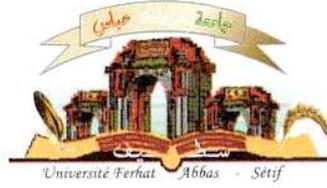


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Université Ferhat ABBAS Sétif 1
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة فرحات عباس، سطيف 1
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

N°/SNV/2015

MÉMOIRE

Présenté par

RAHMANI Saliha

Pour l'obtention du diplôme de

MAGISTER EN AGRONOMIE

Spécialité: Génétique et amélioration des plantes

THÈME

Effet de l'antracnose du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) sur le rendement et ses composantes en zone semi aride

Soutenue publiquement le 21/10/2015

DEVANT LE JURY

Président	BENMAHAMMED Amar	Pr. UFA Sétif-1
Directeur	MEBARKIA Abdelkrim	MCA. UFA Sétif-1
Examineurs	ZERROUG Mohamed Mihoub	Pr. UFA Sétif-1
	CHENNAFI Houria	Pr. UFA Sétif-1

Remerciement

Je tiens tout d'abord à remercier Dieu Le Tout Puissant pour m'avoir donné le courage, la force et la volonté pour réaliser ce travail. Sans sa miséricorde, ce travail n'aurait pas abouti.

Avant de présenter ce travail, je tiens à remercier tous ceux qui, d'une manière ou d'une autre, ont contribué à sa réalisation :

Mes remerciements vont tout d'abord à Monsieur MEBARKIA Abdelkrim, Maître de conférences à l'université de Sétif-1, pour avoir accepté de diriger ce travail. Qu'il trouve ici, l'expression de ma profonde reconnaissance, mon immense gratitude et mon grand respect, pour tous ses efforts, son savoir, ses idées et ses encouragements.

À Monsieur BENMAHAMMED Amar, professeur à l'université de Sétif-1, qui m'a fait l'honneur de présider le jury.

À Monsieur ZERROUG Mohamed Mihoub, professeur à l'université de Sétif-1, et à Madame CHENNAFI Houria, professeur à l'université de Sétif-1, pour l'honneur que vous m'avez fait d'accepter de juger ce travail.

Mes sincères remerciements vont à Monsieur MAKHLOUF Mahfoud, représentant de la firme Syngenta, qui m'a prodigué sans parcimonie tout au long de ce travail, conseils, aide, soutien et encouragements. Je lui témoigne ici toute mon admiration et ma gratitude.

À Monsieur SERSOUB Djamel directeur de l'Institut Technique des Grandes Cultures de Sétif de m'avoir permis d'installer mon essai au sein de cette institution expérimentale ainsi que toute l'équipe qui y travaille pour leur aide précieuse et instantanée.

Mes considérables remerciements vont également à Mrs BENCHIKHE Tarek, GENDOUZ Ali, FELLAHI Zineddine et aux agriculteurs questionnés pour leurs contributions, leur aide et leurs conseils précieux.

Je tiens également à remercier tous ceux et celles qui m'ont aidé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail et soutenus dans les moments difficiles.

Dédicace

A la mémoire de ma très chère mère que la clémence du bon dieu soit sur elle.

A mon très cher père qui m'a soutenu et encouragé dans tous les domaines et surtout pour réaliser ce mémoire.

A mes chers frères et sœurs

A toute la famille Rahmani, Soufi, Khalladi, Yaichi et Ghandour.

A mes cousins et mes cousines.

A tout mes amies.

A Mes camarades de la promotion et de la résidence d'EL-Bez.

A tous ceux qui me connaissent.

SALIHA

SOMMAIRE

	Page
Résumés	
Remerciement	
Dédicace	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Liste des photos	
INTRODUCTION	01
 CHAPITRE I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE 	
1. Le pois chiche	03
1.1. Origine	03
1.2. Systématique et taxonomie	03
1.3. Morphologie de la plante	04
1.4. Type du pois chiche	05
1.5. Intérêt du pois chiche	06
1.5.1. Valeur nutritive	06
1.5.2. Intérêt agronomique	06
1.6. Variétés cultivées en Algérie	06
1.7. Exigences édapho-climatiques	07
1.7.1. Exigences édaphiques	07
1.7.2. Exigences climatiques	07
1.8. Types de culture	08
1.8.1. Culture de printemps	08
1.8.2. Culture d'hiver	09
1.9. La conduite culturale	09
1.10. Les facteurs limitant la production du pois chiche	11
1.11. Les principales maladies de la plante	11
2. L'antracnose du pois chiche	13

2.1. Importance et répartition	13
2.2. Caractéristiques du pathogène	13
2.3. Cycle biologique	14
2.4. Variabilité du pouvoir pathogène	16
2.5. La production des toxines	17
2.6. Symptomatologie	17
2.7. Epidémiologie	18
2.8. Gestion de la maladie	19

CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES

1. Objectif	20
2. Prospection de l'antracnose du pois chiche	20
2.1. Répartition géographique de la maladie	20
2.2. Evaluation du taux d'infection	21
2.2.1. Incidence	21
2.2.2. Sévérité	21
3. Isolement et identification de l'agent pathogène	22
3.1. Prélèvement des échantillons et méthode d'isolement	22
3.2. L'obtention des cultures monospores	23
3.3. Identification morphologique des isolats	23
3.3.1. L'étude macroscopique	23
3.3.2. L'étude microscopique	23
3. Comportement du pois chiche à l'antracnose	23
3.1. Description du site expérimental	23
3.1.1. Situation du site expérimental	23
3.1.2. Matériel végétal	24
3.1.3. Mise en place de la culture	24
3.1.3.1. Le dispositif expérimental	24
3.1.3.2. La conduite de la culture	25
3.2. Evolution de la maladie	25
3.2.1. Paramètres de développement végétatif	26
3.2.2. Paramètres de production	26

3.3. Notation et mesure	26
3.4. Analyse des résultats	26

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

1. Répartition géographique de la maladie	27
2. Evaluation du taux d'infection	29
3. Identification morphologique des isolats	32
3.1. Les caractères macroscopiques	32
3.2. Les caractères microscopiques	33
4. Effet des paramètres climatiques sur l'infection de la maladie	33
5. Effet de l'anthracnose	37
5.1. Paramètres de développement végétatif	37
5.2. Paramètres de production	42
6. Etude des corrélations	50
CONCLUSION	54
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	55
ANNEXES	

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1. Les principales variétés cultivées en Algérie	07
Tableau 2. Principales maladies fongiques et pathogènes des légumineuses alimentaires en Algérie	12
Tableau 3. Echelle quantitative à 9 points pour la notation des réactions du pois chiche à <i>Ascochyta rabiei</i> (Reddy et Singh, 1984)	21
Tableau 4. Incidence moyenne de l'antracnose du pois-chiche durant la campagne agricole 2013/2014	29
Tableau 5. Evolution du taux d'infection (%) de l'antracnose en fonction de l'hygrométrie et de la température dès l'apparition de la maladie	35
Tableau 6. Sévérité et incidence (%) de l'antracnose sur les variétés du pois-chiche	36
Tableau 7. Carrés moyens de l'analyse de variance des caractères de développement végétatif	38
Tableau 7a. Carrés moyens de l'analyse de la variance du nombre de plants levés par mètre carré	38
Tableau 7b. Carrés moyens de l'analyse de la variance du nombre de ramifications primaires par plant	49
Tableau 7c. Carrés moyens de l'analyse de la variance du nombre de ramifications secondaires et tertiaires par plant	40
Tableau 7d. Carrés moyens de l'analyse de la variance de la hauteur finale de la plante	41
Tableau 8. Carrés moyens de l'analyse de variance des composantes du rendement	43
Tableau 8a. Carrés moyens de l'analyse de la variance du nombre de gousses par plante	44
Tableau 8b. Carrés moyens de l'analyse de la variance du nombre de grains par plante	45
Tableau 8c. Carrés moyens de l'analyse de la variance du poids de grains par plante	46
Tableau 8d. Carrés moyens de l'analyse de la variance de la biomasse aérienne par plante	47
Tableau 8e. Carrés moyens de l'analyse de la variance du poids de cent grains	48
Tableau 8f. Carrés moyens de l'analyse de la variance de l'indice de récolte	48
Tableau 8g. Carrés moyens de l'analyse de la variance du rendement en grains	49
Tableau 9. Matrice de corrélation entre les différents paramètres	52

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1. Le cycle de vie de l'antracnose du pois chiche (Kanouni, 2011)	15
Figure 2. Carte simplifiée des zones bioclimatiques de l'Est algérien (Côte M., 1998 in Gouaidia L., 2008)	20
Figure 3. Méthode d'échantillonnage	21
Figure 4. Dispositif expérimental	25
Figure 5. Les régions attaquées par la maladie d'antracnose du pois-chiche durant la campagne agricole 2013/2014	27
Figure 6. La sévérité moyenne de la maladie durant la campagne agricole 2013/2014	30
Figure 7. Variation de la pluviométrie mensuelle durant la campagne agricole 2013/2014	34
Figure 8. Courbe de variation des températures maximale, minimale et moyenne durant la campagne agricole 2013/2014	34
Figure 9. Variation du nombre de plants levés par mètre carré sous l'effet de l'interaction variété x maladie	39
Figure 10. Variation du nombre des ramifications primaires par plant sous l'effet de l'interaction variété x maladie	40
Figure 11. Variation du nombre de ramifications secondaires et tertiaires par plant sous l'effet de l'interaction variété x maladie	41
Figure 12. Variation de la hauteur finale de la plante sous l'effet de l'interaction variété x maladie	42
Figure 13. Variation du nombre de gousses par plante sous l'effet de l'interaction variété x maladie	44
Figure 14. Variation du nombre de grains par plante sous l'effet de l'interaction variété x maladie	45
Figure 15. Variation du poids de grains par plante sous l'effet de l'interaction variété x maladie	46
Figure 16. Variation de la biomasse aérienne par plante sous l'effet de l'interaction variété x maladie	47
Figure 17. Variation du poids de cent grains sous l'effet de l'interaction variété x maladie	48
Figure 18. Variation de l'indice de récolte sous l'effet de l'interaction	49

variété x maladie

Figure 20. Variation du rendement en grain sous l'effet de l'interaction
variété x maladie

Liste des photos

Photo 1. Plante de pois chiche présentant les symptômes de l'antracnose	22
Photo 2. Colonies du champignon sur milieu de pois chiche gélosé	32
Photo 3. Mycéliums septé observés au microscope optique G x 400	33
Photo 4. Spores, a : unicellulaires ; b : bicellulaires observés au microscope optique G x 1000	33

LISTE DES ABREVIATIONS

AAC : Agriculture et Agroalimentaire Canada.
Bio : Biomasse.
CV : Coefficient de variation.
ddl : Degré de liberté.
FAO : Food and Agriculture Organisation.
Flor : Floraison.
For. gous : Formation des gousses.
H : Hauteur
h : Heure
ha: Hectare.
ICARDA: International Center for Agricultural Research in Dry Areas.
IR : Indice de récolte.
I : Infecté.
ITGC : Institut Technique des Grandes Cultures.
M : Maladie.
mn : Minute
MADR : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.
Matur : Maturité.
Ngo/p : Nombre de gousses par plante.
Ngr/go : Nombre de grains par gousse.
Ngr/p : Nombre de grains par plante.
Npl/m² : Nombre de plants levés par mètre carré.
Nrp/p : Nombre de ramifications primaires par plante.
Nrst/p : Nombre de ramifications secondaires et tertiaires par plante.
PCG : Poids de cent grains.
Pgr/p : Poids de grains par plante.
Ppds : Plus petite différence significative.
Rg : Rendement en grain.
Remp : Remplissage des grains.
V : Variété.
T : témoin.

Résumé

Effet de l'antracnose du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) sur le rendement et ses composantes en zone semi aride.

La prospection a été effectuée sur l'antracnose du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) au niveau de la zone semi aride de Sétif, Constantine, Mila et Bordj-Bou-Argeridj durant la campagne agricole 2013/2014. Des résultats obtenus révèlent une incidence et une sévérité moyenne de 43.44% et 3.44 respectivement. De plus, le suivi de l'effet de la maladie a été mené sur deux variétés, Rabat 9 et ILC 3279 au niveau de la station expérimentale agricole de l'institut technique des grandes cultures de Sétif, a montré une certaine sensibilité sur les deux variétés avec des taux de pertes de rendement de 85.85% et 62% respectivement.

Mot clés : pois chiche, antracnose, infection, rendement, semi aride.

المخلص

تأثير لفحة الأسكوكيتا على المردود و مركباته لمحصول الحمص في المنطقة شبه الجافة.

أظهرت الزيارة الميدانية لمعاينة مرض لفحة الأسكوكيتا على الحمص في المناطق شبه الجافة : سطيف، قسنطينة، ميلة و برج بوعريرج خلال الموسم الفلاحي 2014/2013 نسب متفاوتة في شدة ومدى انتشار المرض حيث معدل مدى انتشار المرض وشدته تصل إلى 43.44% و 3.44 على التوالي. اضافة إلى أن متابعة تأثير مرض لفحة الأسكوكيتا على صنفين من الحمص: ILC 3279 و Rabat 9 ،على مستوى محطة التجارب الزراعية للمعهد التقني للمحاصيل الكبرى (ITGC) بسطيف أظهرت حساسية الصنفين لهذا المرض. و قد وصلت نسبة انخفاض المردود إلى 62% بالنسبة للصنف ILC 3279 ، و 85.85 % للصنف Rabat 9.

الكلمات المفتاحية: الحمص، لفحة الأسكوكيتا، المردود، شبه الجافة.

Abstract

Effect of Ascochyta blight of chickpea (*Cicer arietinum* L.) on the yield and its components in semi-aride zone.

The prospecting was conducted during 2013/2014 cropping season in the semi-arid Setif, Constantine, Mila and Bordj Bou Arreridj, on ascochyta blight of chickpea (*Cicer arietinum* L.) shows the incidence and severity of 43.44% and 3.44 in average, respectively. Monitoring the effect of the disease on two varieties chickpea Rabat 9 and ILC 3279 at the experimental site of ITGC (Technical Institute of Field Crops) of Setif, shows same sensitivity for both varieties. Moreover, yield losses were 62.01 and 85.85% for the variety ILC 3279 and the variety Rabat 9 respectively.

Key words: Chickpea, ascochyta blight, yield, semi-arid.

INTRODUCTION

Introduction

Les légumineuses alimentaires constituent une très grande importante source de protéines végétales qui peut corriger le déficit en protéines animales. En plus, elles sont riches en minéraux essentiels et en lysine, de ce fait, elles sont complémentaires des profils nutritionnels des céréales (Duranti et Gius, 1997). En outre, elles ont un usage médicinal non négligeable.

En plus de leur importance dans le régime alimentaire humaine et animale, elles ont un intérêt particulier dans le concept de l'agriculture durable. Leur introduction dans l'assolement instaure la rotation des cultures, la diversification des productions et la protection du sol contre l'érosion. L'introduction de ces espèces dans un système de culture est, impérativement, tributaire de l'amélioration de leurs performances agronomiques (Ben Mbarek, 2011).

La moitié des superficies occupées par la culture des légumineuses alimentaires dans le monde est le continent asiatique, avec une superficie de 49%. Alors que le quart des superficies cultivées se localise en Afrique, mais la production est jugée faible avec 21,68%, suivie par le continent américain avec 18,97%. (FAO, Stat, 2013).

Les légumineuses alimentaires en Algérie ont toujours occupé, sur le plan de la superficie, le troisième rang après les céréales et les fourrages. Leur superficie soit de l'ordre de 90 mille ha représentant 0,21 % de la superficie agricole totale en 2014. Les espèces les plus cultivées sont dans l'ordre : la fève, la fèverole, le pois chiche, le pois sec, les lentilles et l' haricot sec (MADR, 2014).

Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.), l'une des plus importantes légumineuses à graines en Algérie, occupe la deuxième position après la fève-fèverole. La majeure partie des superficies cultivées de cette espèce est concentrée à l'Ouest du pays, particulièrement, dans les régions de Tlemcen et Ain-Temouchent, qui sont caractérisées par un climat humide à subhumide (MADR, 2014). Cette espèce est cultivée sur une superficie annuelle moyenne de 33 mille ha soit 36,78% de la superficie des légumineuses à graines. La production, est caractérisée par des fluctuations interannuelles, de l'ordre de 351 mille quintaux avec un rendement moyen de 10 q/ha (MADR, 2014). Pour combler le déficit de la production en pois chiche et de satisfaire les besoins de la population algérienne, le gouvernement a fait recours à des importations massives, de l'ordre de 66 mille tonnes en 2011 (FAO, Stat, 2013).

En somme, en agriculture, on ne peut pas parler de rendement sans penser aux pertes engendrées chaque année, faute d'une situation géographique défavorable, d'une mauvaise maîtrise des techniques culturales, des insectes, à cela viennent s'ajouter les maladies.

C'est dans cette perspective que nous avons essayé dans un premier temps, d'inventorier la maladie de l'antracnose du pois chiche au niveau des zones semi-arides des hautes plaines sétifiennes et dans un deuxième temps, d'étudier l'impact de cette maladie sur le rendement et ses composantes sur la culture du pois chiche.

**REVUE
BIBLIOGRAPHIQUE**

CHAPITRE I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Le pois chiche

1.1. Origine

Le pois chiche est probablement originaire du Moyen-Orient, plus précisément du Sud-Est de la Turquie et de la Syrie (Saxena, 1984 ; Singh, 1997). Des restes carbonisés découverts au Proche-Orient indiquent que cette espèce était cultivée au VII^{ème} millénaire avant notre ère avec les céréales, le petit pois et la lentille (Vanier, 2005 ; Redden et Berger, 2007). L'expansion de cette culture a été rapide dans les régions méditerranéennes (Ladizinsky, 1987).

Labdi (1995) mentionne que Davis (1969) et Ladizinsky (1975) ont découvert deux espèces sauvages au Sud-Est de la Turquie et ils les ont dénommées respectivement *Cicer echinospermum* Davis et *Cicer reticulatum* Ladiz. Ces deux espèces ne diffèrent pas beaucoup de l'espèce cultivée *Cicer arietinum* L. Ladizinsky (1989), a indiqué que *Cicer reticulatum* Ladiz., a 2n chromosomes (2n = 16 chromosomes) et a identifié par des analyses protéiques et enzymatiques, comme étant l'ancêtre spontané du pois chiche.

En Algérie, le pois-chiche a été cultivé avant la colonisation, sauf qu'il a été difficile de le maîtriser (Laumont et Chevassus, 1956 ; Labdi, 1990).

1.2. Systématique et taxonomie

Le genre *Cicer* comprend un grand nombre d'espèces. Van Der-Maessen (1979) a décrit les espèces du genre *Cicer* et les a réparties en trois groupes : Espèces annuelles sauvages, espèces pérennes sauvages et une espèce annuelle cultivée (*Cicer arietinum* L.).

Le pois chiche *Cicer arietinum* L. descendrait de l'espèce sauvage *Cicer reticulatum* découverte par Ladizinsky au Sud-Est de la Turquie en 1975 (Ladizinsky et Alder, 1976). Cette hypothèse est supportée par les études cytogénétiques (Ahmad *et al.*, 1988), enzymatiques (Ahmad *et al.*, 1992) et les résultats des croisements interspécifiques (Singh et Ocampo, 1993).

Selon Guignard (1979), le pois chiche, *Cicer arietinum* L. appartient à la tribu des Vicias de la sous famille des Papilionacées qui représente la plus grande partie de la famille des Fabacées.

1.3. Morphologie de la plante

Le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est une espèce herbacée, annuelle, diploïde ($2n = 16$ chromosomes), autogame, présentant moins de 1% d'hybridation naturelle (Singh et Reddy, 1991).

- Le système racinaire mixte, dont la croissance s'arrête au démarrage de la floraison, permet à la plante d'explorer un grand volume de sol et lui confère une tolérance à la sécheresse (Slama, 1998). Il est composé d'une racine principale pivotante qui peut atteindre 1m de profondeur et des racines secondaires traçantes. La profondeur de l'enracinement dépend des techniques culturales, de l'état et de la nature du sol. En effet, la semelle du labour peut entraver l'élongation de la racine principale. Dans les zones humides, les sols salins, lourds, stagnants et à réchauffement lent au printemps, les racines ont un développement limité et la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique est réduite (Jaiswal et Singh, 2001). Les nodules, développés sur les racines, permettent la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique pour satisfaire 80% des besoins de la plante en azote assimilable.

- Les feuilles ont la forme imparipennée (Poitier, 1981) et sont composées de 7 à 15 folioles ovales et dentelées, sans vrilles, en position alternée sur un rachis (Saxena, 1984). Les faces inférieures des feuilles sont couvertes par un duvet formé de poils unis et pluricellulaires.

- La tige est herbacée. Selon les génotypes de pois chiches, à une certaine hauteur, la tige se ramifie en deux ou trois branches pour donner des ramifications secondaires et par la suite des ramifications tertiaires (Braune *et al.*, 1988).

- Les fleurs sont zygomorphes, articulées, solitaires ou en grappe de deux fleurs. Elles s'insèrent sur des pédoncules axillaires à l'aisselle des feuilles. L'apparition des premières fleurs dépend de plusieurs facteurs tels que la précocité de la variété, la date et la densité du semis et des techniques culturales. Toutefois, comme le pois chiche est une espèce à croissance indéterminée, sous des conditions hydriques favorables et des températures clémentes, les branches continuent à se développer, à fleurir et à produire des gousses et des

grains (Leport *et al.*, 2006). Les premières fleurs, dites pseudo-fleurs ou fausses fleurs, sont imparfaites et ne donnent pas de gousses (Roberts *et al.*, 1980).

- Le fruit est une gousse de forme globuleuse, renflée, ovale, velue, pendante et portant un bec (Ladizinsky, 1987). Elle peut comporter 1 à 3 grains qui peuvent être lisses ou ridés, arrondis ou irréguliers.

La germination est hypogée (Sassene, 1989) ; la partie aérienne sécrète une solution composée de 94.2% d'acide malique, 5.6% d'acide oxalique et 0.2% d'acide acétique (Van Der-Maesen, 1972). La longueur du cycle du pois chiche dépend de la chaleur et de l'humidité disponible dans le sol. La récolte peut avoir lieu si l'humidité des grains est de l'ordre de 18% (Jaiswal et Singh, 2001).

1.4. Types de pois chiche

Durant la dispersion de pois chiche à partir de la Turquie, il a divergé dans deux directions pour donner deux races : l'une à l'Ouest, constituant le groupe de macrosperma ou type Kabuli, l'autre au Sud-Est, produisant le groupe de microsperma ou type Desi (Harlan et Wet, 1971 ; Moreno et Cubro, 1978).

1.4.1. Type Kabuli

Il est appelé aussi Garbanzo, caractérisé par un feuillage dont la couleur varie du vert clair au vert foncé et une floraison blanchâtre. Il a un port érigé ou semi-érigé qui permet la mécanisation de la récolte. Généralement, la hauteur de la plante varie de 30 à 90 cm. En cas d'un sol fertile et profond et d'une alimentation hydrique suffisante, elle peut dépasser 1m. Les grains sont de couleur crème, couverts d'un tégument mince. Le type Kabuli se subdivise en deux sous groupes ; le gros Kabuli dont les grains ont un diamètre de 8 à 9 mm et un poids de mille grains variant de 410 à 490 g et le petit Kabuli dont les grains sont caractérisés par une forme plus régulière, un diamètre de l'ordre de 7 mm et un poids de mille grains de 265 g environ (AAC, 2004).

