- Davies A. M. R., and Van Der Maesan L. J. G., Maxted N., Javadi F., Coles S., 2007. Taxonomy of the genus *Cicer* revisited. In: Yadav S. S., Reeden B., Chen W, and Sharma B (eds) *Chickpea breeding and management*. CAB International, Wallingford, pp 14-46.
- Demirci F., Bayraktar H., Babaliogullu I., Dolar F. S., Maden S., 2003. In vitro and in vivo effect of some fungicide against the chickpea blight pathogen, *Ascochyta rabiei*. *Journal of Phytopathology*, (151):519-524.
- Derbali M., 2013. Essai de biocontrôle des agents causaux de l'ascochytose du pois et du pois chiche par des extraits végétaux de quelques plantes originaires de la steppe algérienne. Mém. Master, Uni. M'sila, 54p.
- Détermination de races et recherche des génotypes de pois chiche (*Cicer arietinum* L.) Résistant à *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceri* (agent de flétrissement vasculaire du pois chiche). 1<sup>er</sup> séminaire National sur la protection des plantes cultivées, Centre Universitaire de Khemis Miliana, Institut des Sciences de la Nature et de la terre. p.62.
- Dirlewanger E., Isaac P., Ranade S., Belajouza M., Cousin R., Devienne D., 1994. Restriction fragment length polymorphism analysis of loci associated with disease resistance genes and developmental traits in *Pisum sativum* L. *Theor. Appl. Genet.* (88):17-27

- Djellali A., 1988. Etude en plein champ de la résistance du pois chiche à l'antracnose. Thèse ing. en agronomie. INA, Al Harrach, Alger, 47p.
- El kalamouni C., 2010. *Caractérisations chimiques et biologiques d'extraits de plantes aromatiques oubliées de Midi-Pyrénées*. Thèse doctorat, Uni. Toulouse, France, 73p.
- Eloutassi N., Louasteb., 2012. Etude in vitro de l'activité anti-*Fusarium oxysporum* sp. Lycopersici de l'algue marine *Cystoseira tamariscifolia*. *Science Lib*. Ed. Mersenne, Vol.4, 13p.
- Elzebroek, T., and Wind, K. 2008. Guide to cultivated plants. CAB International, Oxfordshire, UK. *enzymology*. New York :academic press.(1):149-158.
- FAO, 2009. Food and alimentation organization. Sur le site FAO-STAT : <http://apps.fao.org>.
- Gan Y.T., Siddique K.H.M., Macleod W.J., Jayakumar P., 2006. Management option for minimizing the damage by ascochyta blight (*Ascochyta rabiei*) in chickpea (*Cicer arietinum* L.) *Field Crops Research*,(97):121-134.
- Geves, 1995:Description et classification des variétés de pois. Manuel avec mise à jour à échéance régulière. Geves. Guyancourt.556p.
- Goodwin, M. 2005. Profil de la culture de pois chiche au Canada. Ed. AAFC (Agriculture et Agri – Food Canada). Ottawa, Ontario, Canada. 28p.
- Gueguen J., Viroben G. Barbot J., 1995. Preparation and characterization of films from pea protein isolates. and European Conférence on Grain Legumes."Improving production and utilization of grain legumes" AEP,pp.359-359.
- Hohl B. Pfautsch M. et Barz W., 1990. Histology of disease development in resistant and susceptible cultivars of chickpea (*Cicer arietinum* L.) inoculated with spores of *Ascochyta rabiei*. *Journal of phytopathology*,129:31-45.
- <https://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=profile&symbol=CIAR5&display=31..>
- Jhorar O.P., Butler D.R. et Mathauda S.S., 1998. Effects of leaf wetness duration relative humidity, light and dark on infection and sporulation by *Didymella rabiei* on chickpea. *Pathology*, 47:586-594.
- Kaach, H.J et Weltzien, H.C., 1984:Epidemiological aspects of chickpea *Ascochyta* blight. In: *Ascochyta* blight et winter sowing of chickpeas. Saxena ,M.C. et Singh, KB.(eds). The Hague, the Netherlands: Maritus Nijhoff/Dr Junk. pp. 35-44.
- Kaiser W. J., Ramsey M. D., Makkouk K. M., Bretag T. W., Acikgoz N., Kumar J., Nutter F. W., 2000. Foliar diseases of cool season food legumes and their control. In Knight R. Ed. *LinKnig Research and Marketing Opportunities for Pulses in the 21<sup>st</sup> Century*. Kluwer.
