
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université d'Ain-Temouchent Belhadj Bouchaib – UATBB-
Faculté des sciences et de la technologie
Département Agroalimentaire



Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences agronomique

Spécialité : Protection des végétaux

Par:

Mr Benhaddou djilali Boumediene

Mr khelladi Kkheir Eddine

Thème

L'effet de la température et le soufre sur l'apparition de la maladie de l'oïdium de petit pois
dans la région d'Ain Temouchent.

Devant le jury composé de :

Président : Mr. Chihab Mounir « M.C.B » U.B.B.A.T

Examinatrice : Mme Abdellaoui Hadjira Houria « M.A.A » U.B.B.A.T

Encadrant: Mme Ilias Faiza « M.C.A » U.B.B.A.T

Co-Endurant: Mr Derdek Lahbib

Membres invitée : Mme Bendaikha Yasmine
Mme Djennane Asmaa

Année universitaire : 2022-2023

Remerciement

Avant tout, nous remercions Le Bon DIEU tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage, et

moyen afin de pouvoir accomplir ce modeste travail.

Nous remercions, notre directrice **Mme. Ilias F** d'avoir accepter de nous encadrer dans ce travail humble, avec sa patience, sa persévérance, son respect et sa vision. Merci beaucoup, madame, parce que sans votre guide, nous ne pourrions pas terminer nos recherches.

Nous remercions, **Mr. Dardek Lahbib**, notre co-encadreur et le propriétaire de l'exploitation où nous avons travaillé nos expériences de master. Merci de nous faire confiance tout au long de cette période et de nous permettre d'utiliser toutes les ressources et les moyens pour partager vos expériences et connaissances.

Nous remercions **Mr. Chihab Mounir**, d'avoir accepter de présider ce travail.

Nous remercions Mme. Abdellaoui Hadjira, d'avoir accepter d'examiner ce travail.

Toutes les personnes de laboratoire de mycologie de la Station Régional de Protection des Végétaux d'Oran, **Mme Bendaikha Yasmine, Mme Djennane Asma**. Nous les remercions pour l'accueil, les explications et les manipulations au laboratoire.

Tous nos professeurs et nos enseignants qu'ils ont contribué de loin ou de près dans notre Education.

Dédicace

C'est avec l'aide de DIEU tout puissant que ce modeste travail a pu être réalisé, DIEU qui m'a donné foi, raison et lucidité.

Merci mille fois et que «Allah» vous garde et protège mes chers parents " **Moustapha** " et " **Nehari Souhila** " pour leurs amours, leurs patiences et leurs encouragements qui n'ont jamais cassé de me convenir durant mes années d'études,

Mes sœurs " **Khadîdja et Ritadj** "

Mes amis proches surtout **Driss Aimen**.

Toute ma famille " **benhaddou et Nehari** ".

Tous mes collègues de ma promotion 2023.

Dédicace

Avec l'aide de DIEU tout puissant, j'ai pu achever ce travail que je dédie à la mémoire de mes défunts grands-parents ;

À mes chers parents qui ont tant attendu le fruit de leurs éducations, ma mère "**Benyoucef Fadela**" qui a été patiente avec moi, mon père "**Boumediene**" pour sa disponibilité et ses conseils.

À mes adorables sœurs "**Hadjer, Kawtar**" et frère "**Amine**" qui ont été serviables et attentionnés.

À tous mes amis, mes oncles, mes cousins et cousines et toute ma grande famille.

À tous ceux qui me connaissent.

ملخص:

درسنا في هذا العمل تأثير الغطاء النباتي والكبريت على ظهور مرض البياض الدقيقي في البازلاء. الدراسة تم تنفيذها على أربع قطع ، الأولى تحتوي على غطاء نباتي ، والثانية تحتوي على غطاء نباتي والكبريت ، والثالثة عنصر شاهد والرابعة تحتوي على الكبريت. أظهرت النتائج هذه الدراسة أن الكبريت والغطاء النباتي لهما تأثير كبير جدًا على ظهور البياض الدقيقي مع غياب تام إذا كان الاثنان متوفرين معًا.

الكلمات المفتاحية: الغطاء النباتي ، الكبريت ، البياض الدقيقي ، البازلاء.

Résumé:

Dans ce travail, nous avons étudié l'effet de couvert végétal et de soufre sur l'apparition de la maladie l'oïdium de petit pois. L'étude a été effectuée sur quatre parcelles la 1 ère contient le couvert végétale, la 2eme contient le couvert végétale et le soufre, la 3eme un témoin et la 4eme contient le soufre. Les résultats de cette étude ont montrés que le soufre et le couvert végétal ont un impact très important sur l'apparition de l'oïdium avec une absence totale si les deux sont disponibles ensemble.

Mots clé : Couvert végétale, soufre, oïdium, petit pois.

Abstract:

In this work, we studied the effect of plant cover and sulfur on the appearance of the pea powdery mildew disease. The study was carried out on four plots: the 1st contained plant cover, the 2nd contained plant cover and sulfur, the 3rd was a control and the 4th contained sulfur. The results of this study showed that sulfur and plant cover have a very significant impact on the appearance of powdery mildew, with a total absence if the two are available together.

Key words: Plant cover, sulfur, powdery mildew, pea.

Liste des figures

Figure 1 : Les racines des plantules de pois.....	7
Figure 2: Anthracnose de petit pois	16
Figure 3 : Mildiou de petit pois.....	16
Figure 4 : Botrytis sur gousse	16
Figure 5 : Oïdium de petit pois	16
Figure 6 : Le thrips de pois	17
Figure 7 : La sitone de petit pois.....	17
Figure 8 : Le bruche du petit pois	17
Figure 9 : Le puceron du pois	17
Figure 10 : La tordeuse du pois.....	17
Figure 11 : L'Oïdium sur le pois.	19
Figure 12: Cycle de la maladie de l'oïdium du pois.....	21
Figure 13 : Résistance de trois champignons différents chez les plantes déficientes en soufre et avec un niveau de soufre adéquat	25
Figure 14 : Zones pE+pH où la plante est saine et où elle est sensible aux attaques de bio agresseur.	27
Figure 15 : Carte Géographique d'Ain Témouchent.	29
Figure 16 : Carte des zones agricole de la wilaya d'Ain Témouchent.	30
Figure 17 : Températures et précipitations moyennes d'Ain Témouchent des 30 dernières années	30
Figure 18 : Pluviométrie mensuelle moyenne à Ain Temouchent	31
Figure 19 : Niveaux de confort selon l'humidité à Ain Temouchent	32
Figure 20 : Le nombre mensuel des jours ensoleillés à Ain Temouchent.	33
Figure 21 : Carte de situation de la zone d'étude.....	33
Figure 22 : Le semoir mécanique semis.	34
Figure 23 : Thermomètre utilisé semis.	34
Figure 24 : Etiquette de sac de semence Dorian utilisé pour le semis.	35
Figure 25 : variété Dorian de pois <i>Pisum sativum</i> L semis	36
Figure 26: La zone plantée en petit pois semis.	36
Figure 27 : parcelle contient de la paille.	37