1.4.2. Type Desi

Il est caractérisé par un feuillage dont la couleur tend du vert violacé au glauque et une floraison violacée. Il a un port retombant et un aspect touffu. Les grains sont de plus petite

taille, de forme irrégulière et à surface ridée couverte d'un tégument épais de couleur foncée qui varie du marron au noir. Le poids de 1000 grains varie de 100 à 130 g (AAC, 2004).

Il existe un troisième type intermédiaire appelé **Gulabi**, il a été identifié par ses grains lisses de couleur claire, ressemblent à celle du pois avec un bec (Wery, 1986).

1.5. Intérêt de pois chiche

1.5.1. Valeur nutritive

Le pois chiche est une plante destinée à l'alimentation humaine. Sa valeur nutritive est importante grâce à ses grains qui sont riches en protéine, de l'ordre de 20 à 25%. Certaines lignées peuvent atteindre jusqu'à 28.9% (Van Der Maesen, 1972) et qui sont caractérisées par une faible quantité de matière grasse et ne contiennent pas de cholestérol. Le pois chiche présente 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 constituer un élément énergétique et protéique pour le bétail, car il présente une bonne digestibilité.

1.5.2. Intérêt agronomique

Le pois chiche est une légumineuse présentant des nodosités racinaires hébergeant des bactéries qui ont la capacité de fixer l'azote atmosphérique et le restituer au sol. Cette symbiose avec *Rhizobium ciceri* enrichit le sol en azote, renforçant sa fertilité et améliorant les rendements (Plancquaert et Wery, 1991).

1.6. Variétés cultivées en Algérie

Dans le monde, Il existe de nombreuses variétés de pois chiche, plus de 20 mille variétés (Plancquaert et Wery, 1991). Les principales variétés cultivées en Algérie (Tableau 1), sont du type Kabuli et Gulabi (ITGC, 2011).

Tableau 1. Les principales variétés cultivées en Algérie (ITGC, 2011).

Variétés locales	En multiplication	Nouvelles variétés introduites
Ain-Temouchent	Chetoui 1 (ILC 32 79)	Gab 4 (Flip 93 93 C)
Sabdou	Chetoui 2 (ILC 482)	Gab 5 (Flip 88 85 C)
Rabat 9	Flip 84 92 C	Flip 97 706 C
	Flip 90 13 C	

1.7. Exigences édapho-climatiques

1.7.1. Exigences édaphiques

Le pois chiche semble préférer les sols meubles, profonds, plus ou moins argileux avec une bonne capacité de rétention (Molani et Chandra, 1970 cités par Saxena ,1987), dont le pH est neutre ou alcalin, variant de 7,3 à 8,2 (Berger *et al.*, 2003). Il ne supporte pas les sols mal drainés qui favorisent le développement de maladies cryptogamiques (Plancquaert et Wery, 1991). Les sols très calcaires sont à exclure, car ils donnent des grains qui sont mal cuits.

1.7.2. Exigences climatiques

1.7.2.1 Température

La température exerce une forte influence sur les phases végétatives et reproductrices de pois chiche (Summerfield *et al.*, 1979). Une température ambiante, variant de 20 à 30 °C le jour et de l'ordre de 20 °C la nuit, assure un bon développement végétatif du pois chiche. Au moment du semis, la température du sol doit être supérieure à 10 °C. En fait, un sol relativement chaud permet une réduction de l'exposition des semences aux maladies, une germination des graines et une émergence des plants rapides (Jaiswal et Singh, 2001).

1.7.2.2. Eau

Par comparaison aux autres espèces de la tribu des Viciées, grâce à son système racinaire profond, le pois chiche est doté d'une certaine rusticité et d'une tolérance à la sécheresse (Verghis *et al.*, 1999). D'après Wery (1990), une consommation en eau de 100 à 150 mm confirme que le pois chiche est doté de bonnes capacités pour extraire l'eau stockée dans le sol. Néanmoins, quelque soit le type de culture, de printemps ou d'hiver, et le type de pois chiche, Dési ou Kabuli, la phase critique pour les besoins en eau est entre les phases phénologiques, fin floraison et stade laiteux (Verghis *et al.*, 1999). De plus, Slama (1998) a

montré que le pois chiche craint le stress hydrique durant les stades de floraison et de remplissage des grains.

1.7.2.3.Lumière

Il est considéré comme étant une plante de jours longs (Summerfield *et al.*, 1979). L'intensité de la lumière et de la durée d'éclairement sont des facteurs importants pour la nodulation, la fixation d'azote et la floraison (Lie, 1971 in Beddar, 19990). Les photopériodes prolongées et les températures élevées accélèrent les phases de développement végétatif et reproducteur (Summerfield *et al.*, 1984).

1.8. Types de cultures

Wery (1990) a utilisé l'indice de résistance au gel et a classé les génotypes de pois chiche en trois catégories : le pois chiche d'automne, le pois chiche d'hiver et le pois chiche de printemps qui sont respectivement résistants, tolérants et sensibles au gel. En Algérie, on distingue deux types de cultures : Le pois chiche d'hiver et le pois chiche de printemps. Les dates de semis du pois chiche varient selon le type de cultures et les régions bioclimatiques.

1.8.1. Culture de printemps

Dans les zones bioclimatiques subtropicales, arides et semi-arides des régions méditerranéennes, le pois chiche (*Cicer arietinum* L.) est semé en automne ou au printemps (Loomis et Connor, 1992). Dans le bassin méditerranéen, il est l'unique légumineuse à graines conduite en culture pluviale de printemps (Bamouh *et al.*, 2002). Il est soumis à des contraintes climatiques telles que la sécheresse et les gelées printanières (ICARDA, 1992). Il est pratiqué en culture pluviale de printemps dans les régions de culture du blé où les précipitations annuelles varient de 350 à 600 mm (Singh, 1995). Le semis du pois chiche de printemps est effectué fin février-début mars et la récolte peut avoir lieu fin juin-début juillet (Slama, 1998). La réussite de ce type de culture dépend essentiellement de l'humidité résiduelle dans le sol (Silim et Saxena, 1993). La culture se développe, surtout, sur les réserves en eau dans les sols qui sont progressivement épuisés. Elle est exposée à la sécheresse durant les phases de formation des gousses et de remplissage des grains (Saccardo et Calcagno, 1990). Les hautes températures et le manque d'eau limitent la croissance des plantes et réduisent le cycle biologique de la culture à trois ou quatre mois (Bamouh *et al.*, 2002).

1.8.2. Culture d'hiver

Le pois chiche d'hiver remplace la jachère. Il profite des précipitations hivernales et échappe aux gelées printanières (ICARDA, 1992). Les dates de semis et de maturité ont été avancées respectivement vers les mois de novembre-décembre et juin (Bamouh *et al.*, 2002).

Le semis précoce, ou semis d'automne, prolonge les phases de développement phénologique, notamment, la germination et les stades de développement végétatif et reproducteur de la plante (Gan *et al.*, 2002) et augmente la production en matière sèche et le rendement en grain (Bamouh *et al.*, 2002). Le prolongement du stade de développement végétatif résulte d'une augmentation du nombre de tiges, de la biomasse aérienne et de l'indice foliaire (Slama, 1998). En outre, les conditions propices pour la croissance et la migration des assimilats photosynthétiques des organes végétatifs vers les grains favorisant le remplissage des gousses et l'augmentation du rendement en grain (Gan *et al.*, 2002). La fixation symbiotique de l'azote atmosphérique est plus élevée chez le pois chiche d'hiver que chez le pois chiche de printemps (Singh *et al.*, 1995).

Soltani *et al.*, (1999) ont signalé que le pois chiche d'hiver est caractérisé par un cycle biologique long, un rendement potentiel et une efficacité d'utilisation d'eau élevée, une maturité précoce, un port érigé et une taille haute permettant la mécanisation de la récolte et la compétition contre les mauvaises herbes, une facilité de travail du sol à réaliser suite à la récolte et avant le dessèchement, une possibilité d'extension de la culture du pois chiche aux zones semi-arides et mêmes arides. En revanche, l'antracnose, une maladie endémique sur le pois chiche de printemps, est particulièrement plus dangereuse sur le pois chiche d'hiver à cause des conditions climatiques hivernales favorables et l'exposition assez longue de la culture à cette maladie (Kassem *et al.*, 2006). Il serait donc utile que les variétés du pois chiche d'hiver doivent avoir une résistance non spécifique ou stable à l'antracnose. Néanmoins, dans la pratique et en raison de certaines barrières génétiques, ce type de résistance n'est pas facilement réalisable (Kamel, 1990).

1.9. Conduite culturale

1.9.1. Assolement et rotation

Le pois chiche, en tête d'assolement, constitue un excellent précédent cultural pour les céréales, car il permet le nettoyage du sol et la fixation d'azote. Il est recommandé de ne pas semer le pois chiche après une autre légumineuse pour éviter les risques d'excès d'azote et le

développement de certains parasites. En plus, en cas d'attaque généralisée de maladies, il ne faut cultiver le pois chiche que tous les cinq ans sur la même parcelle (ITGC, 2013).

Aussi, en fonction de la pluviométrie, il est recommandé de pratiquer les rotations suivantes (ITGC, 2013) :

- Supérieure à 500 mm/an : Pois chiche / blé tendre / bersim / blé dur.
- Inférieure à 500 mm/an : Pois chiche / orge / jachère / blé dur.

1.9.2. Préparation du sol

La culture de pois chiche est très sensible à une mauvaise préparation du sol, ce qui engendre des problèmes d'asphyxie racinaire et par conséquent des pertes à la levée. La préparation du sol pour l'installation du pois chiche vise essentiellement l'obtention d'un lit de semences qui permet un bon contact entre la graine et le sol, ainsi que l'absence d'obstacles mécaniques qui sont la première cause de manque de la levée. Le choix du matériel doit être raisonné en fonction du type de sol et de l'importance de son humidité (ITGC, 2013).

1.9.3. Fertilisation

La fertilisation phospho-potassique doit être apportée au labour en tenant compte des besoins de la plante et de la richesse du sol en ces éléments. Il est recommandé d'apporter 46 à 92 unités/ha de phosphore et 50 unités/ha de potasse (ITGC, 2011).

1.9.4. Semis

La semence doit être traitée contre les ravageurs et les maladies et présente une bonne faculté germinative. En fonction de la variété, le pois chiche, peut être cultivé en hiver ou au printemps. Le semis doit être effectué le plutôt possible pour profiter des pluies précoces et réduire les risques d'un déficit hydrique en fin de cycle, à raison de 33 plants/m² avec un écartement de 20 à 30 cm (semis d'hiver) ou 25 plants/m² avec un écartement de 40 à 60 cm (semis de printemps). La profondeur de semis doit être de 3 à 6 cm (ITGC, 2011).

1.9.5 Désherbage

Pour le semis de printemps, deux binages sont recommandés, le premier, dès le stade jeune de la plante (8 à 10 cm d'hauteur), le deuxième avant la floraison. Pour le semis d'hiver, le désherbage chimique en pré-semis ou en pré-levée est nécessaire parce que la flore adventice

est plus importante. Cependant, un désherbage manuel est indispensable pour éliminer la flore printanière.

1.9.6. Récolte

La culture de pois chiche atteint la maturité, lorsque les tiges et les gousses sont de couleur brune et que le grain est dur. A ce stade, l'humidité du grain atteint 13%, la vitesse de déplacement de la moissonneuse-batteuse doit être lente, afin de réduire les pertes de grains (ITGC, 2013).

Lorsque la récolte est manuelle, il est recommandé de récolter avant la maturité totale (20 à 25% d'humidité), de laisser sécher pendant 4 à 5 jours, puis faire le battage ou de passages répétés d'un tracteur sur l'aire de battage (ITGC, 2013).

1.10. Les facteurs limitant la production du pois chiche

Le développement de la culture du pois chiche, a révélé plusieurs contraintes, provoquant des dommages plus ou moins importants. Ces facteurs sont de deux ordres, à savoir, les facteurs abiotiques dont la sécheresse et les gelées printanières (Labdi, 1990). Ainsi, Hamadache et Kheddami (1999) et Djenni (2003) ont rapporté que les causes de la faiblesse de la productivité du pois chiche en Algérie sont souvent d'ordre agro-technique, liées aux conditions de semis (Période, mauvaise qualité de semences et modes de semis) et les facteurs biotiques : les adventices, les insectes, les nématodes et les maladies.

1.11. Les principales maladies de la plante

Les maladies les plus importantes sont causées par les facteurs biologiques. Plus de 172 agents pathogènes qui peuvent affecter la culture du pois chiche, sont répartis dans 55 pays dans le monde (Akhtar Ayyub, 2001).

Dans ce contexte, parmi ce nombre élevé des bio-agresseurs de cette culture, les maladies fongiques sont considérées comme les plus importantes.

La nature et l'importance des maladies fongiques varient selon les sites géographiques, les conditions climatiques de l'année et le stade végétatif des plantes. En Algérie, la distribution et l'importance des agents pathogènes restent mal connues (Bouznad *et al.*, 1996).

Les principales maladies fongiques recensées au cours des prospections réalisées dans les plus importantes régions de production de légumineuses alimentaires en Algérie (Bouznad *et al.*, 1996 ; Labdi *et al.*, 1996) sont répertoriées dans le tableau ci-dessous (Tableau 2).

Tableau 2. Principales maladies fongiques et pathogènes des légumineuses alimentaires en Algérie.

Maladies	Pois-chiche	Fève	Lentille	Pois
Anthracnose	<i>Ascochyta rabiei</i> ***	<i>Ascochyta fabae</i> <i>Phoma medicaginis</i> <i>f.sp. pinodella</i>	<i>Ascochyta lentis</i>	<i>Ascochyta pisi</i> *** <i>Mycosphaerella pinodes</i> <i>Phoma mediginisis</i> <i>f.sp. pinodella</i>
Flétrissement	<i>Fusarium oxysporum</i> <i>f.sp. ciceri</i>	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Fusarium sp.</i> <i>Phoma m. p.</i>	<i>Fusarium sp.</i> <i>Phoma m. p.</i>
Pourritures racinaires	<i>Phoma medicaginis</i> <i>f.sp. pinodella</i>	<i>Fusarium solani</i> ***	<i>Fusarium solani</i>	<i>Fusarium solani</i>
Botrytis	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Botrytis cinerea</i>
Rouille	<i>Uromyces ciceri</i> <i>arietinum</i>	<i>Uromyces fabae</i>	<i>Uromyces fabae</i>	<i>Uromyces pisi</i>
Alternaria	<i>Alternaria alternata</i> <i>Peronospora sp.</i>	<i>Alternaria fabae</i>		
Mildiou	<i>Leveillula taurica</i>	<i>Peronospora viciae</i>	<i>Peronospora lentis</i>	<i>Peronospora pisi</i>
Oïdium		<i>Erysiphe polygoni</i>	<i>Erysiphe polygoni</i>	<i>Erysiphe polygoni</i>

*** : Forte attaque

(Source : Bouznad *et al.*, 1996)

La culture du pois chiche est attaquée par plusieurs maladies dont, le mildiou, l'alternaria, la rouille, le botrytis, les pourritures racinaires, le flétrissement et particulièrement l'anthracnose.

2. L'antracnose du pois chiche

2.1. Importance et répartition

L'agent causal de l'antracnose du pois chiche est l'*Ascochyta rabiei* qui a été décrite par Labrousse (1930) cité par Chahid *et al.* (2008) comme *Phyllasticta rabiei* parce qu'il a observé les spores non bicellulaires sur l'hôte. En 1931, il a proposé la dénomination d'*Ascochyta rabiei* car il a constaté que le champignon produisait 2-4% de spores bicellulaires sur des plantes inoculées artificiellement.

Ainsi, la maladie a été décrite pour la première fois en 1911 par Butler dans le Nord Ouest de l'Inde (Butler, 1918 in Chahid *et al.*, 2008).

Les agents d'antracnoses provoquent généralement des dégâts importants dans toutes les zones de production des protéagineux. La distribution des antracnoses du pois chiche recouvre les principales aires de production de la culture (Tivoli *et al.*, 1998).

Au Maroc, pratiquement tous les parasites responsables d'antracnoses sur les principales espèces de légumineuses ont été observés ; la maladie est qualifiée de contrainte biotique majeure sur certaines cultures (Mabssoute *et al.*, 1996).

Dans le Sud de l'Europe, l'antracnose du pois chiche est considérée comme la maladie la plus importante des légumineuses à gros grains (Porta-puglia, 1990).

En Algérie, Bouznad *et al.* (1996), notent la présence de la plupart des agents d'antracnoses sur l'ensemble des légumineuses à grosses graines : Pois, Fève, Pois chiche, Gesses et Vesces.

2.2. Caractéristiques du pathogène

2.2.1. Taxonomie

L'agent pathogène *Ascochyta rabiei* appartient à la subdivision des Deuteromycotina ; à la classe des Coelomycètes et à l'ordre des Sphaeropsidales (Agrios, 1988).

Plusieurs auteurs soulignent qu'*Ascochyta rabiei* est strictement inféodé au pois chiche. C'est pourquoi certaines légumineuses telles que la vesce, la lentille et le pois peuvent remplacer le pois chiche dans l'assolement (Nene, 1981). Cependant, Kaiser (1990) a trouvé

que ce champignon peut attaquer d'autres légumineuses telles que : *Phaseolus vulgaris* et *Vigna sinensis*.

2.2.2. Reproduction

2.2.2.1. Reproduction asexuée

Le stade imparfait de ce champignon *Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab. se caractérise par la formation des pycnides qui sont sphériques à sub-globuleuses, sous épidermiques. Elles apparaissent sous formes de points noirs visibles à l'œil nu et mesurent 200 à 250 µm de diamètre (Kovachevsky, 1936 in Nene 1981). Les pycnides sont munies d'un ostiole mesurant 45 µm de diamètre (Sattar, 1934 in Nene 1981).

Les pycnidiospores sont généralement unicellulaires, occasionnellement bicellulaires, cylindriques, droites ou légèrement arrondies à une ou deux extrémités. Elles sont hyalines et mesurent 8,2 à 10 µm sur 4 à 5 µm (Khune et Kapoor, 1980).

2.2.2.2. Reproduction sexuée

La forme parfaite d'*A. rabiei*, *Didymella rabiei* (Kovachevsky), appartient à la subdivision des Ascomycotina, à la classe des Loculoascomycètes, à l'ordre des Dothideales (Arx, 1987). La forme télomorphe a été décrite pour la première fois en Bulgarie par Kovachevsky (1936) sous le nom de *Mycosphaerella rabiei* (Pass.) Kovach. (Nene 1981).

Le stade parfait est caractérisé par la formation des périthèces qui sont de couleurs brunes foncées à noires. Les asques sont plus ou moins courbés, pédicellés. Les Ascospores au nombre de 8 par asque, sont bicellulaires (Agrios, 1988).

2.3. Cycle biologique

La source de l'inoculum primaire est présentée par les deux formes asexuée et sexuée que sont les pycnidiospores et les ascospores issues de l'infection de débris ou des grains. La contamination d'une plante saine est un processus infectieux où le pathogène peut pénétrer aussi bien par la feuille que par la tige (Pandey *et al.*, 1987).

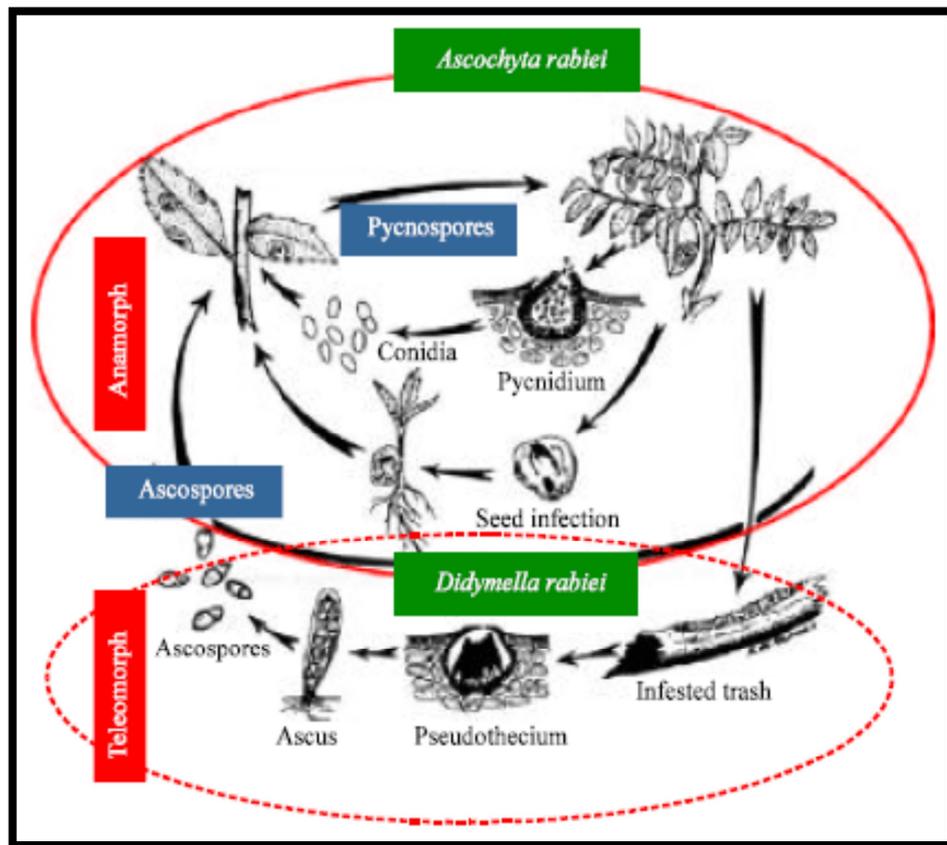


Figure 1. Le cycle de vie de l'antracnose du pois chiche (Kanouni, 2011).

L'initiation de l'infection débute par la germination d'une spore à une température optimale de 22 °C et un taux d'humidité de 98 à 100 % (Chauhan et Sinha, 1973). La pénétration peut se faire au niveau des jonctions, entre les cellules épidermiques sans les envahir (Pandey *et al.*, 1987) ou par les stomates (Ilarslan et Dolar, 2002). La pénétration à travers la cuticule s'accompagne de synthèse d'enzymes de dégradation telles que la cutinase et la xylanase (Jayakumar *et al.*, 2005).

La propagation du champignon est intercellulaire, il rejoint la tige à partir de la foliole via le pétiole puis il pénètre dans l'espace intercellulaire entre la lamelle moyenne et la paroi primaire. Le phloème est l'espace privilégié du champignon, le xylème étant un tissu rarement colonisé (Kohler *et al.*, 1995).

Le champignon en croissance produit des pycnides avec des spores qui sont responsables de l'apparition des différents symptômes sur les différents organes de la plante à commencer par les feuilles, les tiges et la gousse.

Le stade sexué *Didymella rabiei* survit dans les débris infectés restés sur le sol ou enfouis juste sous la surface. Cette forme se manifeste lors des conditions défavorables (température basse en hiver).

La formation des pseudothèces débute en automne et les ascospores sont libérés dès la fin de l'hiver jusqu'au printemps. Une température entre 5 et 15 °C et une humidité relative de 100 % sont requises pour la maturation et la sporulation des pseudothèces (Navas-coréz *et al.*, 1998).