- Kaiser W. J., Viruega T. L., Peever T. L., Trapero A., 2008. First report of *Ascochyta* blight outbreak of pea caused by *Ascochyta pisi* Spain plant disease 92(9).pp.1365-1365.
- Kaiser, W.J. and Hannan, R.M., 1988: Seed transmission of *Ascochyta rabiei* in chickpea and its control by seed-treatment fungicides. *Seed Science and Technology*.16:625-637.
- Kaiser, W.J., Wang B-C., Rogers, J.D., 1997. *Ascochyta fabae* and *A. lentis*: host specificity, teleomorphs (*Didymella*), hybrid analysis, and taxonomic status. *Plant Disease* 81:809-816.
- Koita K., Neya F. B., Nana A. T., Sankara P., 2012. Activite antifongique d'extraits de plantes locales du Burkina Faso contre *Puccinia arachidis* Speg., agent pathogène de la rouille de l'arachide (*Arachis hypogaea* L.). *J.Appl. Biosci.*, (57) :4142-4150.

- Kuckuk C., Kivanc M. Kinaci E. Kinaci G., 2007. Efficacy of *Trichoderma harzianum* Rifaii on inhibition of ascochyta blight disease of chickpea. *Annals of Microbiology* 57,(4):665-668.
- Labdi ,1990 : chickpea in Algeria in Saxena N .P, Saxena M.C Jouhansen C vimani S.M et Haris h, adaptation of chickpea in west Asia and north Africa region .
- Langenheim J.H., 1969. Amber : abotanical inquiry. *Science*. 163(872), 1157-1169.
- Laument et Chevassus,1960 note sur alimentation de lentille en Algérie : ANN et INRA etHarrach , tome2 pp-3-37.
- Lawyer A. S., 1984. Foliar diseases caused by fungi. Diseases caused by *Ascochyta* spp. In *compendium of pea Diseases* (Ed. HagedornD.J.), The American Phytopathological Society in Co-operation with the Department of plant Pathology, University of Wisconsin: Madison, U.S.A.PP.11615.
- Lev-Yadun S, Gopher A, Abbo S (2000) :The cradle of agriculture. *Science* 288: 1602– 1603
- Liliana J., 2007. *Etude des risques liés à l'utilisation des pesticides organochlorés et impact sur l'environnement et la santé humaine*.Thèse de doctorat,Lyon 1,227p
- Macleod W.J., 2003. Ascochyta blight of chickpea. In:"2003 Pulses", Agribusiness Crop Updates, Perth, Australia.
- Makhloufia Y., 1991. Etude de la contribution de fongicide à la survie de plantes de pois chiche (variété Sebdo) vis- à- vis de l'antracnose. Thèse d'ing. en Agronomie. Centre uni. De Mascara. 73p.
- Mangena T., Muyima N.Y.O., 1999. Comparative evaluation of the antimicrobial activities of essential oils of *Artemisia afra*, *pteronia incana* and *rosmarinus officinalis* on selected bacteria and yeaststrains. *Lett. Appli. Microbiol.* 28,pp.291-296.
- Markell S., Wise K., Mckay K., Goswami R. et Gutmested N., 2008 *Ascochyta* blight of chickpea. Plant Disease Management North Dakota State University.
- Marley P.S., Diourte M., Neya A., Rattunde F.W., 2005. Sorghum anthracnose and sustainable management strategies in West and Central Africa. *Journal of Sustainable Agriculture*, vol.245(1):43-56.
- Mcdonald G.k. , Peck D., 2008. Effects of crop rotation, residue retention and sowing time on the incidence and survival of ascochyta blight and its effect on grain yield of Agriculture Food and Wine, Waite Campus, The University of Adelaide, PMB 1, Glen Osmond, SA 5064, Australia.Field Crops Research 111, pp.11-21.
- Mehrez, K., Belabid, L. et Ben Freha, F. 2010.
- Melakhessou Z., 2007.*Etude de la nuisibilité directe des adventices sur la culture de pois-chiche d'hiver (Cicer arietinum L) variété ILC 3279 , cas de Sinapis arvensis L*. Thèse Magister, Uni. El-Hadj Lakhdar,Batna.72p.
- Meyer B., 1989. Les matières premières mondiales en compétition avec la production française et européenne, Rivista Italana Eppos,numéro spécial, pp.273-281. Messiaen, C.M. 2010. Le potager familial méditerranéen. Edition Versailles, 191 p.
- Navas –Cortes J.A, Trapero-Casas A. et Jimenez-Diaz R. M. , 1998.Influence of relative humidity and temperature on development of *Didymella rabiei* on debris. *Plant pathology*,47:57-66.