Figure 28 : parcelle contient le soufre et la paille.....	37
Figure 29 : parcelle témoin.....	38
Figure 30 : parcelle contient le soufre.....	38
Figure 31 : Croissance de petit pois.....	39
Figure 32 : Le développement de petit pois.....	39
Figure 33 : L'apparition des fruits de petit pois.....	40
Figure 34: la mesure de pH de sol.....	40
Figure 35: Observation microscopique de l'oïdium.....	41
Figure 36 : Le coupage des fragments contaminés à partir d'échantillon.....	42
Figure 37 : Le flambage des fragments déjà coupé.....	42
Figure 38 : Le rinçage des fragments et le séchage avec papiers Whatman.....	43
Figure 39 : Papier Whatman et parafilm utilisé.....	43
Figure 40 : L'appareil de séchage 'étuve' utilisé réglé à 25°C pour le développement des champignons.....	44
Figure 41 : Les boites de pétri des champignons après 7 jours d'incubation.....	44
Figure 42 : L'observation des résultats de technique d'un bout de scotch.....	45
Figure 43 : La gélose de la lame à la Melle.....	45
Figure 44 : La purification des souches fongique de l'oïdium.....	46
Figure 45 : La conservation de champignon de l'oïdium.....	46
Figure 46 : La température dans la 1ere parcelle.....	48
Figure 47 : La température dans la 2eme parcelle.....	49
Figure 48 : La température dans la 3eme parcelle.....	49
Figure 49 : La température dans la 4eme parcelle.....	50
Figure 50 : La température dans le reste de terrain.....	50
Figure 51: quelque résultats de mesures pH.....	51
Figure 52 : L'absence de lipidémie dans la 1ere parcelle.....	52
Figure 53 : L'apparition de lipidémie dans la 2eme parcelle.....	53
Figure 54 : L'apparition de l'oïdium dans la 3eme parcelle au niveau des feuilles et les gousses.....	53
Figure 55 : L'apparition de l'oïdium dans la 4eme parcelle au niveau des feuilles.....	54
Figure 56 : L'infestation de la culture de petit pois par les maladies.....	54
Figure 57: l'oïdium dans la 3eme parcelle.....	55
Figure 58 : l'oïdium dans la 4eme parcelle.....	55

Figure 59 :Le flamage après 7 jours d'incubation	56
Figure 60 : la boîte de pétri de rinçage après l'incubation.....	56
Figure 61 : L'observation microscopique et la présence des spores de l'oïdium	57
Figure 62: Observation microscopique de <i>Collectotrichum sp</i> qui provoque l'anthracnose...57	
Figure 63: Observation microscopique d' <i>Alternaria sp</i> qui provoque l'alternariose	58
Figure 64 : Observation microscopique de <i>Fusarium oxysporum sp</i> qui provoque la fusariose	58
Figure 65: Le champignon de l'oïdium après la purification.	59

Liste des tableaux

Tableau 1 : Généralités sur le petit pois (Ikram Ajaanid ,2016).	5
Tableau 2: La production de petit pois (FAO, 2018).	11
Tableau 3: Les principales wilayas productrices du petit pois en Algérie	12
Tableau 4: La production de petit pois à wilaya de Ain t'émouchent	12
Tableau 5: Les maladies et les ravageurs de petit pois	12
Tableau 6 : Les mesures de température de sol.....	48
Tableau 7 : L'apparition de la maladie de l'oïdium dans chaque parcelle.	51
Tableau 1 : L'apparition de la maladie de l'oïdium dans chaque parcelle.	51

Liste d'abréviation

N: Azote

K: Potassium

S: Soufre

C: Covert Vegetal

Fe: Fer

Kg \ ha : Kilos gramme par hectare

FAO : Organisation des Nations unies pour alimentation et agriculture

C° : Degré Celsius

PH : Potentiel d'hydrogène

K₂O : Oxyde de potassium

Cm : Centimètre

Mm : Millimètre

% : Pourcentage

Qx/ ha : Quinto / hectare

DSA : Direction des Services Agricoles

SO₄⁻² : Ion sulfate de soufre

Eh: potentiel d'oxydo-réduction

Mv: Milli volt

PE + PH:

H₂O₂: Eau oxygénée

Mo: Matière organiquet

m: Mètre

km²: Kilometers

ACI: Agro consulting international

PDA : Potato d'extrorse Agar

MADR : Ministère de l'agriculture, du développement rural et de la pêche

E : Erysiphe

Table des matières

Remerciements

Dédicaces

Résumer

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste D'abréviation

Introduction.....1

CHAPITRE I PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

1	Le petit pois :	4
1.1	Historique du petit pois (<i>Pisum sativum</i> L) :.....	4
1.2	La classification du petit pois:	5
1.3	Généralités sur le petit pois :	5
1.4	Description botanique :	6
1.4.1	Système racinaire :	7
1.4.2	Tige :	7
1.4.3	Fleure :	8
1.4.4	Fruits :	8
1.5	Classification et variétés :	8
1.6	Utilisation :	9
1.7	Intérêt économique :	11
1.7.1	Mondial	11
1.7.2	En Algérie :	11
1.8	Maladies et ravageurs de pois :	12
2	L'oïdium :	19
2.1	Historique de la maladie :	19
2.2	La maladie :	20
2.3	Cycle de développement :	20
2.4	L'Agent pathogène :	21
2.5	Classification de l'agent pathogene	21
2.6	Description :	22
2.7	Conditions favorables au développement :	22
2.8	La lutte :	22
2.8.1	La lutte préventive :	22

2.8.2	Lutte chimique:	23
2.8.3	Calendrier de traitements :	24
2.8.4	Méthodes culturales :	24
3	Le soufre :	25
3.1	Rôles de soufre pour les plantes :	25
4	Le couvert végétal	26
4.1	Définition :	26
4.2	L'intérêt de couvert végétal :	26
5	Le potentiel redox :	26

Chapitre II : Matériels et méthodes

1	Description de la zone d'étude :	29
1.1	Les zones Agricoles de la Wilaya d'Ain Témouchent :	29
1.2	Les données générales du climat :	30
1.2.1	Températures et précipitations moyennes :	30
1.2.2	La Pluviométrie :	31
1.2.3	Humidité :	32
1.2.4	L'ensoleillement ou insolation :	32
1.3	Description de Verger d'étude :	33
1.4	Méthodologie de travail :	34
1.4.1	Matériels utilisés :	34
1.4.2	Materiel utilisé au laboratoire :	35
1.4.3	Préparation de sol :	35
1.4.4	Pois grain DORIAN :	35
1.4.5	Les parcelles de plantation:	37
1.5	Conduite de culture :	39
1.6	Mesure de pH :	40
2	Analyse aux laboratoires:	41
2.1	L'isolement:	41
2.2	Le flambage :	41
2.3	Le rinçage :	42
2.4	L'identification:	44
2.5	La purification des souches fongiques :	45
2.6	La conservation de champignon :	46

CHAPITRE III: Résultats et discussion

1	Résultats :	48
1.1	Les mesures thermiques des sols :	48

1.2	Les mesures de pH :	51
1.3	L'apparition de la maladie :	51
1.4	Résultats des analyses de laboratoire :	55
1.4.1	Résultats de méthode de bout de scotch :	55
1.4.2	Résultats de flambage :	56
1.4.3	Le rinçage :	56
1.4.4	Résultats de la purification:	59
2	Discussion :	60
2.1.1	La disponibilité de soufre irrigué dans le sol :	60
2.1.2	La couverture de sol :	61
	CONCLUSION	62
	Annexe.....	