Le stade sexué de l'antracnose préserve l'inoculum durant l'hiver, permettant ainsi sa dissémination à longue distance pour entamer de nouveaux cycles. Il contribue à la variabilité génotypique adaptative du pathogène, véritable vecteur de l'accroissement de sa virulence et de sa résistance envers les fongicides (Peever, 2004).

2.4. Variabilité du pouvoir pathogène

Les isolats des agents d'antracnose sont généralement caractérisés par leur grande variabilité et, souvent, par leur instabilité. Selon Labdi (1995), l'existence de races physiologiques d'*Ascochyta rabiei* a été rapportée pour la première fois par Bedi et Aujla (1969) et confirmée par Vir et Grewal (1974) qui ont identifié deux races et un biotype de la race 2. Ainsi, les isolats d'*Ascochyta rabiei* collectés au Nord de la Tunisie ont pu être classés, sur la base de leurs caractéristiques morphologiques, en deux catégories selon leur région d'origine (Harrabi *et al.*, 1988).

La complexité morphologique des isolats des agents d'antracnose, est également liée à une variabilité importante au niveau de leur agressivité et de leur virulence. Reddy et kabbabeh (1985) mettent en évidence 6 races, parmi les 50 isolats d'*Ascochyta rabiei* provenant de différentes régions de la Syrie et du Liban. Porta-Puglia *et al.* (1996) observent différents niveaux de virulence, sur la base de la réaction de certains génotypes de pois chiche, les isolats sont réunis en 3 groupes.

Malgré les études approfondies, pathologiques et moléculaires, la nature et l'ampleur de variabilité pathogénique d'*Ascochyta rabiei* n'ont pas été clairement établies (Pande *et al.*, 2005).

2.5. La production des toxines

Comme de nombreux agents pathogènes, les agents d'antracnose présentent la particularité de sécréter des phytotoxines : solanapyrones et toxine protéique qui semblent responsables de la nécrose et la mort de la cellulaire (Jayakumar *et al.*, 2005). En 1989, Alam *et al.* ont isolé pour la première fois deux solanapyrones A et C. Puis Chen et Strange (1991) identifiaient une troisième toxine appelée solanapyrone B. Par contre, Latif *et al.* (1993) identifiaient une quatrième toxine, la cytochalsine D. Ces auteurs montrent également que la quantité et la nature des toxines produites sont influencées par la composition du milieu de culture.

2.6. Symptomatologie

L'origine étymologique du terme antracnose vient du grec « anthrax », c'est une altération nécrotique des parties aériennes de la plante (Corbaz, 1991).

Le cycle des antracnoses 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. En plein champ, la maladie apparaît en premier lieu sous forme de plages où les plantes présentent une couleur jaune à marron. Lorsque les conditions sont favorables, la taille de ces plages augmente rapidement et le champ entier peut être détruit (Sayoud *et al.*, 1999).

Plusieurs auteurs ont décrit les symptômes de l'antracnose du pois chiche (Kaiser, 1973 ; Khune et Kapoor, 1980 ; Nene, 1981 ; Weigand *et al.*, 1986 ; Nene *et al.*, 1991 ; Mabssoute *et al.*, 1996 ; Khan *et al.*, 1999 ; Akem, 1999 ; Chongo et Gossen, 2001 et Ilarslan et Dolar, 2002).

Ainsi, 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.

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.

Sur les gousses se développent des lésions arrondies portant des pycnides très distinctes, disposées en cercles concentriques. Enfin, les grains attaqués sont souvent échaudés et ont une

taille inférieure à celle des grains sains. Des taches noirâtres bordées d'une marge irrégulière sont visibles sur leur surface. La présence des pycnides est moins visible que sur les gousses.

2.7. Epidémiologie

L'inoculum primaire peut avoir 3 origines : les résidus de récolte des cultures précédentes, les légumineuses sauvages ainsi que les repousses et les semences contaminées (Tivoli *et al.*, 1998).

Les études de Navas-cortes *et al.* (1995) montrent que sur les débris de pois chiche demeurés à la surface du sol dans des conditions naturelles, le champignon colonise rapidement les tissus, forme d'abondants pseudothèces et pycnides et demeure viable au moins 2 ans. Quand les débris de culture sont enfouis, *Ascochyta rabiei* est limité à la lésion d'origine, sur laquelle se forment de nouvelles pycnides et est viable de 2 à 5 mois.

Les semences contaminées constituent vraisemblablement le mode de propagation de la maladie le plus important. Halfon-Meiri (1970) a confirmé la présence du champignon dans l'enveloppe et les cotylédons des semences.

Chez le pois chiche, Kaiser et Hannan (1988) observent que la transmission des parasites aux plantes se réalise dans 20 % des cas, à partir d'un lot de semences infesté à plus de 40 %.

Selon les types d'antracnose, les ascospores et/ou des pycniospores peuvent constituer les formes de dissémination des parasites chez le pois chiche. Ainsi, Trapero-Casas *et al.* (1996) démontrent le rôle prédominant des ascospores émises par les pseudothèces formés sur les résidus de récolte, dans l'apparition et la dissémination de la maladie. L'inoculum primaire ainsi constitué, est libéré pendant presque toute la durée de la culture, et les ascospores constituent donc un élément important responsable de l'épidémie.

La durée de viabilité des spores au niveau des semences est affectée par la température de stockage des semences ; en effet, les spores peuvent germer après une conservation de 5 mois (Sattar, 1933 *In* Nene, 1982), voire plus de deux ans (Kaiser, 1992).

Le développement de la maladie dépend de trois facteurs principaux : le niveau d'inoculum primaire, la pluviométrie et la température.

Weltzien et Kaack (1984) signalent qu'une épidémie d'antracnose sur le pois chiche ne se déclare que si la température moyenne mensuelle est supérieure à 8 °C et que la pluviométrie moyenne mensuelle dépasse 40 mm.

A partir des foyers primaires, qui englobent les spores, les semences et les débris infectés déclenchent les infections secondaires qui dépendent essentiellement des conditions climatiques (Trapero-Casas et Kaiser, 1987).

2.8. Gestion de la maladie

La meilleure prévention contre l'antracnose est l'utilisation des semences indemnes de maladies et traitées (AAC, 2009). Aussi, il est recommandé de ne pas cultiver du pois chiche sur une même parcelle pendant au moins 5 ans (Reddy et Singh, 1986). Par conséquent, l'assolement du pois chiche avec d'autres cultures comme les céréales est nécessaire.

L'enfouissement des débris de culture infectée à une profondeur supérieure à 10 cm s'avère efficace pour limiter la maladie (Nene, 1981 ; Reddy *et al.*, 1986). Il est également préconisé de détruire les plantes malades après la récolte. Halila *et al.* (1989) précisent que dans les régions méditerranéennes, la maladie peut être contrôlée en différant les dates de semis de décembre à mars, afin d'éviter les périodes à humidité excessive et aux conditions climatiques froides.

Concernant le traitement de semence plusieurs fongicides ont été proposés, le Thiram, Thiabendazole et Manabe (Gan *et al.*, 2006 et Kiven *et al.*, 2013). Cependant, en pleine végétation, le Clorothalonil et le Mancozeb sont les plus efficaces contre l'*Ascochyta rabiei* (Gan *et al.*, 2006 et Kiven *et al.*, 2013).

Enfin, une lutte intégrée, basée sur des pratiques culturales adéquates associant l'utilisation de fongicides et de cultivars résistants, est à envisager (Bouznad *et al.*, 1991).

MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE II. MATERIEL ET METHODES

1. Objectif

Notre étude consiste à déterminer la situation épidémiologique de l'anthraxose du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) dans la zone des hautes plaines sétifiennes par :

- La répartition géographique des foyers de la maladie.
- L'estimation de l'incidence et de la sévérité de la maladie.
- L'effet de la maladie sur le rendement et ses composantes.

2. Prospection de l'anthraxose du pois chiche

2.1. Répartition géographique de la maladie

Les prospections ont été effectuées sur 25 exploitations, en collaboration avec les directions des services agricoles des wilayas de Sétif, Mila, Constantine et Bordj-Bou-Argeridj (Figure 2). Un questionnaire a été établi pour chaque exploitation agricole (Annexe 1).

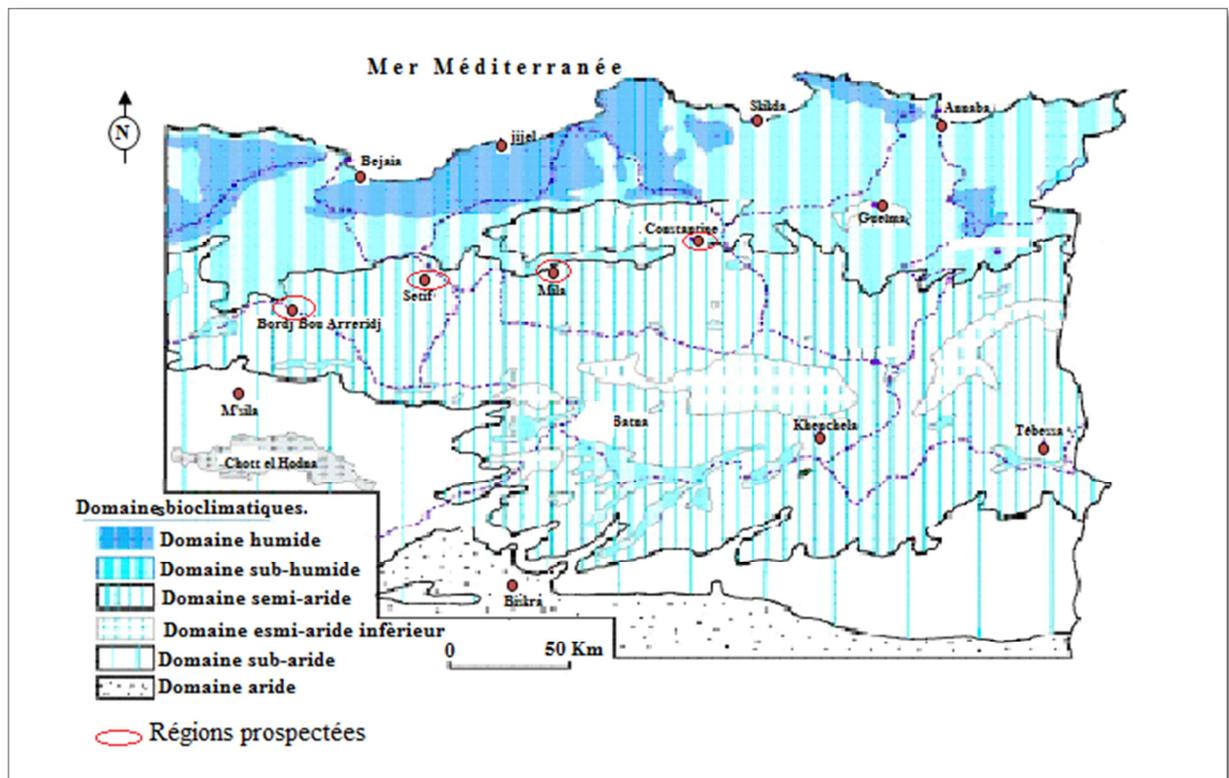


Figure 2. Carte simplifiée des zones bioclimatiques de l'Est algérien (Côte M., 1998 in Gouaidia L., 2008).

2.2. Evaluation du taux d'infection

2.2.1. Incidence : L'incidence de la maladie a été estimée selon la méthode décrite par Trapero-Casas (1983) :

$$\text{Incidence} = (\text{Nombre de plantes infectées} / \text{Nombre total de plantes}) * 100.$$

Dans chaque parcelle, l'échantillonnage a été effectué au niveau des cinq micro-parcelles. Dans ces dernières, l'observation a porté sur trois rangées de 1 mètre linéaire (Figure 3).

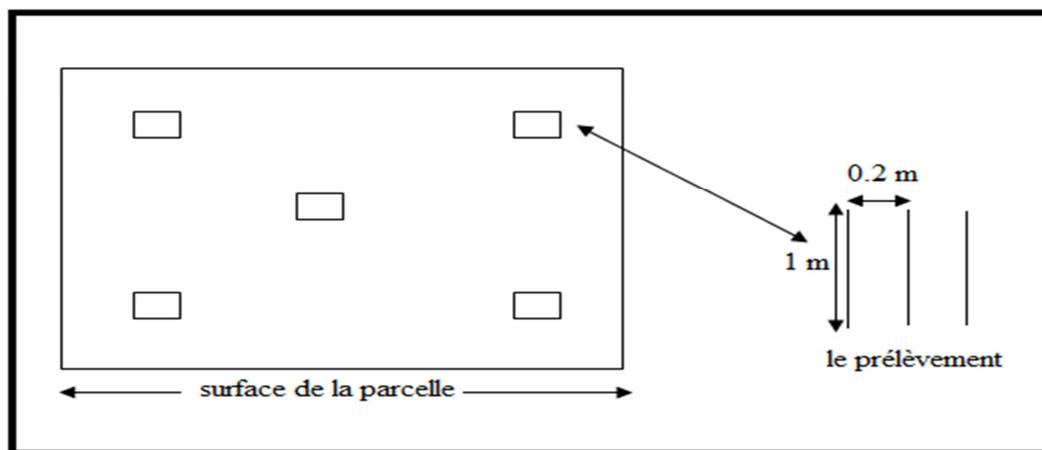


Figure 3. Méthode d'échantillonnage.

2.2.2. Sévérité : La sévérité de la maladie a été évaluée selon l'échelle décrite par Reddy et Singh (1984) allant de 1 à 9 (Tableau 3).

Tableau 3. Echelle quantitative à 9 points pour la notation des réactions du pois chiche à *Ascochyta rabiei* (Reddy et Singh, 1984).

Notations	Taille de lésion sur la tige	Types de réaction
1	Non visible	–
2	0-2 mm de long	Résistante
3	2-6 mm de long.	
4	6 mm de long avec lésion annulaire.	
5	6 mm de long et plus avec cassure (40% de branches cassées par plante).	Modérément sensible
6	6 mm de long et plus avec cassure (50% de branches cassées par plante).	
7	6 mm de long et plus avec cassure (75% de branches cassées par plante).	Sensible
8	6 mm de long et plus avec cassure (100% de branches cassées par plante).	
9	Plante complètement détruite	Très sensible

3. Isolement et identification de l'agent pathogène

3.1. Prélèvement des échantillons et méthode d'isolement

L'échantillonnage a été effectué au niveau des parcelles prospectées, après l'évaluation de l'incidence et la sévérité de la maladie. Dix plantes, présentant les symptômes de la maladie, sont mis dans des sachets pour l'isolement de l'agent pathogène au laboratoire.

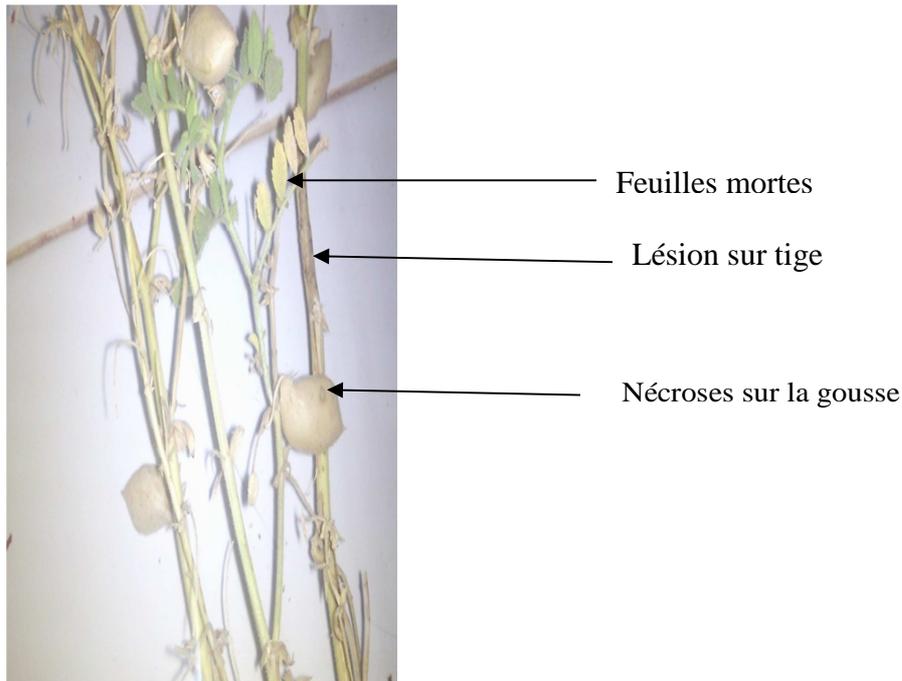


Photo 1. Plante de pois chiche (Rabat 9) présentant les symptômes de l'anthracose.

L'isolement est effectué à partir des feuilles, des tiges et des gousses, par la méthode décrite par Grewal et Jhooty (1984) :

Les plantes sont rincées à l'eau courante afin de les débarrasser de leurs débris de terre. Après lavage les tiges ont été découpées en fragments de 1 à 2 cm sur les fronts d'attaques et désinfectées superficiellement par trempage dans une solution diluée de l'eau de javel à 2% pendant 3 à 5 mn, ensuite, rincés à l'eau distillée stérile 3 fois successives pendant 3 minutes puis séchés entre 2 feuilles de papier filtre stérile.

Une fois séchés, trois fragments sont déposés dans des boîtes de pétri contenant le milieu de culture à base de pois chiche gélosé (Annexe 2), et mis en incubation à 22 °C sous une photopériode de 12 heures. Dès l'apparition des filaments mycéliens autour des petites fragments, nous effectuons une observation microscopique. Une fois l'identification primaire

d' *Ascochyta rabiei* a été établie, nous procédons au repiquage successif pour obtenir des souches pures.

3.2. L'obtention des cultures monospores

La méthode décrite par Rappily (1968) et Zerroug (1994) pour obtenir des souches génétiquement homogène :

nous avons préparé une suspension de spores, en prélevant un explant à partir de la marge d'une culture âgée de 10 jours sur milieu pois chiche solide, puis 1 ml de cette suspension est déposée et étalée sur boîte de pétri contenant milieu gélose à 2% (Annexe 2). Avant 24h d'incubation, l'observation sous une loupe binoculaire, les conidies germées sont repérées puis délimitées d'un cercle d'environ 2 mm. Ensuite, à l'aide d'une aiguille stérile, nous avons prélevé et déposé la conidie sur boîte de pétri contenant milieu pois chiche gélosé. Les cultures purifiées sont conservés dans des tubes à essai inclinés contenant le milieu pois chiche gélosé, à 4°C pour des utilisations ultérieures.

3.3. Identification morphologique des isolats

3.3.1. L'étude macroscopique

Ce type de caractérisation est basé essentiellement, sur l'aspect cultural de la croissance des isolats sur des milieux artificiels. Pour la distinction entre les isolats d'*Ascochyta*, il est envisagée de se baser sur les critères suivantes : la pigmentation, l'aspect du mycélium, la vitesse de croissance et l'abondance des pycnides (Punithalingam et Gibson, 1976).

3.3.2. L'étude microscopique

Nous avons préparé un frottis à partir d'un fragment mycélien âgé de 15 jours, ensuite une observation microscopique des pycnides et des pycnidiospores a été effectuée.

4. Comportement du pois chiche à l'antracnose

4.1. Description du site expérimental

4.1.1. Situation du site expérimental

L'expérimentation a été menée au cours de la campagne agricole 2013/2014 sur la parcelle de la Station Expérimentale Agricole de l'Institut Techniques de Grandes Cultures (ITGC) de Sétif. Le site est situé à 4 km au Sud Ouest de la ville de Sétif, à 5°21' E, 36°5' N, et à une

altitude moyenne de 1081m (Bouzerzour *et al.*, 2002). Il appartient à l'étage bioclimatique semi-aride, caractérisé par un climat continental typiquement méditerranéen, par un hiver froid, un été chaud et sec, une pluviométrie irrégulière, des gelées printanières très fréquentes et tardives et des vents chauds et desséchants (Baldy, 1993).

Les sols de la station sont localisés dans la petite vallée de l'Oued Bousselem. Ils sont argilo-limoneux, de teneur en calcaire total, supérieure à 35% (Chennafi *et al.*, 2008). La teneur en matière organique est de 1.87%, la capacité au champ est de 25% et le point de flétrissement se situe à 12% (Chennafi *et al.*, 2006).

4.1.2. Matériel végétal

Le matériel végétal étudié est constitué de deux variétés de pois chiche : ILC 3279 et Rabat 9. La semence utilisée est fournie par l'institut technique des grandes cultures (ITGC) de Sétif. Le choix des deux variétés est motivé par le fait que la variété ILC 3279 est tolérante à l'antracnose et au froid, par contre Rabat 9 est sensible à cette maladie.

Un traitement fongicide par le Chlorothalonil qui a été utilisé dans les parcelles témoins à la dose de 1 l/ha soit 2.64 ml pour la parcelle. Le premier traitement a été effectué dès l'apparition de la maladie (07/04/2014), le deuxième le 26/04/2014 et le dernier le 15/05/2014.

4.1.3. Mise en place de l'essai

4.1.3.1. Le dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est le Split-plot avec trois blocs. La superficie totale de l'essai est de 94.4 m². Chaque bloc est constitué deux sous-blocs correspondant aux deux variétés. Ces derniers sont subdivisés en deux parcelles élémentaires (témoin et infestée) pour chacune des deux variétés (ILC 3279, Rabat 9). Chaque parcelle élémentaire est constituée de 12 rangs de 2 m de long. Les rangs sont espacés de 20 cm, soit une superficie de 4.4 m² (Figure 4).

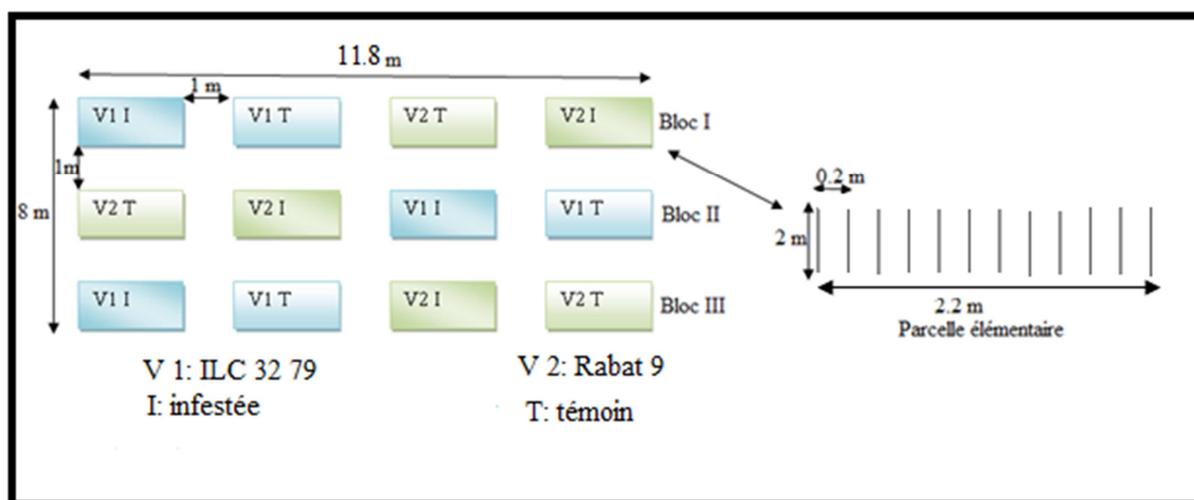


Figure 4. Dispositif expérimental.