- Nene Y. L., Reddy M.y V., 1987. Chickpea diseases and their control. In: SAXENA M. C., SINGH K. B (Eds). *The chickpea* . CAB International Oxon, England. pp.233-270.

- Obaton M., 1980. Activité nitrate réductase et nitrogénase en relation avec la photosynthèse et les facteurs de l'environnement. Bulletin ASF: 55-60.
- Onfroy. C., Tivoli. B., Corbie' re R., Bouznad. Z., 1999. Cultural, molecular and pathogenic variability of *Mycosphaerella pinodes* and *Phoma medicaginis var. pinodella* isolates from dried pea (*Pisum sativum*) in France. Plant Pathology, 48, 218-229.
- Ozkilink H., Frenkel O., Abbo S., Eshed R., Sherman A., Shtienberg D., Ophir R., Can C., 2010. A comparative study of Turkish and Israeli population of *Didymella rabiei*, the ascochyta blight pathohène of chickpea. *Plant pathology* 59, pp.492-503.
- Pande S., Sharma M., Gaur P. M., Gowda C. L.L., 2010. Host plant resistance to Ascochyta blight of chickpea. Ed. ICRISAT, India, n°82, 31p.
- Peever T. L., 2007. Role of host specificity in the speciation of Ascochyta pathogens of cool season food legumes. Eur J. Plant Patbol., (119):119-126.
- Plancquaert PH. et Wery J., 1991. Le pois chiche : Culture et utilisation. Brochure Ed. ITCF, Paris, France ; 11 p.
- Pretorius J. C., Craven P., Vander watt E., 2002. In vivo control of *Mycosphaerella pinodes* on pea leaves by a crube bulb extract of *Eucomis autumnalis*. *Ann. Appl. Biol.* (141):125-131.
- Quezel P. et Santa S. 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Éd. CNRS, Paris, France.
- Quezel P., Santa S., 1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions méridionales désertiques. Ed. Centre national de la recherche scientifique, Tome 1, Paris, France, 1066p.
- Redden RJ and Berger JD, 2007: History and origin of chickpea. chickpea breeding and management pathol, 42:172-180.
- Roger C., Tivoli B., Lemarchand E., 1998. Epidémiologie de l'Anthracnose. Phytoma-La Défense des Végétaux. (509) :1-10.
- Ross K.A., Beta T., Aentfield S.D.A., 2009. Comparative study on the phenolic acids identified and quantified in dry beans using HPLC as affected by different extraction and hydrolysis methods. *Food Chemistry*. (113): 336-344.
- Salamone A., Zizzo G.V., SCARITO G., 2006. The antimicrobial activity of water extracts from *Labiatae*. Proc. Ist IC on Labiatae Acta Hort. (723):465-469.
- Saxena N.P., 1984. Chickpea. In: Goldsworthy P.R., Fisher N.M. The Physiology of Tropical Field Crops: 419-452.
- Setti b., Bencheikh M., Henni J., Neema C., 2009. Effect of pea cultivar, pathogen isolate, inoculums concentration and leaf wetness duration on Ascochyta blight caused by *Mycosphaerella pinodes*. *Phytopathologia Mediterranea* 47(3), 214-222.
- Singh et Diwakar, 1995 ; Bejaia et van der Masen, 2006 ; Bouras, 2010.
- Singh K., 1995. Germplasm Enhancement. In: Germplasm program legumes. Annual report for 1995. ICARDA, Aleppo, Syria: 22-24.
- Singh K.B., 1997. Chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crops Research*, 53, pp: 161-170
- Sipailiene A., Venskutonis P.R., Baranauskiene R., Sarkinas A., 2006. Antimicrobial activity of commercial samples of thyme and marjoram oils. *Journal of Essential Oil Research*, (18): 698-703.

- Staginnus, C., Winter, P., Desel, C., Schmidt, T. and Kahl, G. 1999. Molecular structure and chromosomal localization of major repetitive DNA families in the chickpea (*Cicer arietinum* L.) genome. *Plant molecular Biology* 39 : 1037- 1050 , 1999.
- Stone, RE. , 1912: The life history of ascochyta on some leguminous plants. *Annals of Mycology* 10:564-592.
- Tadja A. , Youcef Benkada M., Rickauer M., Bendahmen B. S., Bekhlifa M., 2009.caractérisation of Ascochyta as pathological spesces of pea (*Pisum sativum* L.) at the north west of Algeria *Journal of Agronomy* 8(3).pp.100-109.
- Taylor P.W.J., Ford R., 2007. Diagnostics, genetic diversity and pathogenic variation of ascochyta blight of cool season food and feed legumes. *Eur. J. Plant Patbol.* (119):127-133.