Introduction générale

Introduction Générale

Les légumineuses constituent une grande famille des Fabaceae qui regroupe des plantes ornementale, fourragère et bien sûr alimentaire (Cullis et Kunert, 2017) Elles sont très bénéfiques pour les systèmes agricoles et connaissent un grand succès dans les systèmes d'agriculture durable grâce à la culture intercalaire et à la rotation des cultures avec les céréales (Foyer *et al.*, 2016).

En Algérie, la culture des légumineuses alimentaires a un insert national car leurs grains constituent une source protéique de qualité et à bas prix pour une large couche de la population. Parmi les légumineuses alimentaires, le pois occupe la place la plus importante tant au niveau de sa superficie que de sa production. En effet, le pois (*Pisum sativum*. L) est une plante agronomique importante dans le monde. La valeur nutritionnelle de pois frais immatures et mures et le pois secs destinés à la consommation humaine et animale ont favorisé une production soutenue depuis sa domestication. (Khoualda, 2020).

Malgré l'importance de la culture de petit pois, le rendement de cette culture n'a que très peu progressé en comparaison avec les céréales. Les maladies fongiques en sont l'un des principaux facteurs limitant. Parmi elles, l'oïdium de petit pois une maladie très répandue en Algérie, elle est provoqué par le champignon *Erysiphe pisi*. ((Khoualda, 2020).

Les graines des gousses infectées peuvent être décolorées et moins appétissantes, ce qui réduit leurs valeurs marchandes. Ces graines ne sont pas propres à la consommation (Khoualda, 2020). Dans cette optique s'insère le présent de travail qui a pour objectif de montrer l'effet de soufre et de couvert végétale sur l'apparition de la maladie de l'oïdium de petit pois (*Pisum sativum* L).L'approche est effectuée en trois chapitres :

Le premier chapitre : une synthèse bibliographique dévissée en deux parties : première partie présente une description générale de petit pois, et la deuxième partie présente une description générale de la maladie de l'oïdium.

Le deuxième chapitre : présent la région d'étude, les étapes de travail au sein dans le verger et fait et les analyses d'identification de la maladie.

Le troisième chapitre : présent les résultats de notre travail avec une discussion.

A la fin une conclusion générale de ce travail.

Chapitre I : Synthèse Bibliographique

PARTIE I:

1 Le petit pois :

Le pois est l'un des plus anciennes légumineuses domestiquées, apparue dans le bassin méditerranéen entre 7000 et 6000 av. et persiste dans l'agriculture actuelle (**Helbak and Hopf, 1959**). Ce légume est d'une haute valeur nutritive ; il est riche en protéines, calories, sucres totaux, vitamine A, C, et en éléments tels que le Phosphore (P), le Potassium (K), le Calcium (Ca), le Magnésium (Mg) et en Fer (Fe) (**Ajaanid, 2016**).

1.1 Historique du petit pois (*Pisum sativum* L) :

La culture du pois remonte à une époque très ancienne, des graines de pois ont été trouvés dans les souterraines d'aggtelek en Hongrie. Ainsi que dans les vestiges de certaines cités lacustres en suisse mais leur grosseur était moindres que celle de nos variétés actuellement cultivées. Les grecs et les romains le cultivaient. Hédrick, dans une étude forte intéressante sur cette question, estime que les anciens ne faisaient de distinction, entre les pois, les haricots, les pois chiches et les lentilles. C'est dire qu'il est assez délicat de déterminer, en se basant sur les écrits, à quelle plante les auteurs grecs et romains faisaient allusion. Il semble cependant probable que le *pisum sativum* soit originaire de l'Europe ou de l'Asie de l'ouest. (**Robert, 1964**).

En Algérie, le Pois a été cultivé avant 1830 dans les jardins et les champs en Kabylie (**L'Aumont et chevassus, 1960**). Le Pois est répandu sur tout le territoire national. Il est surtout cultivé sur les plaines côtières et les zones sublittoral. Il occupe la 3ème place parmi les légumes secs (**Maatougui, 1996**). La culture a pris un développement important en 1945, elle a connu par la suite un essor remarquable de 1947 à 1952. En 1980, 10800 ha ont été consacrés à cette culture. En 2012, le Pois sec a enregistré la superficie la plus importante avec 9279.14 ha avec un rendement 743.5 kg/ha qui demeurent très faible par rapport au rendement moyen dans le monde. En ce qui concerne le Pois frais, l'Algérie se classe parmi les 10 premiers pays producteurs du monde avec une production de 127680 tonnes et un rendement de 3911.64kg/ha pour l'année 2011 (**FAO, 2013**).

Parmi les variétés cultivées: Douce Provence, Vernil, Vilnay, Proval, Myzer, Arkel, Progress n°9, Dorian, Utrillo (**Kolev, 1976**).

1.2 La classification du petit pois: (Chaux et Foury, 1994):

Règne:*plantae*.

Sous-règne: *Tracheobionta*.

Division : *Magnoliophyta*.

Classe :*Magnoliopsida*.

Ordre : *Fabale*.

Famille : *Fabacées*.

Sous famille :*Faboïdea*.

Genre :*Pisum*.

Espèces : *Pisum sativum L.*

1.3 Généralités sur le petit pois :

Le tableau 01 suivant présente des généralités et les besoins de la culture de petit pois.

Tableau 2 : généralités sur le petit pois (Ajaanid ,2016).

DESCRIPTION	- Plante annuelle, Faculté germinative : 2 ans
EXIGENCES	- Température de croissance : 13°-18°C (la croissance commence à 4 °C). - Sol frais, léger, aéré - pH : 5,5-7,6
FERTILISATION	-Un apport de compost ou de fumier peut être utile pour le développement de la culture des petits pois. - Aucune fumure de fond n'est conseillée. - Apport de 20 kg N+ 30 kg K2O/ha en plein fructification et au début de grossissement des graines
	- Il est recommandé de rouler le sol en bour, le mode de multiplication

SEMIS	<p>Est le semis direct. L'espacement entre 2 lignes est de 40 cm pour les variétés naines et de 80 à 100 cm pour les variétés à rames. Le nombre de graines par gramme de semence est de 15 à 40 selon les variétés.</p> <p>Semis de printemps : Les variétés précoces sont semées à l'extérieur dès la fin Février. Les autres variétés sont semées en Mars- Avril pour être récoltées 3 mois plus tard.</p> <p>Semis d'automne: Dans les régions aux hivers doux les semis peuvent se faire en automne, d'Octobre à Novembre. La récolte débutera en Avril l'année suivante.</p>
L'IRRIGATION	<p>-Les apports d'eau doivent être réguliers en cours de végétation. Le système goutte à goutte adopté permet de couvrir efficacement les besoins en eau de la culture.</p>
RECOLTE	<p>Les petit pois commencent à se récolter entre 3 et 4 mois après le semis, une fois que les grains ont atteint leur taille de consommation et qu'ils sont bien formés.</p> <p>Il faut éviter de récolter en temps sec et chaud afin de sauvegarder la qualité des graines.</p>

1.4 Description botanique :

Le petit pois (*pisum sativum L*) est une plante annuelle de familles des *Fabaceae*, une très ancienne culture essentiellement autogame (Free, 1993 et Pouvreau, 2004), des taux d'allogamie peuvent être observés chez certains cultivars (Haskell, 1943).