4.3.1.2. La conduite de la culture

Le précédent cultural de la parcelle d'essai est une culture de blé. Les techniques culturales appliquées pour notre expérimentation sont un labour suivi de deux passages de cover-crop le début du janvier 2014.

Les graines du pois chiches traitées par Apron-star à raison de 2,5 g diluées dans 7.5 ml d'eau pour 100 g de semence. Elles sont semis manuellement le 18/01/2014 en lignes espacées de 20 cm, à une profondeur de 4 cm et à une densité de 50 graines/m².

Un désherbage manuel a été effectué durant tout le cycle de développement. Vu le déficit hydrique durant cette campagne agricole, quatre apports d'eau ont été effectués : Le premier au stade levée-floraison (17/04/2014), le deuxième avant la floraison (27/04/2014), le troisième en pleine floraison (08/05/2014) et le dernier au stade de formation des gousses (18/05/2014). A maturité, la récolte des grains a été effectuée manuellement à la mi-juillet.

4.2. Evolution de la maladie

L'évolution de l'antracnose, en fonction des conditions climatiques et à différents stades de son cycle de vie, a été illustrée par un système de notation chiffré développé par Reddy et Singh (1984).

4.2.1. Paramètres de développement végétatif

1. Nombre de plants levés par mètre carré (N_{pl}/m^2) ;
2. Nombre des ramifications primaires par plante (N_{rp}/p) ;
3. Nombre des ramifications secondaires et tertiaires par plante (N_{rst}/p) ;
4. Hauteur finale de la plante (H , cm).

4.2.2. Paramètres de production

1. Le nombre de gousses par plante (N_{go}/p) ;
2. La biomasse aérienne par plante (Bio , g/p) ;
3. Le nombre de grains par plante (N_{gr}/p) ;
4. Le nombre de grains par gousse (N_{gr}/go) ;
5. Le poids de grains par plante (P_{gr}/p , g) ;
6. Le poids de cent grains (PCG , g) ;
7. L'indice de récolte (IR , %) ;
8. Le rendement en grain (R_g , q/ha).

4.3. Notation et mesure

La notation a été effectuée sur la moyenne de dix plantes échantillonnées au hasard au niveau de chaque parcelle élémentaire. L'indice de récolte est estimé par le rapport entre le poids de grains par plante et la biomasse aérienne par plante.

4.4. Analyse des résultats

Les données collectées ont été traitées par le logiciel Co-Stat.6.400, pour l'analyse de variance et Excel-Stat.6 pour la corrélation entre les variables.

RESULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSION

1. Répartition géographique de la maladie

Les prospections ont été effectuées sur 25 exploitations agricoles. La maladie de l'antracnose du pois-chiche a été absente au niveau des trois exploitations agricoles de la région de Bordj-Bou-Arreidj sur une superficie de 15 ha ; mais elle est signalée dans une exploitation agricole d'El-Eulma (Sétif) sur une superficie de 10 ha soit 13.51% de la superficie totale emblavée, dans quatre exploitations agricoles à Grarem et Oued-Endja (Mila) sur 61 ha et dans une exploitation agricole à Hamma-Bouziane (Constantine) sur 12 ha, soit 11.73% et 3 % respectivement de la superficie totale emblavée (Figure 5).

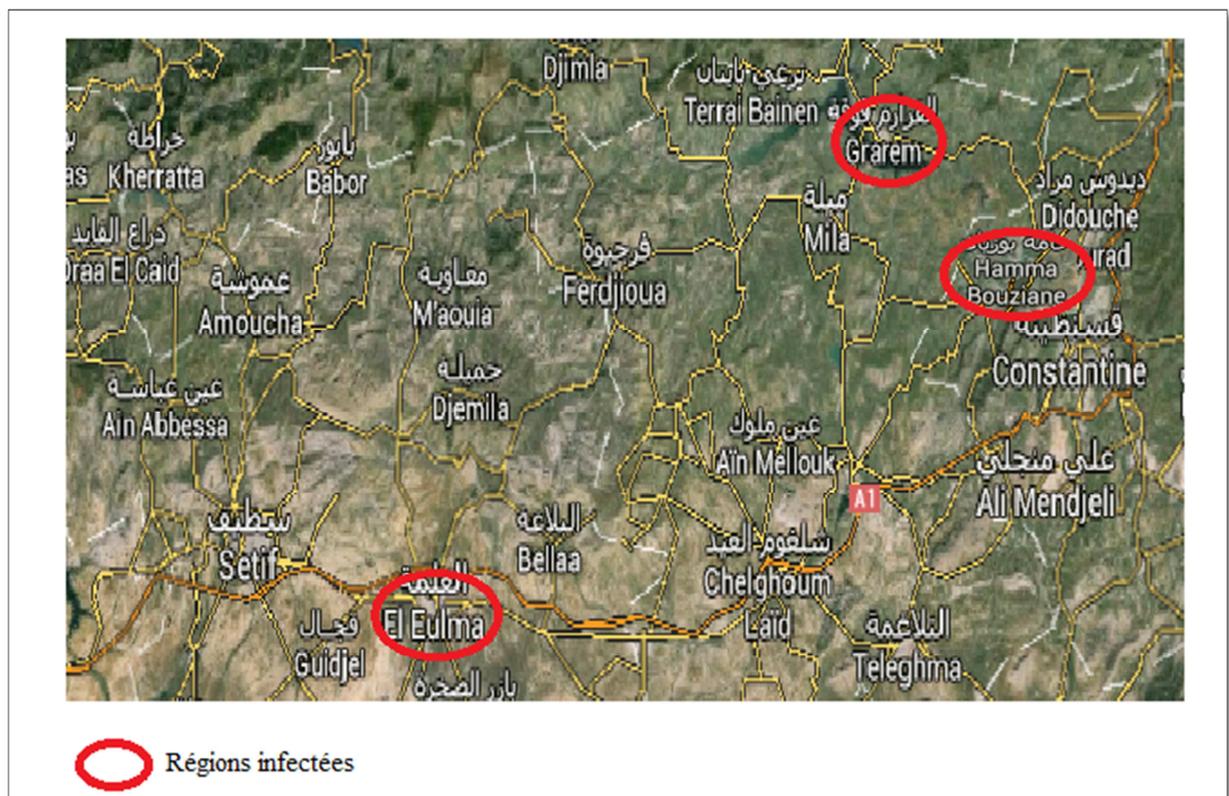


Figure 5. Les régions attaquées par la maladie d'antracnose du pois-chiche durant la campagne agricole 2013/2014.

Ainsi, les six exploitations infectées par l'antracnose du pois-chiche sont situés à Sétif, Mila et Constantine s'étalent sur une superficie de 2610 ha, dont 83 ha sont emblavés par la culture du pois chiche, soit 3.13% de la superficie totale. La superficie emblavée par cette culture varie de 4 à 39 ha dont 50% sont inférieurs à 10 ha.

L'ensemble des agriculteurs questionnés sont de sexe masculin, plus de 50% dépassent la cinquantaine. Du point de vue niveau d'instruction, 83.34% des agriculteurs ayant des niveaux secondaire et 16.66% ayant un niveau supérieur. Ils ont pratiqué la culture du pois chiche dans l'assolement, dont 66.67% des agriculteurs considèrent que la culture du pois chiche est suffisamment rentable grâce au coût élevé des rendements. Par contre, 33.33% de cette population confirment l'inverse à cause des faibles rendements provoqués par la sécheresse et la mécanisation d'une part, et à la dominance des maladies qui menacent la culture à chaque cycle d'autre part.

Le labour à disque automnal est le plus exercés à une profondeur allant de 20 à 40 cm. L'espacement entre les lignes effectué est variable entre 30 et 40 cm. En outre, l'espacement entre les graines est variable entre 5 à 10 cm. Les agriculteurs ont pratiqués les semis d'hiver entre le mois janvier et février 2014, à l'exception de la région de Grarem 3 où ils ont pratiqué la culture du printemps au mois de mars 2014. Ils ont utilisé la variété locale -Flip 84 92 de type Kabuli de la coopérative des céréales et des légumes secs (CCLS) sauf Hamma-Bouziane où les semences proviennent d'un autre agriculteur. La densité de semis est de 20 à 35 g/m².

L'utilisation des traitements phytosanitaires et l'irrigation dans ces exploitations est inexistantes, sauf à El-Eulma où l'irrigation d'appoint a été réalisée. La fertilisation ne constitue qu'un facteur supplémentaire pour l'ensemble des exploitations. Ainsi, une fourniture équilibrée et adéquate de nutriment augmente la capacité de la culture à tolérer des stress abiotiques et biotiques et améliorer la résistance physiologique (Gan *et al.*, 2006).

L'enquête a montré que la totalité des agriculteurs pratiquent la rotation agricole, dont la culture de pois chiche est indispensable dans cette rotation et varie entre une et deux ans. Les cultures placées dans cette rotation sont essentiellement les céréales, les légumineuses (petit pois, fève, pois chiche, etc...) et les cultures maraîchères (pomme de terre, l'oignon, le melon, etc...), dont 50% pratiquant une rotation alternativement entre une céréale et une légumineuse (pois chiche, petit pois). Cependant, 50% des agriculteurs appliquent une culture maraîchère dans le système de rotation.

Après la récolte, les agriculteurs ont enfoui les débris de récolte dans le sol, mis à part ceux de Grarem 2 qui les ont utilisés comme un aliment pour le bétail.

La maladie la plus fréquente chez les agriculteurs du pois chiche est l'anthracnose. Cette maladie a été déjà déclarée par les agriculteurs avant quatre ans à l'exception de Hamma-

Bouziane qui pratique la culture du pois chiche pour la première fois. L'apparition de la maladie a été signalée au stade floraison pour l'ensemble des exploitations agricoles, à part de la parcelle de Grarem 2 au stade plantule.

Ainsi, les symptômes ont été observés durant les différents stades de la plante (plantule-floraison – maturité) et à des degrés d'infection variables. Ces observations se rapprochent de ceux signalés par Kaiser (1973) ; Weigand *et al.* (1986) ; Nene *et al.* (1991) ; Mabssoute *et al.* (1996) ; Khan *et al.* (1999) ; Chongo et Gossen (2001) et Ilarslan et Dolar (2002). De plus, l'incidence et la sévérité de la maladie varient d'une parcelle à une autre dans chaque site.

2. Evaluation du taux d'infection

L'incidence moyenne de la maladie est de 43.44%. La région de Sétif présente le taux le plus élevé avec 63.33%, suivi de, Mila avec 43.08%, et enfin Constantine avec 25% (Tableau 4).

Tableau 4. Incidence moyenne de l'antracnose du pois-chiche durant la campagne agricole 2013/2014.

Régions	Lieux-dits	Incidence moyenne (%)	Moyenne régionale (%)
Sétif	El-Eulma	63.33	63.33
Mila	Oued-Endja	34	43.08
	Grarem 1	44.66	
	Grarem 2	54.33	
	Grarem 3	39.33	
Constantine	Hamma-Bouziane	25	25
Moyenne		43.44	

De plus, la sévérité de la maladie d'après l'échelle de Reddy et Singh (1984), varie d'une parcelle à une autre, entre 2.66 et 4.66. Ainsi, les parcelles de Hamma-Bouziane, de Grarem et d'Oued-Endja sont les plus résistantes à la maladie, par contre, la parcelle d'El-Eulma est modérément sensible (Figure 6).

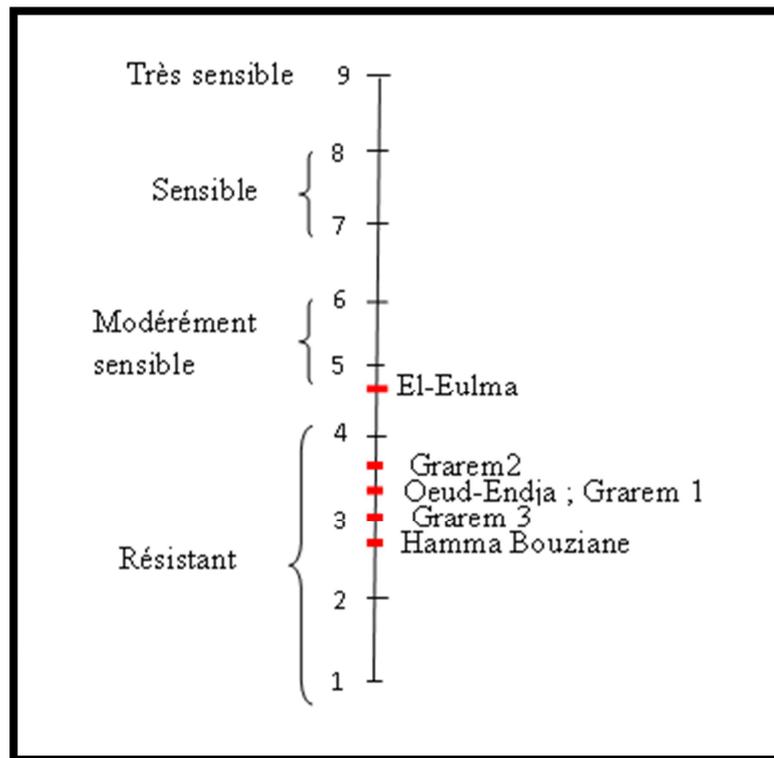


Figure 6. La sévérité moyenne de la maladie durant la campagne agricole 2013/2014 selon l'échelle de Reddy et Singh (1984).

Selon Benbalkacem *et al.* (1996) et Andrabi *et al.* (2001), les facteurs climatiques (humidité et température) ont des actions déterminantes dans la transmission et l'évolution de la maladie. Les périodes humides prolongées avec des températures d'environ 20 °C sont très favorables à la propagation de la maladie. Globalement les conditions climatiques dans les régions prospectées ont été caractérisées par une pluviométrie de moyenne 400 mm et des températures relativement élevées à la moyenne de 15.11 °C durant la campagne agricole 2013/2014. La sévérité de l'antracnose est plus importante dans la parcelle d'El-Eulma où l'irrigation d'appoint a été réalisée, ce qui favorise les conditions de développement de la maladie.

Les semences infectées fournissent un moyen de transport de l'agent pathogène d'une région à une autre ou entre les pays (Weltzien et Kaark, 1984 ; Kaiser, 1997). C'est le cas de la parcelle de Hamma-Bouziane.

Egalement, une date de semis optimale permet aux plantes de maximiser l'utilisation des ressources disponibles et être soumis à moins de contraintes (Sidique et Bultynck, 2004). Cependant, la maladie de l'antracnose du pois-chiche a été rare dans la culture de printemps

mais fréquente dans la culture d'hiver (Wery, 1990). Les agriculteurs questionnés ont pratiqué le semis d'hiver à l'exception ceux de Grarem 3 qui ont fait le semis de printemps. En effet, la parcelle de Grarem 3 présente le taux d'incidence et la sévérité les plus faibles parmi les deux parcelles adjacentes. Le pois chiche d'hiver se développe dans des conditions froides et humides et il est exposé à la période de libération des ascospores de débris infestés de pois chiche (Gan *et al.*, 2006). De plus les résultats des travaux de Benbalkacem *et al.* (1996) montrent que les semis précoces ou intermédiaires sont les plus exposés à l'anthracnose, mais ceci n'épargne pas entièrement les semis tardifs, qui verront leur développement végétatif réduit et par conséquent, seront confrontés aux aléas climatiques, gelées tardives, sirocos et maladies. Aussi, la densité de semis peut avoir un impact sur la sévérité de la maladie par ce qu'une densité élevée de plantation résulte une culture intense qui crée les conditions propice du développement de la maladie (Siddique et Bultynck, 2004). Le pois chiche cultivé en rangs plus larges avait moins la maladie que lorsqu'il est cultivé en rangées étroites (Akem, 2001).

Les résidus de culture peuvent se déplacer vers les champs adjacents pendant la récolte, post-récolte ou à la période de pré-plantation à des distance moyennes (mètres à des kilomètres) (Gan *et al.*, 2006). C'est le cas de la parcelle de Grarem 3.

Le stade végétatif de la plante est considéré comme étant un facteur qui affecte l'expression de la maladie chez différentes espèces de plantes cultivées (Labdi *et al.*, 1998). L'apparition de l'anthracnose a été observée au stade floraison dans toutes les parcelles prospectées. Ceci est en accord avec le signalement de certains chercheurs qui ont rapporté que le pois-chiche devenait plus sensible à *Ascochyta rabiei* après la floraison et plus particulièrement au stade de la maturité (Labdi *et al.*, 1998). De plus, Singh et Reddy (1993) et Chongo et Gossen (2001) ont mentionné que le stade gousse était plus sensible que le stade plantule. A partir de la floraison, les plantes deviennent plus sensibles. Il semble qu'un changement important intervient dans la physiologie de la plante et en particulier dans la mise en place des mécanismes de tolérance (Labdi *et al.*, 1998).

Ces agriculteurs ont exercé une rotation de un à deux ans avec les céréales et les cultures maraichères. En plus, les résidus de récolte sont enfouis dans le sol. En revanche, les symptômes de l'anthracnose sont apparus avant quatre ans. De plus, l'agent pathogène peut survivre moins un an si les débris végétaux ont été enfouis dans le sol. Par contre, plus de deux ans lorsqu'il est laissé sur la surface du sol (Gossen, 2001 ; Gossen et Miller, 2004). En

revanche, l'agent pathogène peut subsister dans le champ de quatre ans après une culture infectée, mais la pression de l'inoculum a diminué après les deux premières cultures mise en rotation (Gan *et al.*, 2006).

Les semences infectées servent de foyer initial de l'agent pathogène qui se propage rapidement dans le champ, lorsque les conditions climatiques deviennent favorables (Maden, 1983 ; Kaiser et Hannan, 1988). De même, la source de l'inoculum primaire de l'antracnose est constituée par les parcelles infectées eux-mêmes, qu'ils soient proches ou très lointains de la zone considérée et les repousses infectées dans les champs récoltés. Une source non négligeable est constituée par les résidus de récolte infectés (Kaiser, 1973 ; Navas-cortes *et al.*, 1995 ; Trapero-Casas *et al.*, 1996). La présence de la maladie dans notre région semble influencé par la date de semis qui dans la plupart des cas est effectuée au mois de Janvier où les conditions climatiques sont favorable au déclenchement de la maladie. En plus, la variété du pois chiche, l'inoculum dans le sol, la virulence de l'agent pathogène, l'humidité et la température influent sur la gravité et l'évolution de la maladie.

Ces résultats montrent que la culture du pois chiche est modérément sensible à l'antracnose de part, les conditions climatiques relativement défavorables pour le développement de la maladie.

3. Identification morphologique des isolats

3.1. Les caractères macroscopiques

L'observation des caractères macroscopiques du mycélium des isolats d'*Ascochyta rabiei* a révélé des différences au niveau de la pigmentation qui varie entre noire et marron (Photo 2).



Photo 2. Colonies du champignon sur milieu de pois chiche gélosé.

3.2. Les caractères microscopiques

L'observation microscopique des isolats d'*Ascochyta rabiei* a été caractérisée par la présence des pycnides et des pycnidiospores (Photo 3 et 4). Le stade imparfait est caractérisé par la formation des pycnides apparaissant sous forme du point noir visibles à l'œil nu, portant des conidies ou pycnidiospores ovales à allongées, droites ou légèrement courbées sur les deux extrémités, hyalines, non cloisonnées.

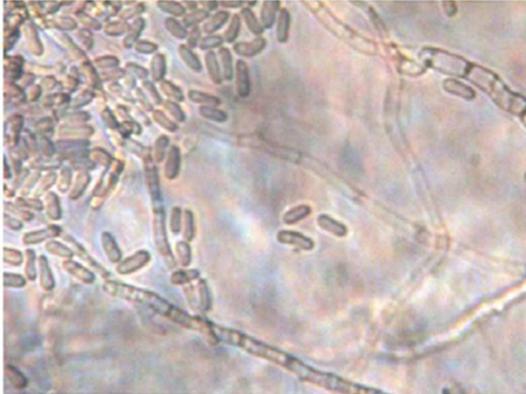


Photo 3. Mycéliums septé observés au microscope optique G x 400.



Photo 4. Spores, a : unicellulaires ; b : bicellulaires observés au microscope optique G x 1000.

4. Effet des paramètres climatiques sur l'infection de la maladie

4.1. Précipitations

Le cumul des pluies enregistré durant la campagne agricole 2013/2014, du 1 Septembre 2013 au 30 Juillet 2014 s'élève à 385.40 mm. La répartition pluviométrique présente une variabilité mensuelle ; les précipitations atteignent leur maximum durant le mois de Mars avec 74 mm soit 19.20 % des précipitations totales ; par contre elles atteignent leur minimum au mois d'Avril et juillet avec seulement 2.2 mm soit 0.57 % des précipitations totales (Figure 7).

Les gelées tardives printanières sont fréquentes dans les hauts plateaux. Durant cette année, les gelées précoces s'étalent du mois de novembre jusqu'au mois de février (37 jours), et les gelées tardives sont concentrées au mois de mars (8 jours).

Nous avons enregistré également, 7 jours de neige, 4 jours de sirocco et durant le moins de juin 2014 nous avons marqué une chute de la grêle avec une quantité de 10 cm, ce qui a provoqué une perte importante des rendements.

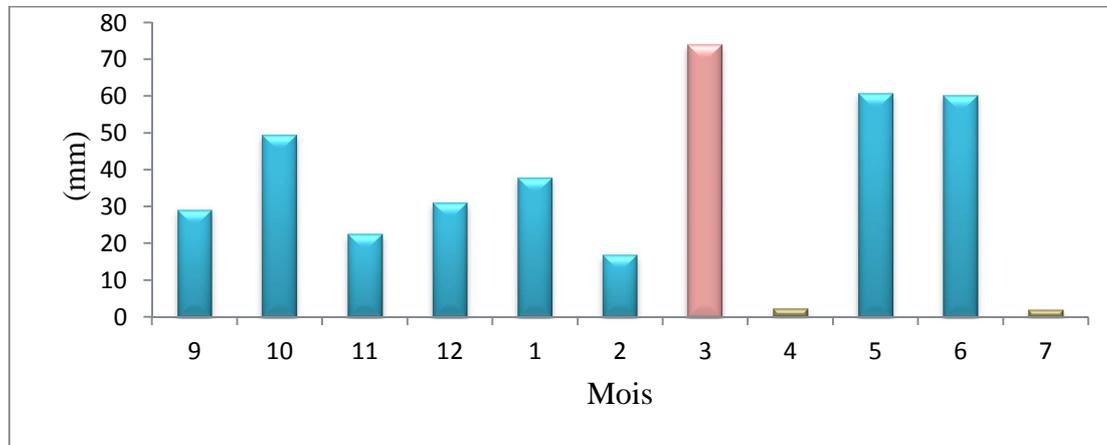


Figure 7. Variation de la pluviométrie mensuelle durant la campagne 2013/2014 à Sétif.

4.2. Températures

Au cours de la campagne agricole 2013/2014, les températures moyennes mensuelles étaient de 14.06 °C.

Notant que des températures moyennes très basses ont été enregistrées au cours du mois de décembre jusqu'au mois de mars où elles ont atteint 5.71 °C au mois de décembre. Les températures moyennes maximales ont été enregistrées pendant les mois de septembre, octobre, mai, juin et juillet. Ces deux derniers mois correspondent aux périodes de remplissage et de maturation du grain avec 22.14 et 24.26 °C respectivement. Pour cette campagne agricole, le mois de décembre reste le plus froid et les mois de juin et juillet restent les plus chauds (Figure 8).