- Tegegne G., Pretorius J. C., Swart W. J., 2008. Antifungal properties of *Agapanthus africanus* L. extracts against plant pathogens. *Crop Protection* (27):1052-1060.
- Timmerman-vaughan G. M., Frewt. J., Butler R., Murray S., Gilpin M., Johnston P., Falloon K., Lakemanm B., Russell A., Khan T., 2004. Validation of quantitative trait loci for Ascochyta blight resistance in pea (*Pisum sativum* L.) using population from two crosses. *Theor. Appl.Genet* .(109):1620-1631.
- Tivoli B., Banniza S., (2007). Comparison of the epidemiology of ascochyta blight on grain legumes. *European journal of Plant Pathology*,(119):59-76.
- Toulaiti., 1988. L'agriculture algérienne : les causes de l'échec. Ed. Office des publications universitaire, Alger, 550p.
- Traore Y., Ouattara K., Yeo D., Doumbia I., Coulibaly A., 2012. Recherche des activités antifongique et antibactérienne des feuilles d'*Annona senegalensis* Pers. (Annonaceae). *J. Appl. Biosci.* (58) :4234-4242.
- Trapero-casas A. et Kaiser W.J., 1992. Alternative hosts and plant tissues for the survival, sporulation and spread of the *Ascochyta* blight pathogen of chickpea. *European Journal of plant pathology*, 125:573-587.
- Trapero-casas A., Navas-Cortes J.A. et Jimenez Diaz R., 1996. Airborne ascospores of *Didymella rabiei* as a major primary inoculum for Ascochyta blight epidemics in chickpea crops in southern Spain. *European Journal of plant pathology*, 102:237-245.
- Trapero-Casas, A et Kaiser, W.J., 1992: Influence of temperature, wetness period, plant age et inoculum concentration on infection et development of *Ascochyta* blight of chickpea. *Phytopathology*, 82:589-596.
- Upadhyaya et al,2011 : genomic tools and germ plasm diversity for chickpea improvement plant genetic resources. *Characterization and utilization* 9 (1) 10.107/AP09014-0815-3191/09/040392.
- Vail S. L., 2005. Population studies of *Ascochyta rabiei* on chickpea in Saskatchewan.these de magister.Université de Saskatoon Canada,115p.
- Vali S .L., 2005.population studies of *ascochyta rabiei* on Chickpea in Saskacewh these de magister. university de saskatchewan, saskatchoon ,Canada , 115 p.
- Van der Maesen LJG (1972)'Cicer L., A Monograph of the Genus with Special Reference to Chickpea (*Cicer arietinum* L.), its Ecology and Cultivation.' (Mededelingen Landbouwhoge school: Wageningen).

- Vander-Maessen L.J.G., 1972. Origin, history and taxonomy of chickpea. In: Saxena M.C. et Singh K.B. The chickpea. Ed. ICARDA, Aleppo, Syria: 11- 17.
- Vanier p,2005: le pois chiche au fil du temps :usage culinaires, conservation ,jardinage biologique et écologique et environnement. Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF), université laval,11p.
- Wallen v.R., 1965. Field evaluation of the importance of the Ascochyta complex on peas. *Canadian journal of plant science*,(45) : 27-33.
- Weaver D.K., Subramanyam B., 2000. Botanical. *In: Alternance to pesticide in stored product*, Subramanyam B., Hangstrum D.W. (Edictors), I.P.M. Kiuwer Academie publischer, Massachusetts, USA,pp.303-320.
- Xue A. G., Warkentin t. D., Kenaschuk e. O., 1997.Timing of inoculation with *Mycosphaerella pinodes* on yield and seed infection of field pea. *Canadian journal of plant. Science*, (77): 685-689.
- Xue A.G., 2000. Effect of seed-born *Mycosphaerella pinodes* and seed treatments on emergence, foot rot severity, and yield of field pea. *Canadian Journal of Plant Pathology*, (22): 248-253.
- Zaatri M., 1987. *Contribution à l'étude de l'antracnose de pois chiche Aspect de la résistance et races physiologique*. Thèse d'ing. en agronomie, INA, El Harrach, Alger. 49p.
- Zambonelli A., D'aurelio A.Z., A. Severi., Benvenuti E., Maggi L., Bianchi A., 2004. Chemical composition and fungicid activity of comercial essential oils of thymus vulgaris L.J. *Essent. Oil. Res.* 16(1), pp,69-74.
- Zohary D. et Hopf M. 1988: Domestication of plants in the old world Univ. Press. Oksford, UK.