Il décrit un légume de très hautes qualités nutritionnelles, gustatives et culinaires, ce qui a conduit à une croissance rapide de sa culture dans différentes régions du monde. Le pois est une plante herbacée de 20 à 150 cm de haut ou plus (Nyabyenda, 2005).

Le système racinaire est représenté par des variables de développement de la racine pivotante qui dépendent du type de sol, du cultivar et des conditions climatiques.

1.4.1 Système racinaire :

C'est un système bien développé, mais peu ramifié, la racine centrale peut atteindre une longueur d'un mètre, comme pour le haricot, sur les racines, se développent des nodosités par les quelle il puise de l'air du sol une grande partie de sa nourriture azotée. la faculté restauratrice des racines est très faible, le petit pois ne supporte nullement le repiquage (Kolev, 1976).



Figure 1 : Les racines des plantules de pois (Cattlin, 2007).

1.4.2 Tige :

Est grêle, creuse et atteint une longueur différente d'après la variété - de 25 jusqu'à 250 cm.

D'après la longueur des tiges on distingue :

- Variétés naines –pas plus de 60-70cm.
- Variété demi-naines – 70 à 115 cm.
- Variétés à rames- 115à 250cm.

Les feuilles comprennent deux ou trois paires de folioles et se terminent par des vrilles, plus au moins développées, selon la variété. Leur grosseur, couleur et constitution oscillent en grandes limites d'après la variété et les conditions du développement (**Kolev, 1976**).

1.4.3 Fleure :

Des feuilles blanches (mais il existe aussi des variétés potagères), naissant aux aisselles des feuilles, à partir d'un certain niveau, typique et constant pour chaque variété. Le plus souvent, elles sont solitaires, mais il y a des variétés qui en forment jusqu'à trois même quatre (la variété sommette). Normalement, la floraison commence 30-15 jours après le semis, selon la variété, mais il y a des variétés dont la floraison commence bien plus tard (**kolev, 1976**).

1.4.4 Fruits :

D'après la variété, a une grosseur (longueur), forme, et couleur différente. Les gousses des pois à écosser ou parchemin (cultivés pour les graines vertes) forment de tissus parcheminés qui les rendent inutilisables pour la consommation même au stade initial de leur développement, tandis que chez les gousses des variétés sans parchemin, ou mangetout ces tissus parcheminés elles sont tendres et peuvent se consommer comme les haricots verts (**Kolev, 1976**).

Les graines sont en nombre différent dans la gousse selon la variété (4-10). Les semences sèches ont des caractères différents selon la variété (grosses ou petites, rondes ou ridées, vertes, jaunes, etc..). Ils conservent leur faculté germinative, dans des conditions normales, 4 - 6 ans (**Kolev, 1976**).

Le pois est une plante autogame typique, mais dans les pays du Sud et les régions chaudes et sèches le croisement n'est pas rare. Les fleurs sont très souvent visitées par des insectes qui peuvent effectuer le croisement. C'est pourquoi la production de semences sélectionnées ne doit se faire qu'en assurant une isolation entre les différentes variétés au moins de 300m (**Kolev, 1976**).

1.5 Classification et variétés :

Il existe de nombreuses variétés de petit pois. On distingue 3 grands groupes :

- **Petit pois lisse** : il est plus résistant au froid (**Messiaen, 2010**), présente une semence bien ronde. Il produit un grain fin dont la teneur en amidon élevée (42 à 49 %). Ce qui lui confère une saveur légèrement farineuse ; sa richesse en amidon permet une reprise en eau au cours de la stérilisation, et par conséquent un bon rendement industriel (**Moreno, 2009**)
- **Petit pois ridé** : produit des grains de plus gros calibre présentant des flétrissements à l'état sec. Sa teneur en amidon est plus faible que celle du petit pois lisse (20 à 35 %) et, sa nature différente. Ce qui lui donne une texture moins farineuse et un goût plus sucré. La plus forte proportion d'amylose du pois ridé accroît par ailleurs la capacité de rétention d'eau, d'où un démarrage de la déshydratation retardée par rapport au pois lisse qui explique une plus grande souplesse à la récolte (**Loridon et al., 2005**).
- **Petit pois Mange-tout** : des pois que l'on récolte plus jeune et que l'on mange avec la cosse (**Messiaen, 2010**).

1.6 Utilisation :

Selon (**Gregory et Hans, 2019**) Le pois est principalement utilisé pour la consommation humaine ou l'alimentation du bétail. Le pois fourrager est une légumineuse à grains communément consommée dans le monde entier comme source de protéines et est populaire dans les régimes végétariens humains.

D'après (**Gregory et Hans, 2019**) Le pois contient des niveaux élevés d'acides aminés, de lysine et de tryptophane, qui sont relativement faibles dans les céréales. Le pois contient environ 21 % à 25 % de protéines. Les pois ont une teneur élevée en hydrates de carbone, sont pauvres en fibres et contiennent 86 à 87 % de nutriments digestibles, ce qui en fait un excellent aliment pour le bétail.

Le pois contient également 5 à 20 % d'inhibiteurs de trypsine en moins que le soja. Il peut donc être donné directement au bétail sans passer par le processus de chauffage par extrusion. Les pois fourragers sont souvent concassés ou moulus et ajoutés aux rations de céréales (**Gregory et Hans, 2019**).

Le pois est un excellent complément protéique dans les rations des porcs, des vaches de boucherie et des veaux d'engraissement, des vaches laitières et des volailles. Il est souvent utilisé dans les mélanges de cultures fourragères avec des petites céréales. Le

fouillage de pois fourrager contient environ 18 % à 20 % de protéines. Le pois semé en intercalaire à raison de 60 à 100 livres par acre avec une petite céréale comme l'avoine peut augmenter la concentration en protéines du fourrage mélangé de 2 à 4 points de pourcentage et augmenter la valeur alimentaire relative de 20 points par rapport à l'avoine semée seule. et aussi peut également être cultivé comme engrais vert ou comme jachère verte. L'une ou l'autre de ces options permet d'améliorer ou de maintenir la productivité future des cultures (**Gregory et Hans, 2019**).

L'utilisation du pois pour la jachère verte au lieu de la jachère noire protège le sol de l'érosion et améliore sa qualité. Cette utilisation permet également de remplacer la perte d'eau par évaporation ou par lessivage de la jachère noire par la transpiration due à la croissance de la plante, et de tirer parti des avantages de la rotation. Les coûts du travail du sol et des terres inutilisées dans les jachères noires sont remplacés par les coûts de l'établissement et de la fin de la culture des pois fourragers (au début de la floraison) dans les jachères vertes (**Gregory et Hans, 2019**).

Selon (**Gregory et Hans, 2019**) Il est également possible d'utiliser les champs de pois qui viennent d'être récoltés pour une culture de couverture de pois spontanés. Au moment de la récolte, un petit pourcentage des graines sèches de pois sera tombé au sol, même lorsque les moissonneuses-batteuses sont bien réglées. Ces graines peuvent être stimulées pour germer et commencer à pousser. Cela peut nécessiter un léger hersage du champ pour incorporer les graines. L'humidité du sol est essentielle pour que la germination ait lieu. Comme les plantes spontanées stimulées suivent une culture principale de pois fourragers, un grand nombre d'inoculum de bactéries *Rhizobium leguminosarum* se trouve dans le sol et la nodulation est généralement excellente.