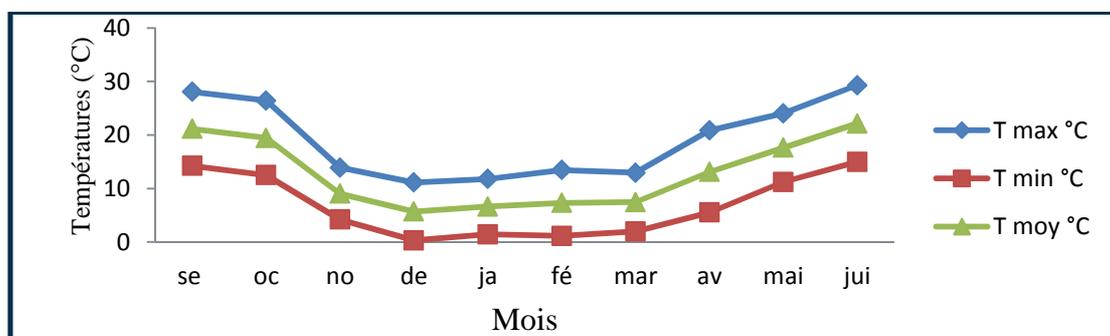


Figure 8. Courbe de variation des températures maximale, minimale et moyenne durant la campagne agricole 2013/2014 à Sétif.

L'évaluation de la maladie en fonction des conditions climatiques a été suivie dès l'apparition des premiers symptômes de l'antracnose (Tableau 5).

Tableau 5. Evolution du taux d'infection (%) de l'antracnose en fonction de l'hygrométrie et de la température dès l'apparition de la maladie

Stade végétatif	Dates	Hygrométrie (%)	Température (°C)	Taux d'infection (%)	
				Rabat 9	ILC 3279
Plantule	07-04 / 15-04	61.22	14.47	02	00
	15-04 / 25-04	53.5	13.44	04	02
Floraison	25-04 / 05-05	57.9	13.7	04	02
	05-05 / 15-05	54.3	19.77	33.33	32
Formation des gousses	15-05 / 25-05	67.8	17.31	47	42
	25-05 / 05-06	72.72	15.13	62	58
Maturité	05-06 / 15-06	49.7	21.69	94	84
	15-06 / 25-06	28.1	28.81	100	94

La maladie qui s'est déclarée au début du mois d'avril et de mai a trouvé des conditions de température et d'humidité très favorables.

Pour la variété Rabat 9, la date d'apparition des premiers symptômes de la maladie est le 7 avril 2014, elle a été favorisée par une hygrométrie suffisante de 61.22% et une température aussi satisfaisante de 14.47 °C. Chez la variété ILC 3279, l'attaque a été déclarée le 15 avril 2014 à une température de 13.44 °C et une hygrométrie de 53.5%.

Weltzien et Kaach (1984) signalent qu'une épidémie d'antracnose sur pois chiche ne se déclare que si la température moyenne mensuelle est supérieure à 8 °C et que la pluviométrie moyenne mensuelle dépasse 40 mm. Egalement, Bouzned *et al.* (1996) signalent que dans les régions du Maghreb, l'humidité relative élevée et des températures comprises entre 9 et 24 °C sont les facteurs les plus importants pour le développement de la maladie.

La propagation de la maladie coïncide avec une température de 19.77 °C et une humidité de 54.3%. Ces résultats sont en concordance avec les travaux de Tivoli et Bonavita (1995) qui

ont montré qu'à 20 °C, il suffit de 24 à 48 heures de conditions hydriques favorables pour que les pycniospores germent et pour que les filaments germinatifs pénètrent et provoquent les premiers symptômes. De plus, une période d'humidité relative élevée est nécessaire à la pénétration, mais une fois que celle-ci est réalisée, les symptômes apparaissent même si les conditions sont devenues défavorables, la présence d'eau libre augmente la gravité de la maladie en plus.

Aussi, Pande *et al.* (2005) et Trapero-Casas et Kaiser (1992) désignent qu'une température de 20 °C et une hygrométrie supérieure à 90% sont l'optimum pour l'infection, le développement et la propagation de l'antracnose. Tivoli et Bonavita (1995) déclarent que les semis d'hiver sont exposés plus longtemps à l'inoculum primaire constitué d'ascospores développées à partir des résidus de récolte, que les semis plus traditionnels de printemps.

L'évolution de la maladie aux différents stades du développement de la culture est mentionnée dans le tableau 6.

Tableau 6. Incidence (%) et sévérité de l'antracnose sur les variétés du pois-chiche.

Variétés		ILC 32 79	Rabat 9
Incidence %	Stade plantule	1.33	02
	Stade floraison	32	33.33
	Stade formation des gousses	51.33	60.66
	Stade maturité	94	99.33
Sévérité	Stade plantule	1.4	1.6
	Stade floraison	2.2	2.6
	Stade formation des gousses	3.6	5.4
	Stade maturité	5.8	7.0

La maladie de l'antracnose est apparue au stade plantule, 79 jours après le semis pour la variété Rabat 9 et 87 jours pour la variété ILC 32 79, avec une sévérité de 1.6 et 1.4 respectivement et un taux d'incidence de 2 et 1.33% respectivement.

Ces deux paramètres de la maladie ont augmenté au cours des différents stades végétatifs de la culture pour arriver à leur optimum au stade maturité, avec une sévérité de 5.8 et un taux d'incidence de 94% pour la variété ILC 3279, par contre, avec une sévérité et un taux d'incidence chez la variété Rabat 9 atteignant 7 et 99.33% respectivement.

Les deux variétés présentent un niveau de résistance élevé au stade plantule que le stade reproductif, ce résultat confirme les études menées par Reddy et Singh (1984) ; Singh et Reddy (1993) ; Nene et Reddy (1987) et Chongo et Gossen (2001) qui ont montré que le pois chiche au stade reproductif (floraison, formation des gousses, maturité) est très sensible à l'antracnose. Cette sensibilité au stade mature peut être due à l'augmentation de l'acide malique (Singh et Sharma, 1998), l'activité des enzymes à savoir la chitinase, l'exo-chitinase (Nehra *et al.*, 1997), la phytoalexine, enzyme lytique et d'autres enzymes (Hansselle et Bars 2001).

Ainsi, la variété Rabat 9 montre une sensibilité envers l'antracnose. Par contre, la variété ILC 3279 est modérément sensible. En revanche, Sayoud *et al.* (1999) signalent que la tolérance à la maladie existe chez les variétés Maghrébines : Kasseb, INRAT 87 et 88 (Tunisie), Rezki et Douyet (Maroc) et ILC 3279 et Flip 84-92C (Algérie). Il est à noter que cette tolérance serait insuffisante en cas d'une forte attaque et d'apparition de nouvelles races de champignons.

Les travaux de Labdi (1995) sur l'évaluation de la résistance des lignées de pois-chiche des six races d'*Ascochyta rabiei* affirment que la variété ILC 3279 est classée parmi la plus résistante.

5. Effets de l'antracnose

5.1. Paramètres de développement végétatif

Les résultats de l'analyse de la variance consignés dans le tableau 7, indiquent un effet significatif de la variété pour le nombre de plantes levées par mètre carré et la hauteur finale de la plante. Cette analyse révèle également un effet significatif de la maladie à l'égard du nombre de ramifications secondaires et tertiaires par plante et la hauteur finale de la plante.

L'effet de l'interaction de la variété x maladie révèle une signification seulement pour la hauteur finale de la plante (Tableau 7).

Tableau 7. Carrés moyens de l'analyse de la variance des caractères de développement végétatif.

Source	ddl	Npl / m ²	Nrp / p	Nrst / P	H (cm)
variété	1	1220.08 **	0.05 ^{ns}	43.22 ^{ns}	476.28 **
maladie	1	0.82 ^{ns}	0.65 ^{ns}	138.72*	354.25 **
Variété x maladie	1	0.70 ^{ns}	4.10 ^{ns}	0.21 ^{ns}	16.33*
Erreur	4	2.50	0.29	6.68	1.82
CV %	-	7.23	19.22	35.42	3.04

Npl/m² : Nombre de plants levés par mètre carré ; **Nrp/p** : Nombre de ramifications primaires par plante ; **Nrst/p** : Nombre de ramifications secondaires et tertiaires par plante ; **H** : Hauteur finale de la plante en cm ; **CV** : Coefficient de variation ; **ddl** : Degré de liberté ; **ns** : Non significatif ; * : Significatif ; ** : Hautement significatif ; au seuil de 5%.

5.1.1. Nombre de plants levés par mètre carré (Npl/m²)

L'effet variété est significatif pour le nombre de plants levés par mètre carré (1220.08**). Alors que l'effet de la maladie (0.82^{ns}) et de l'interaction de la variété x maladie (0.70^{ns}) sont non significatifs à $p \leq 0,05$ (Tableau 7a)

Tableau 7a. Carrés moyens de l'analyse de la variance du nombre de plants levés par mètre carré.

Source	Variété	Maladie	Variété x maladie	Erreur	CV %
ddl	1	1	1	4	-
Npl/m ²	1220.08**	0.82 ^{ns}	0.70 ^{ns}	2.50	7.23

ddl : Degré de liberté ; **CV** : coefficient de variation ; **ns** : Non significatif ; * : Significatif ; ** : Hautement significatif ; au seuil de 5%.

De plus, la figure 9, montre que la variété ILC 3279 produit le nombre le plus élevé de plants levés par mètre carré, soit 31.97 pour le témoin et 31.93 pour l'infesté par rapport à la variété Rabat 9 avec 12.29 et 11.28 respectivement.

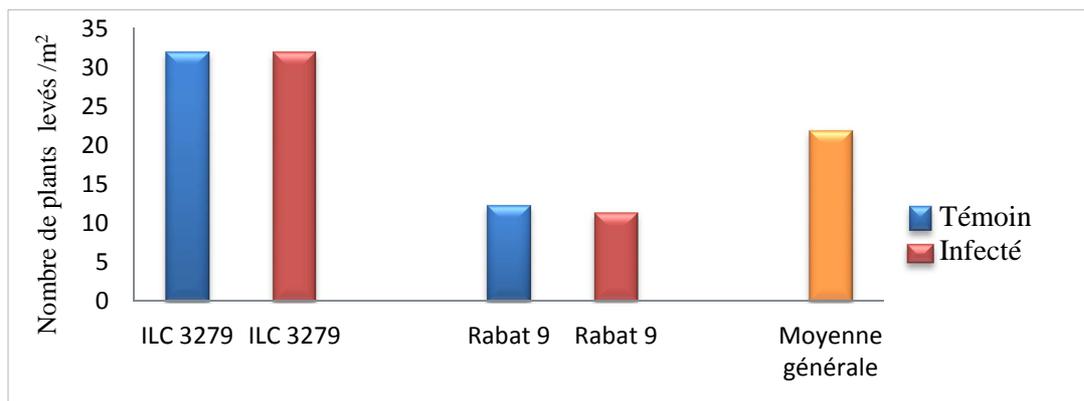


Figure 9. Variation de nombre de plants levés par mètre carré sous l'effet de l'interaction variété x maladie.

Le nombre de plants levés par mètre carré n'a subi aucun effet de la maladie, puisque la maladie n'a pas influencé l'émergence de la plantule, elle apparaît qu'au stade végétatif, alors que l'effet de la variété est significatif pour ce paramètre, il est bien valorisé chez la variété ILC 3279 avec 31.95 que la variété Rabat 9 avec 11.78; ceci s'explique par la faible faculté germinative de Rabat 9 de l'ordre de 78%, et les conditions climatiques (variété de printemps).

5.1.2. Nombre de ramifications primaires par plant (Nrp/p)

L'analyse de variance révèle un effet non significatif pour le nombre de ramifications primaires par plant de la variété (0.05), de la maladie (0.65) et de l'interaction entre eux (4.10) à $p \leq 5\%$ (Tableau 7b).

Tableau 7b. Carrés moyens de l'analyse de la variance du nombre de ramifications primaires par plant.

Source	Variété	Maladie	Variété x maladie	Erreur	CV
Ddl	1	1	1	4	-
Nrp/p	0.05 ^{ns}	0.65 ^{ns}	4.10 ^{ns}	0.29	19.22

ddl : Degré de liberté ; CV : coefficient de variation ; ns : Non significatif au seuil de 5%.

De plus, la figure 10 indique que le nombre moyen de ramifications primaires par plant est de 3 chez la variété ILC 3279 témoin, contre 2.53 chez ILC 3279 infecté ; alors que chez la variété Rabat 9, il est de 3.13 et 2.67 respectivement. Le nombre de ramifications primaires pour chaque variété témoin est supérieur à la moyenne générale qui est de l'ordre de 2.8

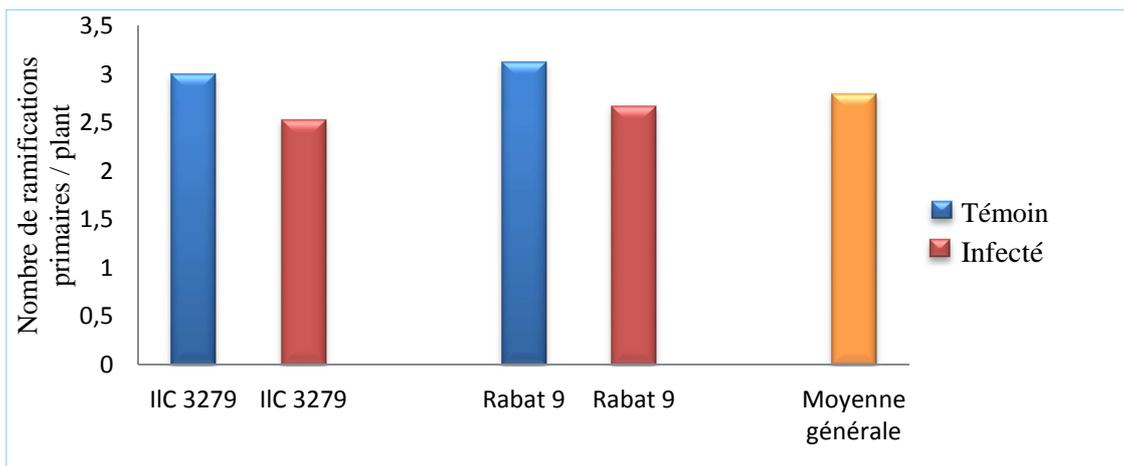


Figure 10. Variation de nombre des ramifications primaires par plant sous l'effet de l'interaction variété x maladie.

Les deux variétés ont un nombre de 2 à 4 rameaux primaires par plant qui ne sont pas atteints par la maladie.

5.1.3. Nombre de ramifications secondaires et tertiaires par plant (Nrst/p)

L'analyse de la variance révèle un effet significatif de la maladie sur le nombre de ramifications secondaires par plant (138.72**) et un effet non significatif de la variété (43.22) et de l'interaction variété x maladie (0.21) (Tableau 7c).

Tableau 7c. Carrés moyens de l'analyse de la variance du nombre de ramifications secondaires et tertiaires par plant.

Source	Variété	Maladie	Variété x maladie	Erreur	CV %
ddl	1	1	1	4	-
Nrst/p	43.22 ^{ns}	138.72**	0.21 ^{ns}	6.68	35.42

ddl : Degré de liberté ; **CV** : coefficient de variation ; **ns** : Non significatif ; * : Significatif ; ** : Hautement significatif ; au seuil de 5%.

Aussi, la figure 11 montre que le nombre de ramifications secondaires et tertiaires par plant est de 8.67 chez ILC 3279 témoin, contre 2.13 chez ILC 3279 infecté, soit une diminution de 75.43 % ; alors que chez Rabat 9, le taux de perte est de 55.45%. La variété Rabat 9 au niveau du témoin avait le nombre de ramifications secondaires le plus élevé (12.73) par rapport à la variété ILC 3279 (8.67) et à la moyenne générale (7.55).

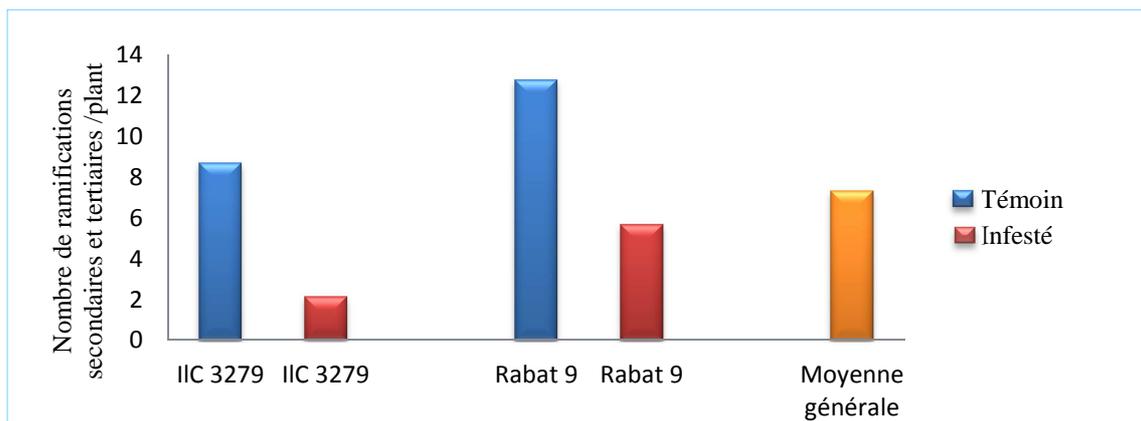


Figure 11. Variation du nombre de ramifications secondaires et tertiaires par plant sous l'effet de l'interaction variété x maladie.

La maladie affecte les ramifications secondaires (Nene, 1981), cela par la cassure des branches ou l'arrêt précoce de développement de la plante.

5.1.4. La hauteur finale de la plante (H en cm)

L'analyse de la variance indique un effet significatif des facteurs variété (476.28**), maladie (354.25**) et l'interaction entre eux (16.33*), à l'égard de la hauteur finale de la plante (Tableau 7d).

Tableau 7d. Carrés moyens de l'analyse de la variance de la hauteur finale de la plante.

Source	Variété	Maladie	Variété x maladie	Erreur	CV %
ddl	1	1	1	4	-
H	476.28**	354.25**	1633*	1.82	3.04

ddl : Degré de liberté ; **CV** : coefficient de variation ; **ns** : Non significatif ; * : Significatif ; ** : Hautement significatif ; au seuil de 5%.

De plus, la figure 12 montre que la hauteur moyenne de la plante de pois chiche à la récolte varie de 57.33 cm chez la variété ILC 3279 (témoin) à 33.87 cm chez la variété Rabat 9 (infesté). En cas d'attaque de l'antracnose, la hauteur de la plante du pois chiche peut diminuer jusqu'à 13.20 cm, correspondant à un taux de réduction cumulé de 23%. Une étude similaire effectuée par Iqbal *et al.* (2003) sur d'autres variétés, indique que le taux de réduction atteint 50.43%.

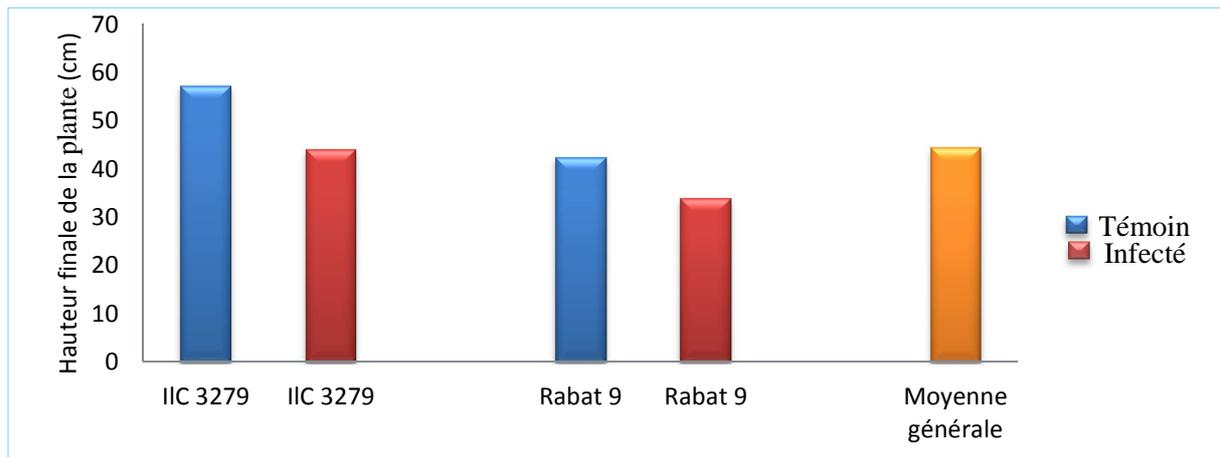


Figure 13. Variation de la hauteur finale de la plante sous l'effet de l'interaction variété x maladie.

Le port érigé de la variété ILC3279 permet de lui donner une hauteur la plus élevée que le port semi-érigé de la variété Rabat 9. Ainsi, Béasse (1998), explique la diminution de la croissance de la plante du Pois (*Pisum sativum*) sous l'effet de l'antracnose par une baisse de la photosynthèse des feuilles malades.

5.2. Paramètres de production

L'effet significatif de la variété indique que la capacité de réponse des variables mesurées est mieux valorisée pour la variété ILC 3279 que la variété Rabat 9, ceci est valable pour tous les caractères analysés hormis le nombre de grains par gousse, le poids de grains par plante et l'indice de récolte. L'effet de la maladie est hautement significatif pour l'ensemble des caractères liés aux composantes de rendement à l'exception de l'indice de récolte et le nombre de grains par gousse, indiquant que la maladie fongique de l'antracnose affecte le rendement. L'analyse de la variance révèle un effet significatif de l'interaction variété x maladie pour l'ensemble des caractères de production mesurés, mis à part la biomasse aérienne et le poids de grains par mètre carré et par conséquent le rendement en grain (Tableau 8).

Tableau 8. Carrés moyens de l'analyse de variance des composantes du rendement.

Source	ddl	Ngo/p	Ngo/m ²	Ngr/go	Ngr /p	Ngr/m ²	Pgr/p	Pgr/m ²	Bio/p	PCG	IR	Rg
Variété	1	82.16 ^{**}	529295.34 ^{**}	5.33 ^{ns}	93.52 ^{**}	323435.26 ^{**}	0.60 ^{ns}	36053.9 [*]	8.28 [*]	30.94 [*]	0.001 ^{ns}	360.6 [*]
Maladie	1	3420.5 ^{**}	1541958 ^{**}	0.0056 ^{ns}	2775.5 [*]	1074277.6 [*]	159.79 [*]	60360.3 [*]	2601.61 ^{**}	427.09 [*]	0.005 ^{ns}	603.6 [*]
V x M	1	36.05 [*]	183469.15 ^{**}	0.017 ^{ns}	174.04 [*]	45560 [*]	11.62 ^{**}	2020.5 ^{ns}	0.24 ^{ns}	261.61 [*]	0.02 [*]	20.2 ^{ns}
Erreur	4	3.43	1087.34	0.012	4.83	1296.96	0.32	343.6	0.50	0.51	0.003	3.43
CV%	-	6.48	5.79	13.39	9.56	7.53	9.22	14.04	3.16	2.46	20.04	14.04

V : variété ; **M** : maladie ; **Ngo/p** : Nombre de gousses par plante ; **Ngo/m²** : Nombre de gousses par mètre carré ; **Ngr/go** : Nombre de grains par gousse ; **Ngr/p** : Nombre de grains par plante ; **Ngr/m²** : Nombre de grains par mètre carré ; **Pgr/p** : Poids de grains par plante ; **Pgr/m²** : Poids de grains par mètre carré ; **Bio/p** : Biomasse aérienne par plante ; **PCG** : Poids de cent grains ; **IR** : Indice de récolte ; **Rg** : Rendement en grain ; **CV** : Coefficient de variation ; **ddl** : Degré de liberté ; **ns** : Non significatif ; ***** : Significatif, ****** : Hautement significatif, au seuil de 5%.

5.2. 1. Nombre de gousses par plante (Ngo/p)

L'analyse de la variance montre un effet hautement significatif de la variété (82.16**), la maladie (3420.5**) et l'interaction variété x maladie (36.05*) à une probabilité $\leq 5\%$ sur le nombre de gousses par plante (Tableau 8a).

Tableau 8a. Carrés moyens de l'analyse de la variance du nombre de gousses par plante.

Source	Variété	Maladie	Variété x maladie	Erreur	CV %
ddl	1	1	1	4	-
Ngo/p	82.16**	3420.5**	36.05*	3.43	6.48

ddl : Degré de liberté ; **CV** : Coefficient de variation ; * : Significatif ; ** : Hautement significatif ; au seuil de 5%.

De plus, la figure 13 montre que si la maladie de l'antracnose n'est pas traitée, elle peut provoquer une forte perte en gousses, allant jusqu'à 76.51% pour la variété ILC 3279 et 77% pour la variété Rabat 9. Par contre, le nombre de gousses par plante est bien valorisé chez la variété Rabat 9 témoin avec 48.3 par rapport à la variété ILC 3279 avec 39.6 et à la moyenne générale avec 27.06. Aussi, Iqbal *et al.* (2003), montrent que 88.65% de perte en gousses chez une variété du pois chiche Infecté par l'antracnose.

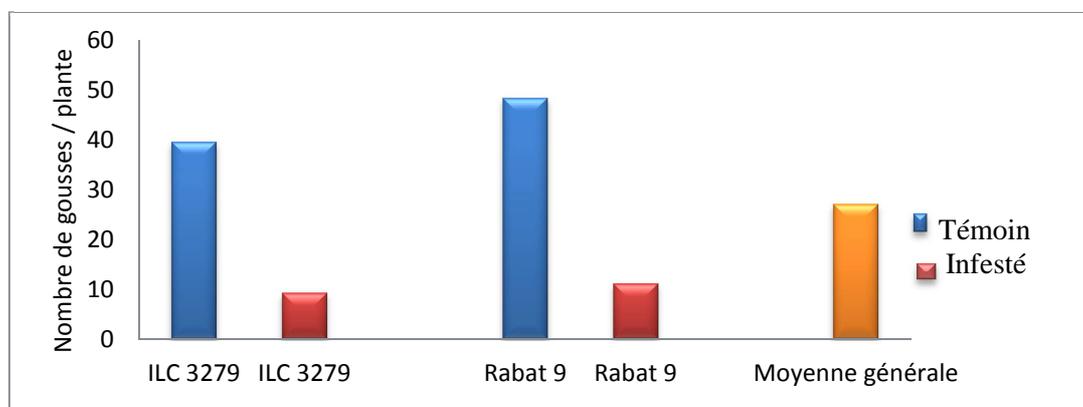


Figure 13. Variation du nombre de gousses par plante sous l'effet de l'interaction variété x maladie.

Ainsi, la fertilité de la plante est souvent affectée par la maladie fongique. En effet, La diminution du nombre de gousses chez les plantes infestées peut être la conséquence de la faible vigueur de la culture (longueur des plantes réduite, avec moins de ramifications), la chute de la production de fleurs par plante, car le pois chiche fleurit surtout au niveau des ramifications secondaires où il pourrait résulter le phénomène de chute des gousses avortées avant maturité.

5.2.2. Nombre de grains par plante (Ngr/p)

Des effets significatifs de la maladie (2775.5^{*}), de la variété (93.52^{**}) et de l'interaction entre eux (174.04^{*}) sont révélés pour le nombre de grains par plante (Tableau 8b).

Tableau 8b. Carrés moyens de l'analyse de la variance du nombre de grains par plante.

Source	Variété	Maladie	Variété x maladie	Erreur	CV
ddl	1	1	1	4	-
Ngr/p	93.52 ^{**}	2775.5 [*]	174.04 [*]	4.83	9.56

ddl : Degré de liberté ; **CV** : Coefficient de variation ; * : Significatif ; ** : Hautement significatif ; au seuil de 5%.

Aussi, la figure 14 indique que la variété Rabat 9 possède le nombre le plus élevé de grains par plante (44.8). Les pertes en grain sont de l'ordre de 84.88% par rapport aux parcelles Rabat 9 témoins, et de 72.15% par rapport à la variété ILC 3279 témoin. D'après Ikbal *et al.* (2003), les pertes atteignent les 93%.

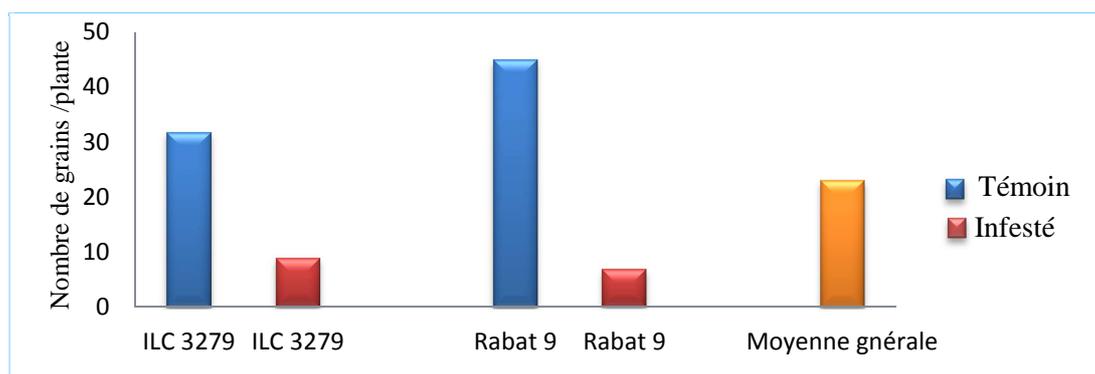


Figure 14. Variation du nombre de grains par plante sous l'effet de l'interaction variété x maladie.

Ainsi, le nombre de grains est très déterminant pour le rendement final. Comme le nombre de fleurs et de gousses, la quantité des grains produit par plante est en fonction de la variété et de la maladie de l'anthracnose. La baisse importante de ce paramètre s'explique probablement par le fait qu'à la période de remplissage, l'attaque par la maladie est massive, limite le développement (taille) et le remplissage des grains de pois chiche (gousses vides). De plus, Labou et Slimani (1994) montrent qu'une attaque précoce des gousses empêche la formation des grains.

5.2.3. Poids de grains par plante (Pgr/p)

Un effet non significatif de la variété sur le poids de grains par plante (0.60), alors que l'effet de la maladie (159.79**) et de l'interaction variété x maladie est significatif (11.62*) (Tableau 8c).

Tableau 8c. Carrés moyens de l'analyse de la variance du poids de grains par plante

Source	Variété	Maladie	Variété x maladie	Erreur	CV %
ddl	1	1	1	4	-
Pgr/p	0.60 ^{ns}	159.79*	11.62*	0.32	9.22

ddl : Degré de liberté ; CV : Coefficient de variation ; * : Significatif ; ** : Hautement significatif ; au seuil de 5%.

Aussi, la figure 15 désigne que le poids de grains produit par plante de la variété ILC 3279 varie de 8.6 g dans la parcelle témoin contre 3.2 g dans celle infestée, et pour la variété Rabat 9, la baisse du poids est de 84.54 % par rapport à la parcelle témoin. De même, Ikbal *et al.* (2003), ont trouvé des pertes de 97%.

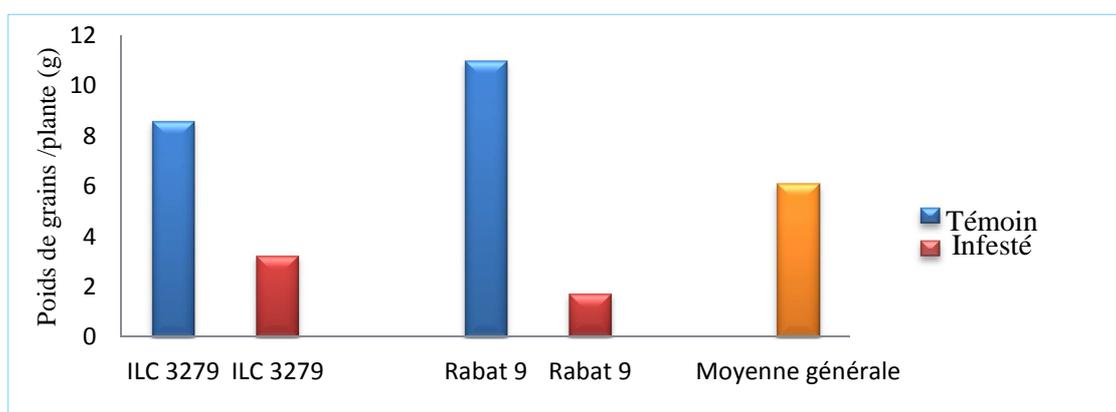


Figure 15. Variation du poids de grains par plante sous l'effet de l'interaction variété x maladie.

En plus de la perte de fleurs et de gousses, la présence de la maladie de l'anthracnose dans une culture de pois chiche engendre une baisse du poids de grains par plante à cause de l'altération du calibre et de la forme des grains. Ainsi, Béasse (1998) montre que la chute du nombre et du poids de grains sont dus à un effet indirect de la maladie sur la production de ressources carbonées et peut-être par un blocage des remobilisations azotées.

5.2.4. Biomasse aérienne par plante (Bio/p)

La biomasse aérienne subit un effet significatif de la variété (8.28^{*}), de la maladie (2601.61^{*}) et un effet non significatif de l'interaction variété x maladie (0.24^{ns}) (Tableau 8d).

Tableau 8d. Carrés moyens de l'analyse de la variance de la biomasse aérienne par plante

Source	Variété	Maladie	Variété x maladie	Erreur	CV
ddl	1	1	1	4	-
Bio/p	8.28 [*]	2601.61 ^{**}	0.24 ^{ns}	0.50	3.16

ddl : Degré de liberté ; **CV** : Coefficient de variation ; **ns** : Non significatif ; ***** : Significatif ; ****** : Hautement significatif ; au seuil de 5%.

De plus, la figure 16 montre que La biomasse aérienne est meilleure dans les parcelles traitées, les deux variétés produisent une biomasse de 37.98 g pour ILC3279 et 36.61 g pour Rabat 9 et est plus élevée que la moyenne générale avec 22.57 g.

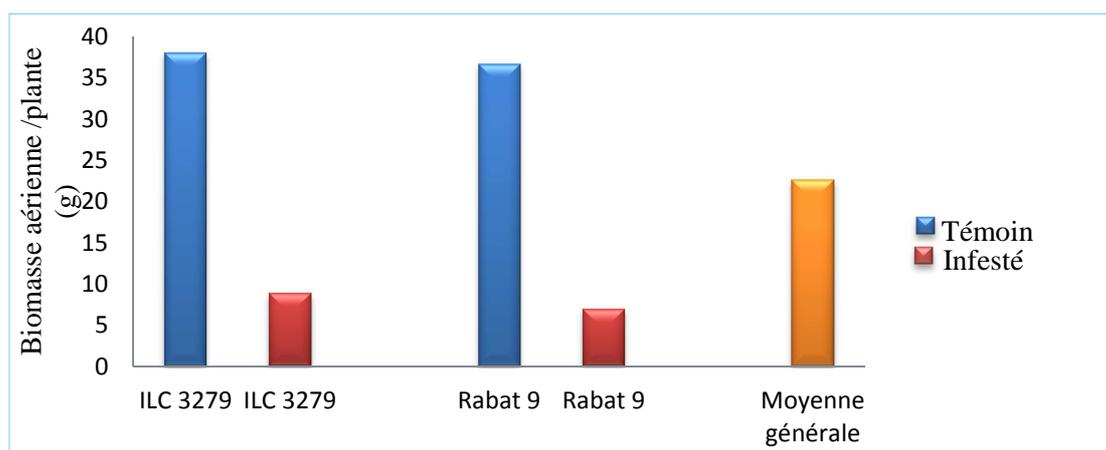


Figure 16. Variation de la biomasse aérienne par plante sous l'effet de l'interaction variété x maladie.

De ce fait, la maladie affecte généralement le nombre de grains, leur taille, l'indice de récolte et la biomasse de la plante (Tivoli *et al.*, 1997).

5.2.5. Poids de cent grains (PCG)

L'effet de la variété (30.94^{*}), de la maladie (427.09^{*}) et de l'interaction variété x maladie (261.61^{*}) est significatif à l'égard du poids de cent grains (Tableau 8e).

Tableau 8e. Carrés moyens de l'analyse de la variance du poids de cent grains.

Source	Variété	Maladie	Variété x maladie	Erreur	CV
ddl	1	1	1	4	-
PCG	30.94*	427.09*	261.61*	0.51	2.46

ddl : Degré de liberté ; CV : Coefficient de variation ; * : Significatif ; ** : Hautement significatif ; au seuil de 5%.

Aussi, la figure 17 indique que la variété Rabat 9 avait le poids de cent grains le plus élevé (41.14 g) que ILC 3279 témoin (28.86 g) et la moyenne générale (29 g). Chez la variété ILC 3279 témoin le poids de cent grains est de 28.86 g soit une augmentation de 9.85 % par rapport à ILC 3279 infectée, alors que pour Rabat 9 les pertes de poids de cent grains est de 51.04 % par rapport aux plantes témoins. Par contre, Iqbal *et al.* (2003) ont trouvé une baisse de 31.85% uniquement.

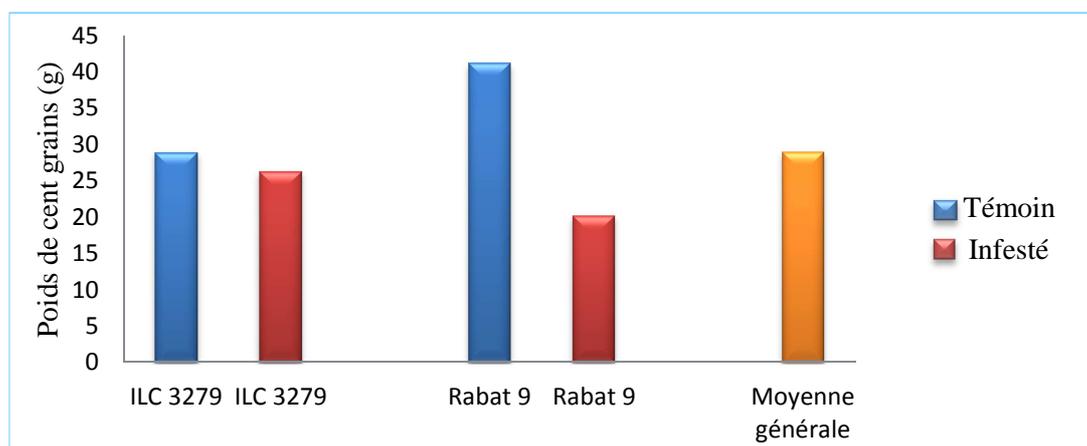


Figure 17. Variation du poids de cent grains sous l'effet de l'interaction variété x maladie.

5.2.6. Indice de récolte (IR)

L'analyse de la variance indique un effet non significatif de la variété (0.001^{ns}) et de la maladie (0.005^{ns}) sur l'indice de récolte, par contre l'interaction de la variété x maladie révèle un effet significatif (0.02*) (tableau 8f).

Tableau 8f. Carrés moyens de l'analyse de la variance de l'indice de récolte.

Source	Variété	Maladie	Variété x maladie	Erreur	CV
ddl	1	1	1	4	-
IR	0.001 ^{ns}	0.005 ^{ns}	0.02*	0.003	20.04

ddl : Degré de liberté ; CV : Coefficient de variation ; ns : Non significatif ; * : Significatif ; au seuil de 5%.

De plus, la figure 18 signale que l'indice de récolte est bien valorisé chez la variété Rabat 9 (32% pour témoin et 30% pour la variété infestée) que la variété ILC 3279 (28-29%).

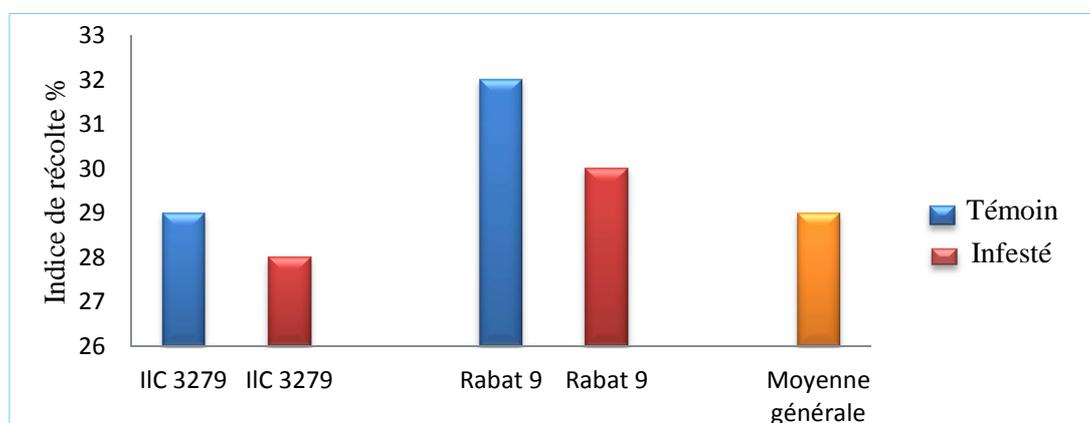


Figure 18. Variation de l'indice de récolte sous l'effet de l'interaction variété x maladie.

5.2.7. Rendement en grain (Rg)

Un effet significatif de la variété (360.6^{*}) et de la maladie (603.6^{*}) pour le rendement en grain, par contre l'effet de l'interaction variété x maladie est non significatif pour ce paramètre (20.2^{ns}) (Tableau 8g).

Tableau 8g. Carrés moyens de l'analyse de la variance du rendement en grains.

Source	Variété	Maladie	Variété x maladie	Erreur	CV %
ddl	1	1	1	4	-
Rg (q/ha)	360.6 [*]	603.6 [*]	20.2 ^{ns}	3.43	14.04

ddl : Degré de liberté ; **CV** : coefficient de variation ; **ns** : Non significatif ; ***** : Significatif ; ****** : Hautement significatif ; au seuil de 5%.

Aussi, la figure 19 indique que le rendement en grain de la variété ILC 3279 varie de 27 q/ha dans la parcelle témoin contre 10.28 q/ha dans celle infectée, soit une perte de 62%, et pour la variété Rabat 9, la baisse du rendement est de 85.85% par rapport à la parcelle témoin.

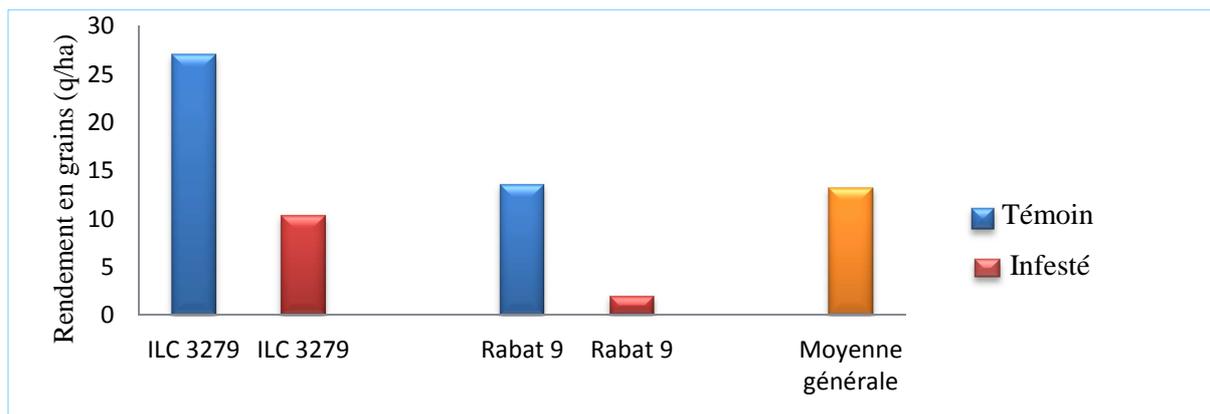


Figure 19. Variation du rendement en grain sous l'effet de l'interaction variété x maladie.

Les pertes du rendement en grain sont liées à la période de formation et de remplissage du grain. Le poids de cent grains étant fortement affecté durant cette phase de développement de la culture. Son affaiblissement s'ajoute à celui du nombre de grains par plante et conduisent tous deux à la chute du rendement.

Les pertes du rendement en grains chez la variété ILC 3279 sont de l'ordre de 62% pour une sévérité de 5.8 et un taux d'incidence de 94% ; Cependant, les pertes de rendement chez la variété Rabat 9 sont de 85.85% pour une sévérité de 7 et un taux d'incidence de 99.33%.

Plusieurs auteurs indiquent que les agents d'antracnose sont très préjudiciables et qu'ils sont susceptibles de provoquer des pertes de rendement allant de 10% à 80% (Nene, 1981 ; Ikbal *et al.*, 2003) et jusqu'à 100% (Nene, 1984 ; Chongo et Gossen, 2001 ; Davidson *et al.*, 2004 et Pande *et al.*, 2005). Lorsque les conditions sont favorables, les pertes de rendement chez les variétés les plus résistantes peuvent atteindre 70% (Shahid *et al.*, 2008).

De plus, Reddy et Singh (1990) mentionnent que les pertes de rendement sont de 16% avec une sévérité de 5, plus de 80% avec une sévérité de 8 à 9 et de 100% avec une sévérité de 9.

Des études menées à l'ICARDA (1996), ont montré que les pertes du rendement peuvent être inférieures à 10% avec des cultivars plus résistants, alors qu'ils atteignent 85% avec les cultivars les plus sensibles.

6. Etude des corrélations

Le rendement en grain est un caractère complexe qui résulte de l'interaction d'une multitude de facteurs hautement sensibles aux fluctuations environnementales. Bouslama *et al.* (1990a), ont signalé que l'amélioration du potentiel génétique du pois chiche pourrait être basée sur la détermination des corrélations entre le rendement en grain et les caractéristiques morphologiques de la plante. De plus, Pandya et Pundey (1980), ont rapporté qu'avant de

mener un programme de sélection, il serait utile de déterminer les composantes du rendement et leurs interrelations. Ainsi, les corrélations sont mentionnées dans le tableau 9.