Les plants de pois en croissance assurent la couverture du sol et le protègent contre les forces d'érosion. Ce système peut utiliser le reste de la saison de croissance car le pois est tolérant aux gelées mineures (**Gregory et Hans, 2019**).

D'après (**Gregory et Hans, 2019**). La quantité totale de biomasse produite dépend de la densité des plants de pois, du moment de l'initiation de la repousse, de l'humidité du sol, des précipitations et de la date d'une gelée meurtrière. Cependant, il ne reste pas assez de temps à la saison de croissance pour espérer récolter une deuxième récolte de pois secs pour les semences.

La récolte spontanée de pois peut être utilisée pour le pâturage ou la biomasse peut être laissée sur le sol ou travaillée dans le sol. Des recherches menées à Carrington ont montré que la biomasse des pois secs produits à l'automne atteignait 1 500 à 3 000 livres par acre. Après le pâturage, le chaume de pois peut être travaillé dans le sol comme engrais vert ou laissé sur place pendant l'hiver (**Gregory et Hans, 2019**).

1.7 Intérêt économique :

1.7.1 Mondial

La production mondiale des petits pois est représentée dans le tableau ci-dessous

Tableau 3: la production de petit pois.

Pays	Récolte (Tonnes)
Monde	19877343
L'Amérique du nord et sud et caraïbes	714331
Europe	1050555
L'Afrique	572 786
L'Asie	17 472 053
Asie du Sud-est et Océanie	67 618

Source : (FAO, 2018).

1.7.2 En Algérie :

Avant le 1830 et exactement en kabyle le pois a été cultivé dans les jardins et les champs, (**Laumont et Chevassus, 1960**). Après elle a pris une évolution importante en 1945.

En 1980, 10800 ha ont été consacrés à cette culture. Durant cette dernière décennie ; c'est en 1993 qu'on a enregistré la superficie la plus importante avec 20800 ha, le rendement le plus important a été calculé en 2001 sur une superficie de 19970 ha (**FAOSTAT, 2004**). En 2019, cette superficie grandit jusqu'à 25089 ha avec une production annuelle de 10245500 qx/, soit un rendement de 408,4 qx/ha (**MADR, 2019**).

Les principales wilayas productrices du petit pois sont M'sila, Bisekra et El-Oued (**MADR, 2019**).

Tableau 4: les principales wilayas productrices du petit pois en Algérie.

Wilaya	Superficie Ha	Production Qx	Rendement Qx/ha
M'SILA	197	164175	835.5
BISEKRA	8330	6592091	789.0
EL-OUED	514	318470	620.1

Source :(MADR, 2019).

La production de petit pois à Ain t'émouchent est fait par plusieurs zones, **forte** dans des communs comme Targa, sidi ben Adda, el Amria, Oulhaça, Sidi Ouriache, **faible** à Beni Saf et **introuvable** à Hammam Bouhdjar, Hassasna, Oued Sabah (**DSA, 2022**).

Tableau 5: la production de petit pois à wilaya de Ain t'émouchent.

Compagne	Superficie	Production	Rendement
2021/2022	1768ha	51870qx	29,34qx/ha

Source : (DSA, 2022).

1.8 Maladies et ravageurs de pois :

Plusieurs maladies sont susceptibles d'affecter les cultures de petit pois.

Tableau 6: les maladies et les ravageurs de petit pois

Maladies	Symptômes
Anthracnose :	Trois espèces d' <i>Ascochyta</i> sont responsables de l'anthracnose du petit pois, elles provoquent des taches sur les feuilles, sur les tiges et sur les gousses (Wark, 1950). <i>Ascochyta pinodella</i> appelée aussi <i>Phoma medicaginis</i> var. <i>pinodella</i> (Jones) provoque en plus une pourriture au niveau du collet (Saker et al. 1982).

	<i>Ascochyta pinodes</i> , la forme-imparfaite de <i>Mycosphaerella pinodes</i> Vesterg, peut aussi un dépérissement de la plante
Mildiou :	Le mildiou sur les pois est causé par <i>Peronosporaviciae</i> . Ce champignon peut provoquer des infections systémiques, des infections locales des feuilles et des infections des gousses. Il est largement répandu dans le monde entier (Dixon, 1981)
botrytis :	Le botrytis occasionne une pourriture grise sur les fleurs, et parfois à l'aisselle des feuilles suite à la chute des pétales contaminés. Le symptôme le plus caractéristique est une pourriture marron sur les gousses, suivie d'un dessèchement (Anne et Franck, 2023).
Oïdium :	L'oïdium du pois, causé par le champignon biotrophe obligatoire <i>Erysiphe pisi</i> , est une maladie transmise par l'air à l'échelle mondiale. Particulièrement importante sous les climats à journées chaudes et sèches et à nuits fraîches (Smith et al., 1996). Il peut entraîner des pertes de rendement de 25 à 50 % (Munjal et al., 1963 ; Warkentin et al., 1996), en réduisant le rendement total en biomasse, le nombre de gousses par plante, le nombre de graines par gousse, la hauteur de la plante et le nombre de nœuds (Gritton et Ebert, 1975). La maladie peut également accélérer la maturité de la culture, en augmentant rapidement les valeurs du tender mètre au-delà des niveaux optimaux de récolte des pois verts
Le thrips :	Le thrips qui attaque le pois est le thrips du lin et des céréales. Le thrips prolifère principalement dans les parcelles de pois de printemps, dans la moitié nord de la

	<p>France et plus particulièrement dans les régions : Nord-Picardie, Normandie, Bassin parisien, Centre et Champagne crayeuse. Le thrips pique le végétal pour se nourrir et injecte une salive toxique dans la plante. Celle-ci initie de nombreuses ramifications (jusqu'à 8). Les plantes sont également naines et portent peu de gousses. Les feuilles sont gaufrées et se couvrent de taches jaunes ou brunes. Les pertes de rendement liées au thrips sur pois de printemps s'élèvent à 30 q/ha si la levée est lente (mauvaises conditions climatiques). Si elle est rapide, la nuisibilité de ces insectes est faible (impassable envisageable). Un précédent blé ou lin est favorable à la présence du thrips dans la parcelle de pois de printemps. La larve sort du sol vers 7-8 °C (Laurent, 2020).</p>
Sitone :	<p>La sitone est un charançon de 3,5 à 5 mm de long, de couleur gris brun, avec des yeux proéminents. Il arrive par vols échelonnés sur les parcelles de pois, depuis ses zones refuges (haies, bois, jachères, légumineuses). Sa larve, 6 mm de long, est bicolore : le corps est blanc et la tête, brun-jaune. En pois de printemps, ils entraînent des dégâts aériens et racinaires. Les adultes attaquent les bords des feuilles sous forme d'encoches semi-circulaires. Ces morsures n'ont pas d'impact sur le rendement. C'est la destruction des nodosités, puis des radicelles et des racines par les larves qui en perturbant l'alimentation azotée des cultures, Le sitone est actif par temps ensoleillé et dès que la température dépasse 12 °C. Il reste caché quand la température baisse et que le ciel est nuageux (Laurent, 2021).</p>
Puceron :	<p>Le puceron du pois est un grand puceron vert avec de longues pattes, des antennes, des cornicules et une cuda. Il ressemble beaucoup au puceron bleu de la luzerne, mais on peut les distinguer en examinant les antennes. Les antennes du puceron du pois présentent d'étroites</p>