Tableau 9. Matrice de corrélation entre les différents paramètres

	Npl/m2	ngo/p	ngo/m2	ngr/go	ngr/p	ngr/m2	pgr/p	Pgr/m2	pcg	Bio/ p	bio/m2	IR	Rg	H
np/m2	1													
ngo/p	-0,1244	1												
ngo/m2	0,4988	0,7104	1											
ngr/go	0,1576	-0,4142	-0,5753	1										
ngr/p	-0,1447	0,9898	0,6366	-0,2850	1									
ngr/m2	0,4912	0,7581	0,9935	-0,5018	0,6985	1								
pgr/p	-0,0279	0,9828	0,6942	-0,2540	0,9930	0,7573	1							
Pgr/m2	0,6217	0,6632	0,9817	-0,4137	0,6075	0,9875	0,6817	1						
pcg	-0,1728	0,8498	0,3646	0,1131	0,9163	0,4593	0,9115	0,3914	1					
bio/ p	0,0824	0,9739	0,8502	-0,4690	0,9459	0,8863	0,9614	0,8145	0,7633	1				
bio/m2	0,5752	0,6272	0,9937	-0,5656	0,5479	0,9795	0,6132	0,9821	0,2710	0,7862	1			
IR	0,1949	-0,3280	-0,4961	0,9947	-0,1968	-0,4156	-0,1603	-0,3288	0,1978	-0,3778	-0,4913	1		
Rg	0,6218	0,6631	0,9817	-0,4136	0,6074	0,9875	0,6816	1,0000	0,3913	0,8145	0,9821	-0,3288	1	
H	0,7629	0,5076	0,9378	-0,3219	0,4530	0,9377	0,5429	0,9802	0,2590	0,6866	0,9588	-0,2441	0,9802	1

Le nombre de gousses par plante est en corrélation, significative et positive avec le nombre de grains par plante ($r = 0.9897$), le poids des grains par plante ($r = 0.9828$) et la biomasse aérienne par plante ($r = 0.9739$).

- Le nombre de grains par mètre carré est en corrélation positive avec le rendement en grain ($r = 0.9875$), la biomasse aérienne par mètre carré ($r = 0.9794$) et le poids de grains par mètre carré ($r = 0.9875$). Ces résultats indiquent que les génotypes de pois chiche qui produisent plus de gousses, ont un nombre de grains assez élevé et un rendement en grain plus important. Gan *et al.* (2001), ont remarqué que l'augmentation du rendement en grain pourrait être particulièrement due à une plus longue période reproductive qui permet la formation d'un nombre de grains plus important.

- La hauteur moyenne des plantes est en corrélation positive avec le poids de grains par mètre carré ($r = 0.9802$), la biomasse aérienne ($r = 0.9588$) et le rendement en grain ($r = 0.9802$). Il paraît que la hauteur moyenne des plantes contribue d'une façon positive à l'édification d'un rendement en grain élevé chez le pois chiche. Saccardo et Calcagno (1990), ont trouvé une corrélation positive entre la hauteur de la plante et la production en grain. Egalement, Omar et Singh (1994), ont constaté que les génotypes de pois chiche de hauteur élevée ont donné un rendement biologique et un indice de récolte plus importants que les génotypes de taille courte. Par contre, Bouslama *et al.* (1990 b), ont remarqué que la hauteur est inversement proportionnelle au rendement en grain.

- Le nombre de grains par gousse est en corrélation non significative avec le rendement en grain. Graf et Raowland (1987) ont signalé que le nombre de grains par gousse est l'une des plus importantes composantes du rendement en grain chez les légumineuses à grains.

- Le rendement en grain est en corrélation positives avec le nombre de gousses par mètre carré ($r = 0.9816$), le nombre de grains par mètre carré ($r = 0.9875$), la biomasse aérienne ($r = 0.9821$) et fortement corrélé au poids de grains par mètre carré (1.00). D'après Wery (1986), le rendement en grain du pois chiche dépend de deux facteurs à savoir, le nombre de plantes par mètre carré à la récolte et le poids des grains. Par ailleurs, Omar et Singh (1994), ont suggéré que l'amélioration du rendement en grain est tributaire de l'amélioration de la biomasse et de l'indice de récolte. Singh (1995) et Malhotra (1996), ont trouvé que le rendement en grain de pois chiche est positivement corrélé à la biomasse aérienne. Pacucci *et al.* (2006) ont remarqué que le rendement en grain est en corrélation positive avec le nombre de gousses, le nombre de grains et le taux de matière sèche, et négative avec le poids de grain.

Conclusion

La prospection é été effectuée durant la campagne agricole 2013/2014 dans la zone semi-aride de Sétif, Constantine, Mila et Bordj Bou Arreridj, sur l'antracnose du pois-chiche (*Cicer arietinum* L.). L'apparition de la maladie a été signalée au stade floraison. Le taux d'infection de la maladie a montré une incidence qui varie de 25% à Hamma-Bouziane (Constantine) à 63% à El-Eulma (Sétif) et une sévérité qui varie entre 2 et 4 au niveau des parcelles situées à Grarem 1, Grarem 2, Garem3 et Oued-Endja (Mila) et Hamma-Bouziane (Constantine) et une sévérité supérieur à 4 au niveau d'El-Eulma (Sétif).

L'effet de la maladie sur la culture de pois chiche au niveau de la parcelle de l'ITGC, de Sétif, sur deux variétés, à savoir -ILC 3279 et Rabat 9- ont montré une certaine sensibilité envers l'antracnose.

La maladie a provoqué des pertes préjudiciables sur le rendement et ses composantes. Elle a affecté la hauteur de la plante (23.02%), le nombre de ramifications secondaires et tertiaires (75.43%), le nombre de gousses (77.08%), le nombre et le poids de grains (84.88% et 84.50% respectivement) et le poids de cent grains (51.36%). Les pertes de rendement chez la variété Rabat 9 est de 85,85% avec une sévérité de 7 ; alors que chez la variété ILC 3279 les pertes sont d'ordre de 62% avec une sévérité de 5,8. Cette sensibilité de la variété ILC 3279 à l'antracnose suppose que l'infection a été provoquée par une autre souche d'*Ascochyta rabiei* beaucoup plus virulente.

L'étude de la matrice de corrélation a permis de mettre en évidence les plus importantes corrélations du rendement en grain avec ses composantes. Il est en corrélation significative et positive avec le nombre de gousses par mètre carré ($r = 0.9817$), le nombre de grains par mètre carré ($r = 0.9875$), le poids de grains par mètre carré ($r = 1.00$) et la biomasse aérienne par mètre carré ($r = 0.9821$).

En somme, il serait souhaitable d'élargir la zone de prospection, au niveau des régions de production de cette culture, afin d'établir une cartographie sur la distribution de cette maladie. De plus, approfondir la recherche par des analyses de biologie moléculaire afin d'identifier la ou les souches d'*Ascochyta rabiei* sur la culture du pois chiche en Algérie.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. AAC, 2004. Pois chiche: Situation et perspectives. *Le bulletin bimensuel*, **17**(15) ; 4 p.
2. AAC, 2009. Phytoprotection durable : Approche intégrée pour la lutte contre l'aschocytose de pois chiche ; 7 p.
3. Agrios G. N., 1988. Plant pathology, 4th ed. *Academie Press*, London,UK. : 271-272.
5. Ahmad F., Slinkard A.E. and Scoles G.J., 1988. Investigations into the barrier to interspecific hybridization between *Cicer arietinum* L. and eight other annual *Cicer* species. *Plant Breeding*, **100**: 193–198.
4. Ahmad F., Gaur P.M. and Slinkard A.E., 1992. Isoenzym polymorphism and phylogenetic interpretations in the genus *Cicer* L. *Theoretical Applied Genetics*. **83**: 620- 627.
6. Akem C., 1999. Ascochyta blight of chickpea: Present status and future priorities. *International Journal of Pest management*, 45: 131–137.
7. Akem C.N., 2001. Integrated management of ascochyta blight of chickpea. *In*: proceedings of the 13th Biennial Conference of the Australasian Plant Pathology Society, Cairns, Australia, 24-27 September; 160p.
8. Akhtar Ayyub M., 2001. Evaluation of chickpea germplasm, fungitoxicant, organic and inorganic material for the management of wilt *Fusarium oxysporum f. sp ciceris*. Thèse de Doctorat. Université de l'agriculture, Faisalabad, Pakistan; 132 p.
9. Alam S.S., Bilton J.N., Slawin A.M.Z., William D.J., Sheppard R.N. and Strange R.N., 1989. Chickpea blight: Production of the phytotoxins solanapyrones A and C by *Ascochyta rabiei*. *Phytochem*. **28**: 2627-2630.
10. Andrabi M., Vaid A. and Razdan V.K., 2001. Evaluation of different measures to control wilt causing pathogens in chickpea. *Journal of plant protection research* **51** (1): 55-59.
11. Arx J. A., 1987. Plant Pathogenic Fungi. J. Cramer, Berlin, D; 288 p.
12. Ayed C., 1996. Etude de la variabilité biochimique, pathogénique et moléculaire d'*Ascochyta rabiei*, agent causal de l'antracnose du pois chiche (*Cicer arietinum* L.). Mémoire de fin d'études de cycle de spécialisation, INAT, Tunisie.
13. Béasse C., 1998. Impact de l'antracnose sur la croissance et le développement du pois protéagineux en condition de peuplement. *Plant Physiol.*, **73** : 407-449.
14. Baldy C. Ruelle P. et Fernandes A., 1993. Résistance à la sécheresse du sorgho-grain en climat méditerranéen. *Sécheresse*, **4** : 85-93.

- 15. Bamouh A., Noufiri H., Zeggaf T. et Moutawakil H., 2002.** Développement et application d'un modèle de simulation du bilan hydrique (AGROSIM) à la prévision des rendements de la fève et du pois chiche en zone semi-aride marocaine. Proceedings de la Conférence Internationale ; Politiques d'irrigation : Considérations micro et macroéconomiques. Agadir, Maroc : 638-665.
- 16. Baumgartner A., 1998.** Le pois chiche : la viande des pauvres. *Tabula*, **3** : 16–19.
- 17. Beddar N., 1990.** Influence de l'effet inoculation par différentes souches de rhizobium sur l'élaboration du rendement chez le pois chiche (*Cicer arietinum* L.), Variété ILC 3279. Mémoire d'ingénieur agronome, Sétif ; 81 p.
- 18. Ben Mbarek K., 2011.** Comportement du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) du type kabuli vis-à-vis du stress hydrique et identification de géotypes tolérants la sécheresse. Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Université de Sousse Chott-Mariem, Tunisie ; 247p.
- 19. Ben Mohamed L., Cherif M., Harrabi M., Rex F., Galbraith and Richard N. Strange, 2010.** Effects of sowing date on severity of blight caused by *Ascochyta rabiei* and yield components of five chickpea cultivars grown under two climatic conditions in Tunisia. *Eur. J. plant pathol.*, **126**: 293-303.
- 20. Benbelkacem A. et Merabet L., 1996.** Influence de la date de semis sur l'antracnose (*Ascochyta rabiei*) du pois chiche. *In* : Ezzahiri B., Lyamany A., Farih A. et El Lyamany M. Symposium régional sur les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires IMP, El Maarif Al Djadida, Rabat, Maroc : 383-390.
- 21. Berger J., Abbo S. and Turner N.C., 2003.** Ecogeography of annual wild *Cicer* species: The poor state of the world collection. *Plant Genetic Resources. Crop Sci.*, **43**: 1076-1090.
- 22. Bouslama M., Garoui A. and Harrabi M., 1990a.** Stability analysis of some chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes in Tunisia. *Agricultural Mediterranean*, **120**: 74-78.
- 23. Bouslama M., Garoui A. and Harrabi M., 1990b.** Path analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.) *Revue de l'INAT*, **5 (1)**: 93-99.
- 24. Bouzerzour H., Benmahammed A., Benkharbache N. et Hassous K.L., 2002.** Contribution de la sélection à l'amélioration et à la stabilité des rendements de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) dans l'étage bioclimatique semi-aride. *Revue recherche agronomique de l'INRA*, **10** : 45-58.
- 25. Bouznad Z., Maatogui M.E.H. et Labdi M., 1996.** Importance et distribution géographique des maladies fongiques des légumineuses alimentaires en Algérie. *In* : Ezzahiri B., Lyamany A., Farih A. et El Lyamany M. Symposium régional sur les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires IMP, El Maarif Al Djadida, Rabat, Maroc : 13-19.
- 26. Bouznad Z., Maatougui M. E. H., Beniwal S. P. S. et Mouri N., 1991.** Comportement en plein champ de quelques fongicides utilisés en traitement contre *Ascochyta rabiei* agent de

l'anthracnose du pois chiche. ANPP, Troisième Conférence Internationale sur les maladies des plantes, Bourdeaux F. : 195-201.

27. Braun Ph., Planquaert Ph. et Wery J., 1988. Le pois chiche : Utilisation. Ed. ITCF, Montpellier, France ; 11 p.

28. Chauhan R.K.S. and Sinha S., 1973. Effect of varying temperature, humidity and light during incubation in relation to disease development in blight of gram (*Cicer arietinum* L.) caused by *Ascochyta rabiei*. Proceeding of the national science academy of India B. **37**: 473–482.

29. Chen Y.M. and Strange R.N., 1991. Synthesis of the solanapyrone phytotoxins by *Ascochyta rabiei* in response to metal cations and development of a defined medium for toxin production. *Plant Pathol.*, **40**: 401-407.

30. Chennafi H., Bouzerzour H. et Saci A., 2008. Amélioration de l'agriculture pluviale en environnement semi-aride. *In* : proceedings du séminaire national sur les contraintes à la production du blé dur en Algérie. Université Chlef : 62-68.

31. Chennafi H., Aidaoui A., Bouzerzour H. and Saci A., 2006. Yield response of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivar Waha to deficit irrigation under semi-arid growth conditions. *Asian. J. Plant Sci.*, **5**: 854-860.

32. Chongo G. and Gossen B., 2001. Effect of plant age on resistant to *Ascochyta rabiei* in chickpea. *Canadian J. Plant Pathol.*, **23**: 358-363.

33. Corbaz J., 1991. Principe de phytopathologie et de lutte contre les maladies des plantes. *Presses phytotechniques et universitaires romandes*; 286 p.

34. Davidson J.A., Pande S., Bretag T.W., Lindbeck K.D. and Kishore G.K., In: Elad Y., Williamson B., Tudzynsky P. and Delen N. Editors, Biology, pathology and control, 2004. Kluwer Academic Publishers. The Netherland. *Mol. Plant-Microbe Interact.* **25**:1135–1141.

35. Djenni F., 2003. Etude d'une structure de peuplement pour l'amélioration du rendement de la culture du pois chiche dans la zone subhumide. *Céréaliculture, revue technique et scientifique*, ITGC ; **39**.

36. Duranti M., Gius C., 1997. Legume seeds: Protein content and nutritional value. *Field Crops Res.*, **53**: 31-45.

37. El Aoufir A., 2001. Étude du flétrissement vasculaire du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) causé par le *Fusarium oxysporum f sp. Ciceri*. Evaluation de la fiabilité de l'analyse isoenzymatique et de la compatibilité végétative pour la caractérisation des races physiologiques. Thèse de Doctorat, Université Laval. Canada;161p.

38. FAO Stat, 2013. Statistical database of the Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- 39. Gan Y.T., McConkey B.G., Miller P.R., Zentner R.P. and McDonald C.L., 2000.** Chickpea in Semi-arid Cropping Systems. *In: Proc. Soils and Crops Workshop 2000*, Saskatoon, Sask. 24- 25 Feb.: 13-21.
- 40. Gan Y.T., Miller P.R., Liu P.H., Stevenson F.C., and McDonald C.L., 2002.** Seedling emergence, pod development and seed yields of chickpea and dry pea in a semi-arid environment. *Can. J. Plant Sci.*, **82(3)**: 531-537.
- 41. Gan Y.T., Siddique K.H.M., MacLeod W.J. and Jayakumar P., 2006.** Management options for minimizing the damage by *Ascochyta blight (Ascochyta rabiei)* in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crops Research*, **97**: 121-134.
- 42. Gouaidia L., 2008.** Influence de la lithologie et des conditions climatiques sur la variation des paramètres physico-chimiques des eaux d'une nappe en zone semi-aride : Cas de la nappe de Meskiana, Nord-Est algérien. Thèse Doctorat, Université Annaba, Algérie; 199 p.
- 43. Gossen B.D., 2001.** Impact of burial on survival of *Ascochyta lentis* in lentil residue. *Can. J. plant pathol.***23**: 146-148.
- 44. Gossen B.D. and Miller P.R., 2004.** Survival of *Ascochyta rabiei* in chickpea residue on the Canadian prairies. *Can. J. Plant pathol.* **26**: 142-147.
- 45. Graf R.J. and Raowland G.G., 1987.** Effect of plant density on yield and yield components of yield of *faba bean*. *Can. J. Plant Sci.*, **67**: 1-10.
- 46. Grewal R.K. and Jhooty J.S., 1984.** Rating of gram *Cicer arietinum* blight in fungicidal trials. *Crop. Improve.*, **11 (1)**: 71-72.
- 47. Guignard J.L., 1980.** Abrégé de botanique. 4^{ème} ed. Masson, Paris. 259 p.
- 48. Halfon Meiri A., 1970.** Infection of chickpea seeds by *Ascochyta rabiei*. Israel. *Plant Diseases Reporter*, **54**: 442-445.
- 49. Halila H., Harrabi M. and Haddad A., 1989.** Genitcs of resistance to *Ascochyta* and wilt diseases. *Option mediterr. Série seminaries*, **9**: 163-166.
- 50. Hamadache A. et Kheddam M., 1999.** Contraintes au développement durable des légumineuses alimentaires en Algérie. *In* : Labdi M., Maatougui E.H., Bouznad Z., Benabdelli k. et Bensedik K. Les légumineuses alimentaires en Algérie : Situation actuelle et perspectives. Ed. ITGC, El-Harrach, Algérie : 76-83.
- 51. Hanselle T. and Barz W., 2001.** Purification and characterization of the extracellular PR-2b beta-1,3-glucanase accumulating in different *Ascochyta rabiei* infected chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Plant Science*, **161**: 773-781.
- 52. Harlan J.R. and Wet J.M.J., 1971.** To warda rational classification of cultivated plants. *Taxonomy*, **20**: 509- 517.

- 53. Harrabi M., Halila H. et Haddad A., 1988.** Variabilité morphologique de l'*Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab. en Tunisie. *Annu. Inst. Nat. Agron. Tunisie*, **61(9)**; 20p.
- 54. ICARDA, 1992.** Annual Report for 1992: International Center for Agricultural Research in Dry Areas, Aleppo, Syria: 145p.
- 55. ICARDA, 1996.** Field survey of chickpea diseases. Legume annual report 1996, ICARDA, Aleppo, Syria.
- 56. Ilarslan H. and Dolar F.S., 2002.** Histological and ultrastructural changes in leaves and stems of resistant and susceptible chickpea cultivars to *Ascochyta rabiei*. *J. Phytopathol.*, **150**: 340-348.
- 57. ITGC, 2011.** La lentille et le pois chiche pour une conduite mécanisée. ITGC, Algérie ; 29 p.
- 58. ITGC, 2013.** La culture du pois chiche (*Cicer arietinum* L.). ITGC, Algérie; 5p.
- 59. Iqbal S.M., Ghafoor A., Ayub N., Ahmad I. and Bakhsh A., 2003.** Effect of ascochyta blight on the productivity of chickpea. *Pak. J. Bot.*, **35 (3)**: 431-437.
- 60. Jaiswal R. and Singh N.P., 2001.** Plant Regeneration from NaCl Tolerant Callus/Cell Lines of Chickpea, International Chickpea and Pigeonpea, Newsletter **8**; ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics); 73 p.
- 61. Jayakumar P., Gossen B.D., Gan Y.T., Warkentin T.D. and Banniza S., 2005.** *Ascochyta* blight of chickpea: Infection and host resistance mechanisms. *Phytopathology*, Canada, **27 (4)**: 499-509.
- 62. Kaiser W.J. et Hannan R.M., 1988.** Seed transmission of *Ascochyta rabiei* on chickpea and its control by seed-treatment fungicides. *Seed Science and Technology*, **16**: 625-637.
- 63. Kaiser W.J., 1973.** Factors affecting growth, sporulation, pathogenicity and survival of *Ascochyta rabiei*. *Mycol.* **65**: 444-457.
- 64. Kaiser W.J., 1990.** Host range of the *Ascochyta* blight pathogen of chickpea. *Phytopathology*, **80**: 889-890.
- 65. Kaiser W.J., 1992.** Epidemiology of *Ascochyta rabiei*. *In*: Singh K.B. et Saxena M.C. Disease Resistance Breeding in Chickpea. Aleppo, Syria: 117-134.
- 66. Kaiser W.J., 1997.** Inter and intra-national spread of ascochyta pathogen of chickpea, faba, bean and lentil. *Can. J. plant pathol.* **19**: 215-224.
- 67. Kamel M., 1990.** Winter chickpea: Status and prospects. Option Méditerranéenne-Séries Séminaires **9** : 145-150.

- 68. Kanouni H., Taleei A. and Okhovat M., 2011.** Ascochyta blight (*Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab.) of chickpea (*Cicer arietinum* L.): Breeding strategies for resistance. *Int. J. Plant Breed. Genet.*, **5**: 1-22.
- 69. Kassem Z., Lev-Yadun S., Goper A., Weinberg P. and Abbo S., 2006.** Chickpea domestication in the Neolithic Levant through the nutritional perspective. *Journal of Archaeological Science*: 1-5.
- 70. Kevin M., Mal R., Gordon C. et Leigh J., 2013.** Chickpea: Ascochyta blight management. *Northern Pulse Bulletin, Australia*; 4 p.
- 71. Khan M.S.A., Ransey M.D., Corbière R., Infantion A., Porta-Puglia A., Bouznad Z. and Scot E.S., 1999.** Ascochyta blight of chickpea in Australia: Identification, pathogenicity and mating type. *Plant pathology*, **48**: 230-234.
- 72. Khune M.M. et Kapoor J.M., 1980.** *Ascochyta rabiei*, Synonymous with *Phoma rabiei*. *Indian Phytopathol.*, **33**: 119-120.
- 73. Kohler G., Linkert C. et Barz W., 1995.** Infection studies of *Cicer arietinum* L. with GUS-(*E. coli* u-glucuronidase) transformed *Ascochyta rabiei* strains. *Journal Phytopathology*, **143**: 589-595.
- 74. Labdi M., 1990.** Chickpea in Algeria. *In*: Saxena N.P., Saxena M.C., Jouhansen C., Virmani S.M. et Harris H. Adaptation of chickpea in West Asia and North Africa region. ICARDA- ICRISAT: 137-140.
- 75. Labdi M., 1995.** Etude de la résistance à l'antracnose (*Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab.) chez le pois chiche (*Cicer arietinum* L.). Thèse Doctorat, ENSA, Montpellier, France ; 155 p.
- 76. Labdi M., Bouznad Z. et Corbière R., 1998.** Effet de l'âge et du stade phénologique de la plante du pois chiche sur l'expression des symptômes de l'antracnose. *In*: Labdi M., Maatougui M.E.H., Bouznad Z., Benabdeli K. et Bensedik B. Séminaire national sur les légumineuses alimentaires. 10-12 mai, Hammam Bouhdjer, Ain Temouchent : 173-181.
- 77. Labdi M., Singh K.B., Charrier A., Bouznad Z., Corbière R. et Maatougui M.E.H., 1997.** Contribution à l'étude de déterminisme génétique de la résistance du pois chiche à *Ascochyta rabiei*. *In* les légumineuses alimentaires méditerranéennes : contraintes biotiques et potentialité de développement, 2^{em} séminaire GRAM, Renne, France : 239 – 255.
- 78. Labou T. et Slimani F., 1994.** Contribution à l'étude de la variabilité pathogénique et biochimique d'*Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab. et résistance du pois chiche à l'antracnose. Mémoire d'ingénieur en agronomie ; INA, El-Harrach, Alger ; 99 p.
- 79. Ladizinsky G. and Alder A., 1976.** Genetic relationships among annual species of *Cicer arietinum* L. *Theoretical Applied Genetics*, **48**: 197-204.
- 80. Ladizinsky G., 1987.** Pulse domestication before cultivation. *Econ. Bot.*, **41**: 60-65.

- 81. Ladizinsky G., 1989.** Pulse domestication: Fact and Fiction. *Econ. Bot.* **43**: 131-133.
- 82. Latif Z., Strange R.N., Bilton J. and Riazuddin S., 1993.** Production of the phytotoxins, solanapyrones A and C and Cytochalasin D among nine isolates of *Ascochyta rabiei*. *Plant pathology*, **42**: 172-180.
- 83. Laumont P., et Chevassus A., 1956.** Note sur l'amélioration du pois chiche en Algérie. Institut Agricole d'Algérie. Maison-carrée, Alger ; 24 p.
- 84. Leport L., Turner N.C., Davies S.L. and Siddique K.H.M., 2006.** Variation in pod production and abortion among chickpea cultivars under terminal drought. *Europ. J. Agronomy*, **24**: 236-246.
- 85. Loomis R. S. and Connor D.J., 1992.** Crop Ecology: Productivity and Management in Agricultural Systems. Cambridge University Press ; 538p.
- 86. Mabsoute L., Meskine M., Bouznad Z., et Kharrat M., 1996.** Résultats des surveillances sur les maladies cryptogamiques des principales légumineuses alimentaires dans le Maghreb. *In* : Ezzahiri B., Lyamany A., Farih A. et El Lyamany M. Symposium régional sur les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires IMP, El Maarif Al Djadida, Rabat, Maroc : 43-50.
- 87. Maden S., 1983.** Transmission of seed-borne infections of *Ascochyta rabiei* to seedlings and its control. *J. Turk. Phytopathol.* **12**: 77-82.
- 88. MADR, 2014.** Annuaire statistiques du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.
- 89. Malhotra R.S., 1996.** Germplasm Program Legumes. ICARDA, *Annual Report for 1996*, Aleppo, Syria; 85 p.
- 90. Moreno M.T. and Cubro J.L., 1978.** Variation in *Cicer arietinum* L. *Euphytica.*, **27**: 465-485.
- 91. Nahra K.S., Sindhu A., Singh R., Batra P., Dhillon S. and Sindhu A., 1997.** Induction and characterization of exochitinase from chickpea (*Cicer arietinum* L.) infected with *Ascochyta rabiei*. *Annals of biology*, **13**: 305-308.
- 92. Navas-Cortes J.A., Trapero-casas A. and Jimenz-Diaz R.M., 1995.** Survival of *Didymella rabiei* in chickpea straw debris in Spain. *Plant Pathol.*, **44**: 332-339.
- 93. Navas-Cortez J.A., Trapero-Casas A. and Jiménez-Diaz R.M., 1998.** Influence of relative humidity and temperature on development of *Didymella rabiei* on chickpea debris. *Plant Pathology*, **47**: 57-66.
- 94. Nene Y.K., 1981.** A review of *Ascochyta* blight of chickpea (*Cicer arietinum* L.). proceeding of the workshop of *Ascochyta* blight and winter sowing of chickpea. Ed. ICARDA, Aleppo. Syria: 17-33.

- 55. Nene Y.L. 1984.** A review of Ascochyta blight of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *In*: Saxena M.C., Singh K.B. Ascochyta blight and winter-sowing of chickpeas. Martinus Nijhoff/ Dr W. Junk Publishers, the Hague, NL: 17-33.
- 96. Nene Y.L., 1982.** A review of Ascochyta blight of chickpea. *Tropical Pest Management*, **28**: 61-70.
- 97. Nene Y.L., Reddy M.V., Haware M.P., Ghanekar A.M. and Amin K.S., 1991.** Field diagnosis of chickpea diseases and their control. *Information Bulletin*, **28**; 51p.
- 98. Omar M. and Singh K.B., 1994.** Germplasm Program Legumes. Annual Report for 1994; ICARDA, Aleppo, Syria; 316 p.
- 99. Pacucci G., Troccoli C. and Leoni B., 2006.** Supplementary irrigation on yield of chickpea genotypes in a mediterranean climate. International Commission of Agricultural Engineering. Commission internationale du Génie Rural (CIGR), *E Journal*. Manuscript LW 04 005. Vol. VIII.
- 100. Pande S., Siddique K.H.M., Kishore G.K., Baaya B., Gaur P.M, Gowda C.L.L., Bretag T. and Crouch J.H., 2005.** Ascochyta blight of chickpea (*Cicer arietinum* L): Biology, pathogenicity and disease management. *Australian J. Agri. Res.*, **56**: 317–332.
- 101. Pandey B.K., Singh U.S. and Chaube H.S., 1987.** Mode of infection of *Ascochyta* blight of chickpea caused by *Ascochyta rabiei*. *J. Phytopathology*, **119** (1): 88-93.
- 102. Pandya B. and Pandey K.B., 1980.** Chickpea improvement at Pantnagar. *In*: Proceeding International workshop on chickpea improvement. 28/02-02/03. Hyderabad, ICAR, Patancheru, India: 197-207.
- 103. Peever T.L., Salimath S.S., Su G., Kaiser W.J. and Muehlbauer F.J., 2004.** Historical and contemporary multilocus population structure of *Ascochyta rabiei* (Téléomorphe: *Didymella rabiei*) in the pacific northwest of the United States. *Molecular Ecology*, **13** : 291-309.
- 104. Plancquaert PH. et Wery J., 1991.** Le pois chiche : Culture et utilisation. Brochure Ed. ITCF, Paris, France ; 11 p.
- 105. Poitier G.A., 1981.** Flore de la Tunisie ; 2 tomes ; 1190 p.
- 106. Porta-Puglia A., 1990.** Status of *Ascochyta rabiei* of chickpea in the Mediterranean basin. Options Méditerranéennes - Séries Séminaires 9 : 51-54.
- 107. Porta-Puglia A., Crino P. and Mosconi C., 1996.** Variability in virulence to chickpea of an Italian population of *Ascochyta rabiei*. *Plant Dis.*, **80**: 39-41.

- 108. Punithalingam E. and Gibson A.S., 1976.** *Phoma medicaginis* var *pinodella*. **In:** description of pathogens fungi and bacteria. *Commonwealth Agricultural institute*. Surry. England: 334-340.
- 109. Rappily F., 1968.** Les techniques de mycologie en pathologie végétales. Ann. Epiphyties, INRA, Paris, **19** ; 102 p.
- 110. Redden R.J. and Berger J.D., 2007.** History and origin of chickpea. Chickpea breeding and management. *Pathol.*, **42**: 172–180.
- 111. Reddy M.V. and Singh K.B., 1990.** Relationship between Ascochyta blight severity and yield loss in chickpea and identification of resistant lines. *Phytopathologia mediterranea*, **29** (1): 32-38.
- 112. Reddy M.V. and Singh K.B., 1986.** Exploitation of host plant resistance in the management of Ascochyta blight and other diseases of chickpea. **In:** Saxena M.C. proceedings of the international workshop on *faba beans*, kabuli chickpea and lentils in the ICARDA Aleppo, Syria: 139–151.
- 113. Reddy M.V. and Kabbabeh S., 1985.** Pathogenic variability in *Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab. in Syria and Lebanon. *Phytopathol. Mediterr.*, **24**: 265-266.
- 114. Reddy M.V. and Singh K.B., 1984.** Evaluation of a world collection of chickpea germplasm accessions for resistance to *Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab. in Syria and Lebanon. *Phytopathol. Mediterr.*, **24**: 265-266.
- 115. Roberts E.H., Summerfield R.J., Minchin F.R. et Haley P., 1980.** Phenology of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in contrasting aerial environments. *Experimental Agriculture*, **16**: 343-360.
- 116. Saccardo F. and Calcagno F., 1990.** Consideration of chickpea plant ideotypes for spring and winter sowing. Options Méditerranéenne – Série Séminaires 9 : 35-41.
- 117. Sassene A., 1989.** Etude de la fertilisation et de l'inoculation du pois chiche. Mémoire d'Ingénieur en Agronomie, INA, Algérie ; 77p.
- 118. Saxena M.C., 1987.** Agronomy of chickpea. **In** Saxena M.C. and Singh K.B. The Chickpea. Wallingford, UK, CAB International: 207-232.
- 119. Saxena N.P., 1984.** Chickpea. **In:** Goldsworthy P.R., Fisher N.M. The Physiology of Tropical Field Crops: 419-452.
- 120. Sayoud R., Bouznad Z. et Ezzahiri B. 1999.** Les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires au Maghreb. ITGC, Algérie; 64 p.
- 121. Shahid A.A., Husnain T. and Riazuddin S., 2008.** Ascochyta blight of chickpea: Production of phytotoxins and disease management. *Biotechnol. Adv.* **26**: 511–515.

Sidique K.H.M. and Bultynck L., 2004. Agronomy. *In:* Wrigley C., Corke H. and Walker C. (Eds.), Encyclopedia of Grain Science. Academic Publishers, United Kingdom: 287-295.

122. Silim S.N. et Saxena M.C., 1993. Adaptation of spring-sown chickpea to the Mediterranean basin. Response to moisture supply, *Field Crops Research*, **34**: 121-136.

123. Singh G. and Sharma Y.R., 1998. Ascochyta blight of chickpea. *In* Upadhayay R.K., Mukherji K.G. et Rajak R.L., IPM system in agriculture: Pulses; New Delhi: 163-195.

124. Singh K., 1995. Germplasm Enhancement. *In:* Germplasm program legumes. Annual report for 1995. ICARDA, Aleppo, Syria: 22-24.

125. Singh K.B. and Ocampo B., 1993. Interspecific hybridization in annual *Cicer species*. *J. Gent. Breeding*, **47**: 199- 204.

126. Singh K.B. and Reddy M.V., 1991. Advances in disease-resistance breeding in chickpea. *Advances in agronomy*, **45**: 191-222.

127. Singh K.B. and Reddy M.V., 1993. Susceptibility of the chickpea plant to Ascochyta blight at different stages of crop growth. *Phytopathologia mediterranea*, **32** (2): 153-155.

128. Singh K.B., 1997. Chickpea (*Cicer arietinum* L). *Field Crops Research*, **53**: 161-170.

129. Singh K.B., Malhotra R.S., Saxena M.C. and Bejiga G., 1995. Analysis of a decade of winter/spring chickpea. *In:* Germplasm program legumes; Annual report; ICARDA, Aleppo, Syria; 210 p.

130. Slama F., 1998. Cultures industrielles et légumineuses à graines. Ed. Centre de diffusion Universitaire Tunisie, en Arabe ; 300 p.

131. Soltani A., Ghassemi-Golezani K., Khoorie F.R. and Moghaddam M., 1999. A simple model for chickpea growth and yield. *Field Crops Research*, **62**: 213-224.

132. Summerfield R. J., Minchin F.R., Roberts E.H. and Hadley P., 1979. The effects of photoperiod and air temperature on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Proceedings international workshop on chickpea improvement. Ed. ICRISAT: 121-144.

133. Summerfield R.J., Hadley P., Roberts E.H., Minchin F.R. and Rawthorne S., 1984. Sensitivity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to hot temperatures during the reproductive period. *Exp. Agric.* **20**: 77-93.

134. Tivoli B. and Bonavita J., 1995. Influence of leaf wetness and high relative humidity on Ascochyta blight infection (*Mycosphaerella pinodes*) on pea, interrupted by periods. Abstract of the 2nd European Conference on grain legumes, 9-13 july, Copenhagen: 84-85.

- 135. Tivoli B., Halila H. et Porta-Puglia A., 1998.** Les anthracoses des légumineuses à grosses graines dans les pays du pourtour méditerranéen. *In* : les légumineuses alimentaires méditerranéennes. Ed. INRA, Paris (les Colloques, n°88). 2^e séminaire GRAM : 80-97.
- 136. Trapero-Casas A. and Kaiser W.J., 1987.** Factors influencing development of the telomorph of *Ascochyta rabiei*. *International Chickpea, Newsletter*, **17**: 27-28.
- 137. Trapero-Casas A. and Kaiser W.J., 1992.** Influence of temperature, wetness period, plant age and inoculum concentration on infection and development of *Ascochyta* blight of chickpea. *Phytopath.* **82**: 589-596.
- 138. Trapero-Casas A., 1983.** Wilt and root rot of chickpea in the Guadalquivir valley: importance, distribution, etiology, epidemiology and control. Ph. D. Thesis, University Cordoba ; 295 p.
- 139. Trapero-Casas A., Navas-Cortes J.A. and Jimenez-Diaz R.M., 1996.** Airborne ascospores of *Didymella rabiei* as a major primary inoculum for *Ascochyta* blight epidemics in chickpea crops in southern Spain. *Eur. J. plant pathol.*, **102**: 237-245.
- 140. 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.
- 141. Vander-Maessen L.J.G., 1979.** Genetic resources at ICRISAT. *Int. Chickpea Newsletter* 1; 2p.
- 142. Vanier P., 2005.** Le pois chiche au fil du temps : Usages culinaires, Conservation, Jardinage biologique et écologique et environnement. Institut des nutraceutiques et des aliments fonctionnels (INAF), Université Laval ; 11p.
- 143. Verghis T.I., Mckenzie B.A. and Hill G.D., 1999.** Phenological development of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in Canterbury, New Zealand. *New Zealand Journal of crop and Horticultural Science*, **27**: 249-256.
- 144. Weignad F., Koster J., Weltzien H.C. and Barz W., 1986.** Accumulation of phytotoxins and isoflavone glucosides in a resistant and susceptible cultivar of *Cicer arietinum* L. during infection with *Ascochyta rabiei*. *Journal pathology*, **115**: 214-221.
- 145. Weltzien H.C. and Kaack H.J., 1984.** Epidemiological aspects of chickpea *Ascochyta* blight. *In* Saxena M.C. and Singh K.B. *Ascochyta* Blight and Winter Sowing of Chickpeas. Ed. Martinus Nijhoff / Dr W. Junk. Publishers: 35-44.
- 146. Wery J., 1986.** Un pois pas si chiche que cela ! *Bulletin FNAMS; Semences*, **97**: 32-35.
- 147. Wery J., 1990.** Adaptation to frost and drought stress in chickpea and implications in plant breeding. *In*: Saxena M.C, Cubero J.I. and Wery. Present status and future prospects of chickpea crop production and improvement in the Mediterranean countries, Options Méditerranéennes, Série Séminaires 9, CIHEAM, Paris: 77-85.

148. Zerroug M.M., 1994. Etude de quelques aspects biologiques et physiologiques du champignon *Ascochyta rabiei* (Pass.) Lab. agent causal de l'anthracnose du pois chiche (*Cicer arietinum* L.). Thèse de magister en microbiologie, université de Sétif, Algérie.

Annexes

Date Dose
 Espacement entre les Lignes les graines

-Est-ce que vous pouvez changer la date de semis si vous croyez que cela vous donne de bon résultat?

Oui

Non

Pourquoi?

.....

-Après la récolte, que faites vous des débris de pois chiche qui restent?

Aliment pour les bétails enfouissement dans le sol brûlés

III- Quelles sont les maladies fréquemment rencontrées?

1-

2-

3-

- Pourrez-vous décrire les symptômes observés en général?

1-

2-

3-

-Pourrez-vous expliquer l'ampleur des dommages de chaque maladie?

1-

2-

3-

Y a-t-il des maladies inconnues ou non identifiées dans votre parcelle?

Oui

Non

IV - Avez-vous constaté la maladie de l'antracnose du pois chiche sur votre exploitation?

Oui

Non

- Si c'est oui depuis combien de temps est apparu dans votre secteur

- Pourrez-vous décrire les symptômes et l'ampleur des dommages?

* lésion partiel ** lésion total pourcentage

* nécrose partiel ** nécrose total pourcentage

-Ampleur des dommages

- Quand apparaît-elle?

-A quel stade de développement de la plante la maladie devenue très fréquente?

- ⇒ **Plantule**
- ⇒ **Floraison**
- ⇒ **Formation des gousses**

V - Quelles sont les variétés de pois chiche cultivées dans votre secteur?

Locales

Importés

Quels sont les critères du choix de variété ?

-Production

-Résistance

-Deux

Autre :

-Quelle est la source de vos semences ?

-Propre utilisation **service agricole**

-Marché

-Agricultures

-Quelles sont les caractéristiques des semences utilisées?

Grosse graine

Petite graine

-D'après votre expérience, est ce que la maladie de l'antracnose est apparue avant ou après l'utilisation des variétés importées ?

Avant

après

VI- Est-ce que vous essayez de contrôler cette maladie ou de réduire les dommages quelle cause à vos récoltes (traitement chimique)?

Oui

Non

Si oui, quel est le traitement réalisé?

Notes et remarques complémentaires

VII- Incidence

Echelle de notation de 1 à 9 utilisée pour évaluer l'intensité de l'antracnose du pois chiche d'après Reddy et Singh, (1984).

Annexe 2

Milieu de culture

1. Milieu Pois chiche

Pois chiche	200g
Glucose	20 g
Agar agar	20 g
Eau distillée	1000 ml

Le pois chiche est trempé dans de l'eau distillée pendant une nuit puis cuit dans de l'eau distillée. Après cuisson, le filtrat est récupéré, ajusté à 1000 ml puis ajuster le pH à 6.

2. Milieu Gélose à 2%

Agar agar	20 g
Eau distillée	1000 ml

Les deux milieux de cultures sont stérilisés à l'autoclave à 120°C pendant 20 minutes sous une pression de 1 bar.

Fiche technique

Tableau 1: Principales caractéristiques de deux variétés de pois chiche : ILC 3279 et Rabat 9.

Caractéristiques	ILC3279	Rabat 9
Pays d'origine	Russie	Maroc (sélectionnée en Algérie)
type	Kabuli	gulabi
Port	Très érigé	Demi-érigé
Ramification	Faible	moyenne
Hauteur (cm)	50-60	50-65
Couleur de la fleur	Blanche	Blanche
Résistance à l'antracnose	Résistante	Sensible
Type de culture	Hiver	Printemps
Cycle végétatif	Tardif	Tardif
Faculté germinative %	92%	78%
Poids de 100 graines g	24 à 30	30 à 35

Le fongicide « Chlorthalonil » est un fongicide foliaire non systémique. L'utilisation de ce fongicide est basée sur leur efficacité contre l'antracnose du pois chiche qui est montré

par les travaux de Reddy et Singh (1990) et I Kevin et al. (2013). Ainsi, Gan *et al.* (2006) indiquent que le Chlorothalonil est parmi les fongicides les plus efficaces testé durant ces dernières années pour une application foliaire de pois chiche, il a été largement utilisé dans la majorité des régions productrices de pois chiche dans le monde.

Tableau 1. Effet moyen de l'interaction de deux facteurs variété x maladie sur les caractères de développement végétatif.

Source de variation		Npl /m ²	Nrp /p	Nrst / p	H (cm)
ILC 3279	Témoin	31.97	3.00	8.67	57.33
ILC 3279	Infecté	31.93	2.53	2.13	44.13
Taux de pertes %		0.12	15.66	75.43	23.02
Rabat 9	Témoin	12.29	3.13	12.73	42.40
Rabat 9	Infecté	11.28	2.67	5.67	33.87
Taux de pertes%		8.21	14.69	55.45	20.11

Tableau 2. Effet de l'interaction de la variété et de la maladie sur les composantes de rendement.

Source de variation		Ngo/p	Ngo/m ²	Ngr/p	Ngr/m ²	Pgr /p (g)	Bio / p (g)	PCG (g)	IR	Rg (q/ha)
ILC 3279	Témoin	39.6	1261.28	31.6	1002.72	8.55	37.98	28.86	29	27.06
ILC 3279	Infecté	9.3	297.06	8.8	281.07	3.22	8.82	26.27	28	10.28
Taux de pertes%		76.51	76.44	72.15	71.96	62.33	76.77	8.97	3.44	62.01
Rabat 9	Témoin	48.3	593.95	44.8	551.13	10.97	36.61	41.41	32	13.50
Rabat 9	Infecté	11.07	124.32	6.77	75.96	1.70	6.87	20.14	30	1.91
Taux de pertes%		77.08	79.06	84.88	86.21	84.50	73.17	51.36	6.25	85.85

Résumé

Effet de l'antracnose du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) sur le rendement et ses composantes en zone semi aride.

La prospection a été effectuée sur l'antracnose du pois chiche (*Cicer arietinum* L.) au niveau de la zone semi aride de Sétif, Constantine, Mila et Bordj-Bou-Argeridj durant la campagne agricole 2013/2014. Des résultats obtenus révèlent une incidence et une sévérité moyenne de 43.44% et 3.44 respectivement. De plus, le suivi de l'effet de la maladie a été mené sur deux variétés, Rabat 9 et ILC 3279 au niveau de la station expérimentale agricole de l'institut technique des grandes cultures de Sétif, a montré une certaine sensibilité sur les deux variétés avec des taux de pertes de rendement de 85.85% et 62% respectivement.

Mot clés : pois chiche, antracnose, infection, rendement, semi aride.

الملخص

تأثير لفحة الأسكوكيتا على المردود و مركباته لمحصول الحمص في المنطقة شبه الجافة.

أظهرت الزيارة الميدانية لمعاينة مرض لفحة الأسكوكيتا على الحمص في المناطق شبه الجافة : سطيف، قسنطينة، ميلة و برج بوعريرج خلال الموسم الفلاحي 2014/2013 نسب متفاوتة في شدة ومدى انتشار المرض حيث معدل مدى انتشار المرض وشدته تصل إلى 43.44% و 3.44 على التوالي. إضافة إلى أن متابعة تأثير مرض لفحة الأسكوكيتا على صنفين من الحمص: صنف مقاوم ILC 3279 وأخر حساس للمرض Rabat 9 ، على مستوى محطة التجارب الزراعية للمعهد التقني للمحاصيل الكبرى (ITGC) بسطيف أظهرت حساسية الصنفين لهذا المرض. و قد وصلت نسبة انخفاض المردود إلى 62% بالنسبة للصنف ILC 3279 ، و 85.85% للصنف Rabat 9.

الكلمات المفتاحية: الحمص، لفحة الأسكوكيتا، المردود، شبه الجافة.

Abstract

Effect of Ascochyta blight of chickpea (*Cicer arietinum* L.) on the yield and its components in semi-aride zone.

The prospecting was conducted during 2013/2014 cropping season in the semi-arid Setif, Constantine, Mila and Bordj Bou Arreridj, on ascochyta blight of chickpea (*Cicer arietinum* L.) shows the incidence and severity of 43.44% and 3.44 in average, respectively. Monitoring the effect of the disease on two varieties chickpea Rabat 9 (sensitive) and ILC 3279 (resistant) at the experimental site of ITGC (Technical Institute of Field Crops) of Setif, shows same sensitivity for both varieties. Moreover, yield losses were 62.01 and 85.85% for the variety ILC 3279 and the variety Rabat 9 respectively.

Key words: Chickpea, ascochyta blight, yield, semi-arid.