	<p>bandes sombres sur chaque segment, alors que celles du puceron bleu de la luzerne s'assombrissent progressivement pour devenir brunes à mesure que l'on s'approche de l'extrémité des antennes (anonyme, 2017).</p>
Bruche :	<p>C'est un ravageur sporadique dans les régions de culture du pois. La larve creuse un trou dans le pois et n'y a qu'une larve par graine. L'adulte se développe à l'intérieure de la graine à la fin de l'été et hiverne dans les pois entreposés ou laissés en champ (Gerber, 1983).</p>
Tordeuse :	<p>est un ravageur sporadique qui passe habituellement inaperçu (Gerber, 1983). La couleur des papillons de la tordeuse du pois va du vert olive au gris. D'une longueur de 8 mm à peu près, avec une envergure alaire de 14-16 mm. Les bords des ailes antérieures sont droits. Les stries jaunes partant du bord vers l'arrière des ailes sur une longueur d'environ 1 mm sont un des critères de détermination (Männel, 2020 ; Kahrer, 2002).</p>



Figure 2 : Anthracnose de petit pois
(Phillippe, 2012)



Figure 3 : Mildiou de petit pois
(Cattlin, 2013)



Figure 4 : Botrytis sur gousse
(Phillippe, 2013)



Figure 5 : Oïdium de petit pois
(Catllin, 2006)



Figure 6 : Le thrips de pois
(Cattlin, 2013).



Figure 7 : La sitone de petit pois
(Soderholm, 2021).



Figure 8 : Le bruche du petit pois
(Cattlin, 2005).

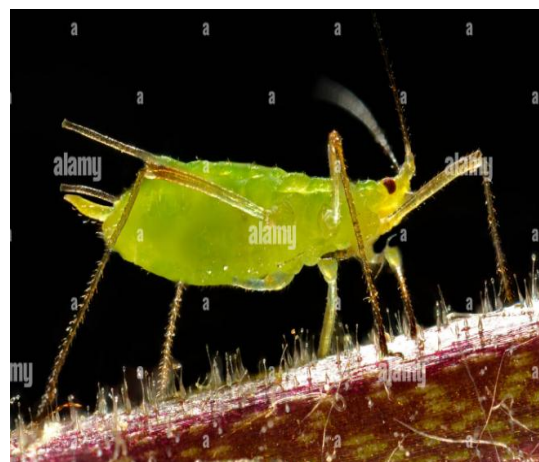


Figure 9 : Le puceron du pois
(Winkel, 2013).



Figure 10 : La tordeuse du pois
(Hecker, 2010).

PARTIE II:

2 L'oïdium :

L'oïdium, c'est le nom donné à certains champignons appartenant à la famille des *Erysiphacées*. Cette maladie cryptogamique également appelée maladie du blanc est l'une des maladies végétales les plus importantes au monde (Lucas, 2013). Se manifeste couramment dans différentes cultures de cucurbitacées. Elle est causée par des champignons biotrophes. Cette maladie est causée par des champignons biotrophes (*Erysiphales*) qui sont capables d'infecter les feuilles, les tiges, les fleurs et les fruits, ce qui réduit considérablement la qualité et la quantité des fruits (Křístková et al., 2009). Donc ce problème survient le plus souvent pendant les périodes de forte humidité. (Figure 11)

L'oïdium se nourrit de la plante par l'intermédiaire de minuscules drageons, la privant ainsi d'éléments nutritifs importants (Lipps, 1996).



Figure 11 : L'Oïdium sur le pois. (Ruth et Fabina, 2021).

2.1 Historique de la maladie :

L'oïdium a été décrit sur la vigne en Amérique du Nord en 1834, avant sa découverte en Europe en 1845 (Henry holt et co, 1940). L'est de l'Amérique du Nord est le centre d'origine de nombreuses espèces sauvages de *Vitis* qui présentent des niveaux relativement élevés de résistance à de nombreuses maladies et ravageurs de la vigne, y compris l'oïdium (Annu rev, 1970 ; dwood, 1991). Après son introduction en Europe, l'oïdium de la vigne a été observé dans toutes les régions viticoles du monde, y compris en Californie en 1859 (Smith, 1961) et en Australie en 1866 (Emmett et al., 1990). *E. necator* s'est très probablement dispersé sur de longues distances par le mouvement des vignes, qui étaient fréquemment

échangées entre les continents au milieu des années 1800 et plus tard. *E. necator* reste en dormance sous forme de mycélium dans les bourgeons dormants, ou sous forme de spores sexuées dans des cleistothèces dans l'écorce des vignes (Pearson et Gadoury, 1985 et 1987).

2.2 La maladie :

Les plantes infectées sont recouvertes d'une masse de spores poudreuses blanches. Les feuilles, les tiges et les gousses peuvent s'infecter, ce qui entraîne le flétrissement de la plante entière. Les masses de spores sont présentes sur les deux faces de la feuille. Une infection sévère des gousses peut entraîner une décoloration gris-brun des gousses des graines (Joshua, 2022).

Les spores fongiques sont disséminées par le vent à partir de déchets de pois infectés ou de plantes spontanées des cultures précédentes. Des conditions chaudes et humides avec nuit favorisent le développement rapide, surtout vers la fin de la floraison (Alex, 2003).

L'oïdium peut être une maladie grave des pois de grande culture. Il apparaît sporadiquement lorsque des conditions chaudes et humides favorisent sa croissance en fin de saison. Les graines des gousses infectées peuvent être décolorées et moins appétissantes, ce qui réduit leur valeur marchande (Joshua, 2022).

2.3 Cycle de développement :

L'oïdium, causé par l'agent pathogène *Erysiphe pisi*, se produit sur les déchets de pois infectés et produit des spores qui sont transportées par le vent dans les nouvelles cultures. La maladie peut également se propager par les graines, mais cette source d'infection est moins importante (Joshua, 2022).

Selon (Joshua, 2022) Dans des conditions favorables, la maladie peut coloniser complètement les plantes en 5 à 6 jours. Une fois que quelques plantes sont infectées, la maladie peut rapidement se propager aux zones adjacentes. Des conditions chaudes (21-25°C) et humides (au-dessus de 70% d'humidité relative) pendant 4-5 jours en fin de saison de croissance, pendant la floraison et la formation des gousses, favorisent le développement de la maladie. Cependant, les fortes pluies ne sont pas bonnes pour la maladie car elles éliminent

les spores des plantes. La rosée nocturne est suffisante pour provoquer le développement de la maladie (Joshua, 2022).

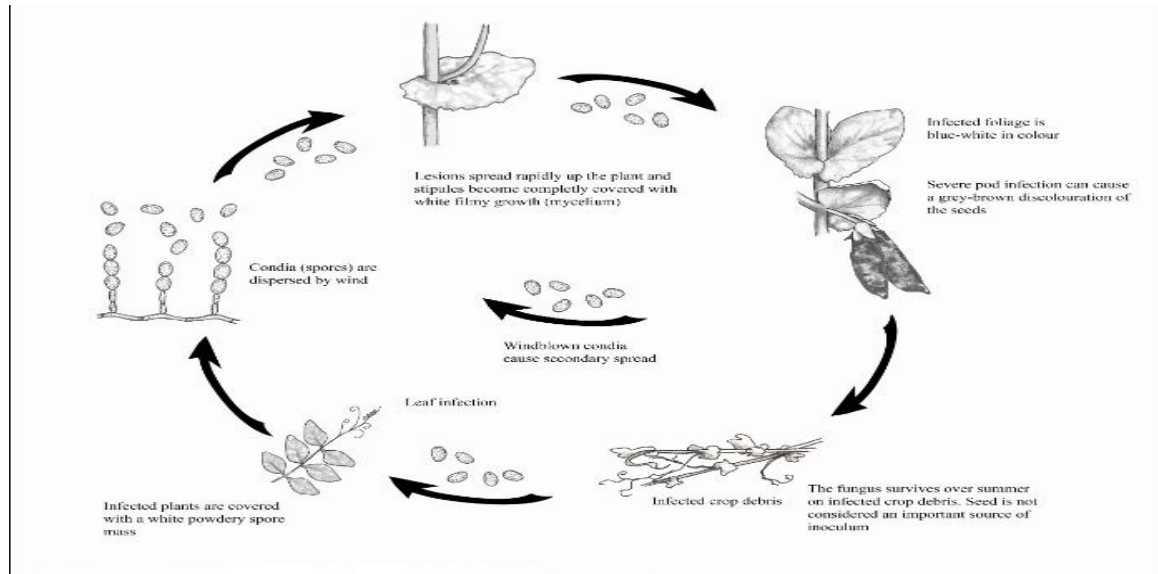


Figure 12: Cycle de la maladie de l'oïdium du pois. (Fowler, 2021).

2.4 L'Agent pathogène :

Selon (Singh, 2000) *Erysiphe pisi* l'agent causal de l'oïdium du pois (*Pisum sativum L*), est un pathogène destructeur qui provoque des infections sur toutes les parties aériennes des plants de pois. Ce agent pathogène est un champignon ascomycète. C'est l'une des principales maladies fongiques qui affectent les cultures de pois dans de nombreuses régions du monde. Voici une description de l'agent pathogène *Erysiphe pisi* (Bardin et al., 2005).

2.5 Classification de l'agent pathogène selon (González et al. 2012) :

Nom scientifique : *Erysiphe pisi* DC.

Famille : Erysiphaceae

Ordre : Erysiphales

Classe : Leotiomycetes

Genre : *Erysiphe*

2.6 Description :

Erysiphe pisi est un champignon pathogène obligatoire qui se reproduit de manière asexuée par le biais de conidies. Il se propage principalement par la dissémination des spores dans l'air. Les symptômes de l'infection comprennent l'apparition d'un feutrage blanc grisâtre sur les feuilles, les tiges, les gousses et les graines du pois. Ce feutrage est constitué de mycélium fongique et de conidies. Les infections sévères peuvent entraîner un retard de croissance, un jaunissement des feuilles, une déformation des gousses et une diminution de la production de graines (Sharma *et al.*, 2016).

2.7 Conditions favorables au développement :

Facteurs climatiques (chutes de grêle, vents violents, gelées tardives) provoquant des blessures (Raymond, 1996). Marsures ou piqûres occasionnées par les insectes (carpocapse, guêpe) (Raymond, 1996).

2.8 La lutte :

2.8.1 La lutte préventive :

-Débuter la production dans des serres propres et exemptes de débris végétaux. Désinfecter les structures et tables de la serre avec un produit ayant des propriétés antifongiques, particulièrement si la maladie a été présente auparavant.

-Utiliser des cultivars résistants au blanc.

-Maintenir l'humidité relative de la serre sous 85 %.

-Éviter les grands écarts de température.

-Prévenir l'apparition de condensation sur le feuillage.

-Arroser le feuillage des plants pour le débarrasser des spores.

-Lorsque les conditions permettent un séchage rapide (milieu de la matinée) et Éviter d'arroser en fin de journée.

-Favoriser une bonne circulation d'air entre les plants.

-Ramasser les feuilles mortes et les mauvaises herbes en fin de saison, puisque le champignon survit à l'hiver sur ces dernières (**Édith, 2023**).

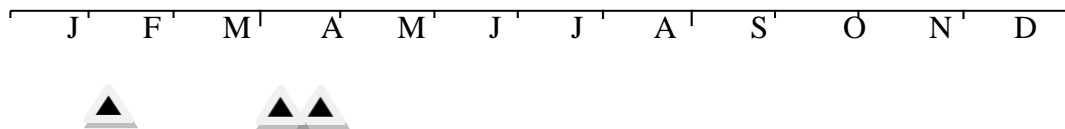
2.8.2 Lutte chimique:

Selon (**Sharma et Mathur, 1984 ; Singh et Singh, 1978 ; Warkentin et al., 1996**). Les formulations de soufre et de dinocap ont été appliquées avec succès dans les calendriers de protection. Cependant, le coût et la logistique des applications répétées de fongicides de protection empêchent leur utilisation à grande échelle dans de nombreux pays. L'application de fongicides uniquement lorsque la maladie est observée (programme réactif) est plus réaliste et plus rentable que les applications régulières (programme préventif). Les fongicides doivent être appliqués lorsque le nombre de plantes infectées est encore faible et que le niveau d'infection sur chaque plante est minimal (<5% d'infection). Le succès dépend d'une surveillance efficace et d'une application en temps voulu. Les producteurs de pois sont réticents à suivre un calendrier de pulvérisation exigeant l'application de produits chimiques à l'aide d'appareils au sol à des stades tardifs de développement de la culture, car les dommages causés à la culture ne sont pas compensés par des augmentations de rendement. Cela rend l'utilisation du soufre mouillable peu attrayante pour de nombreux producteurs qui préfèrent les applications aériennes. Cependant, en raison de son faible coût, le soufre reste une alternative économique aux fongicides modernes lorsque l'application aérienne est limitée par la réglementation, la topographie ou la proximité d'habitations. Le soufre est également autorisé dans certains systèmes d'horticulture biodynamique et biologique.

Des recherches approfondies dans l'industrie agrochimique ont élargi les options de lutte contre l'oïdium dans les années 1980 grâce à l'introduction de plusieurs triazoles (inhibiteurs de la déméthylation des stérols) et de deux autres membres du groupe morpholine, le fenpropimorphe et la fenpropidine. Ces derniers se sont révélés très efficaces dans la lutte contre l'oïdium du pois (**Ranson et al., 1991 ; Warkentin et al., 1996**).

D'après (**Hollomon et Wheeler, 2002**) Les fongicides à large spectre que sont les strobirulines et les anilinopyrimidines ainsi que les spécifiques de l'oïdium que sont la spiroxamine et le quinoxyfen offrent depuis peu davantage d'options de lutte. De nouveaux mélanges sont continuellement testés et approuvés pour la lutte contre l'oïdium du pois, comme le mélange de la strobiruline pyraclostrobine et du carboxamide boscalid.

2.8.3 Calendrier de traitements :



Exemple de traitements pouvant être modifiés selon les conditions de culture (**Jean-Paul Raymond, 1996**).

2.8.4 Méthodes culturales :

La pratique la plus adoptée pour échapper à l'infection par l'oïdium est de planter tôt dans la saison de croissance ou d'utiliser des cultivars à maturation précoce. Les cultures semées tôt et les cultivars à maturation précoce sont souvent moins touchés par cette maladie que les cultures récoltées tardivement, car le champignon a moins de temps pour se propager et affecter le rendement. (**Diego, 2012**).

Selon (**Jarvis et al., 2002**), L'infection de la plupart des oïdiums augmente avec la disponibilité de l'azote dans le sol en raison de son effet sur le taux de croissance de l'hôte. Au contraire, le phosphore réduit l'incidence de la maladie, L'oïdium est souvent plus grave dans un peuplement de pois luxuriant. Le fait que l'oïdium soit plus grave dans des conditions qui favorisent la croissance et la productivité de l'hôte n'implique que les pratiques de gestion des cultures visant à l'hôte dans l'espoir de réduire l'oïdium et sa gravité.

D'après (**Rollinson et al., 1998**) L'oïdium et la gravité n'est pas une proposition attrayante pour les agriculteurs. La rotation des cultures est d'une utilité limitée dans la gestion de l'oïdium. Les épidémies d'oïdium balayent facilement de vastes zones, et la séparation des cultures dans le temps et dans l'espace peut retarder les épidémies, mais pas les empêcher (Vilnius). Retarder les épidémies mais pas les prévenir. Les facteurs météorologiques sont plus importants que le régime de travail du sol dans l'incidence de l'oïdium. L'utilisation de semences exemptes de maladie n'a pas d'effet significatif sur la gestion du pathogène car la possibilité de transmission d'Epis par des semences infectées est faible (**Tiwari et al., 1999**).

3 Le soufre :

Le soufre est un composant de nombreuses protéines enzymatiques qui régulent la photosynthèse et la fixation de l'azote (Sara *et al.*, 2007). Les besoins des plantes en soufre sont égaux, et parfois supérieurs à ceux en phosphore (El fellah, 2017).

3.1 Rôles de soufre pour les plantes :

- Le soufre est un élément essentiel à la croissance et au développement des plantes.
- C'est un composant essentiel de certains acides aminés, comme la cystéine et la méthionine, et intervient donc dans la synthèse des protéines. Il contribue à la formation de chlorophylle, d'enzymes et de certaines vitamines comme la biotine, la thiamine et le glutathion.
- Responsable de l'odeur et de la saveur de certaines plantes, comme les Liliacées (oignons, ail) et les Brassicacées (chou, colza,).
- Joue un rôle essentiel dans la formation des nodosités chez les légumineuses.
- Renforce les mécanismes de protection des plantes, soit par sa présence dans des composés végétaux biocides tels que les glucosinolates et l'alliine, soit par la libération par les feuilles de composés soufrés volatils ayant des effets fongicides (El fellah, 2017). (Figure 13)

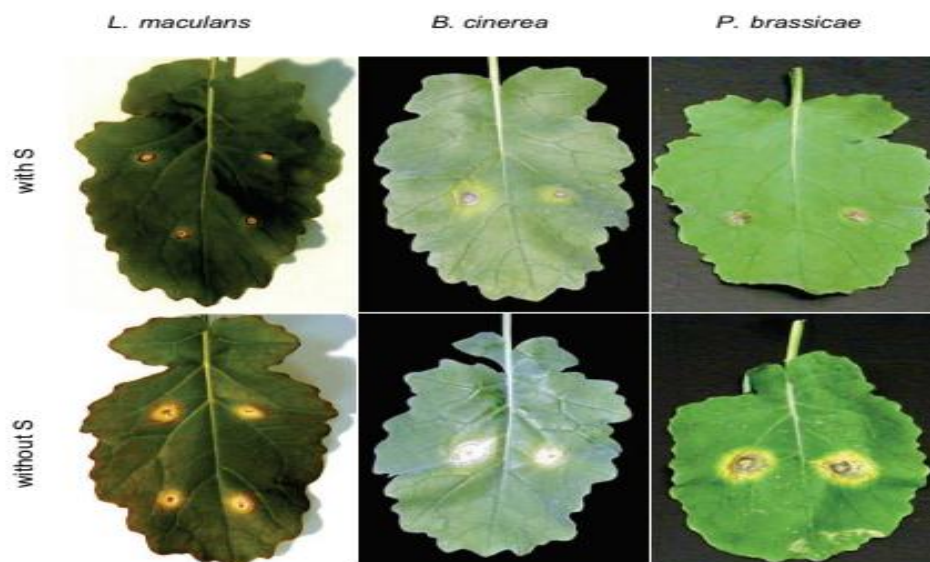


Figure 13 : Résistance de trois champignons différents chez les plantes déficientes en soufre et avec un niveau de soufre adéquat (Dubuis, 2004).

4 Le couvert végétal

4.1 Définition :

En agriculture le terme "couvert végétal", au sens large, a longtemps désigné Un "ensemble de végétaux recouvrant le sol de manière permanente ou temporaire, et dont l'objectif agronomique principal est de protéger le sol de l'érosion par le vent et les précipitations" (**Langdale et al., 1991**).

4.2 L'intérêt de couvert végétal :

➤ Structure du sol

De manière générale, un couvert végétal contribue également à la fertilité du sol en stockant le carbone atmosphérique, grâce à l'action photosynthétique des plantes qui le composent. Plus tard, lorsqu'il est (au moins partiellement) restitué, il constitue un apport en humus et permet d'augmenter la teneur en matière organique du sol (**Labreuche et al., 2011**).

➤ Engrais verts :

On parle d'engrais vert lorsque les couverts sont sélectionnés précisément dans le but d'amender le sol ou de fertiliser la culture de vente suivante. Ces couverts, qui comprennent généralement des légumineuses fixatrices d'azote atmosphérique, sont le plus souvent restitués au sol lors de leur destruction (**Thromas et al., 2018**).

5 Le potentiel redox :

Le potentiel d'oxydoréduction (ou redox) est un bon indicateur de la bonne ou de la mauvaise santé d'un sol ou d'une plante, Une plante et son sol ont besoin d'un bon équilibre redox pour se développer et résister aux agressions. (**Husson ,2016**)

Il est très important de noter que le potentiel redox et le pH sont dépendants l'un de l'autre, et qu'une valeur de potentiel redox n'a de sens que si elle est accompagnée de la valeur de pH du milieu où elle a été mesurée. On peut considérer que le neutre du potentiel redox se situe à

400mV plus que cette valeur la plante sera oxydée et moins que ce valeur la plante sera à l'état réduit

Ainsi chaque végétal ne peut se développer correctement que dans certaines conditions de pH et de redox données. On considère que l'optimum pour la plupart des plantes est DE 6.5 à pour le pH et 400 à 450mV pour le potentiel redox

Tout comme les végétaux, les insectes, les champignons et les bactéries ont un équilibre pH/Eh optimal pour leur fonctionnement. Les équilibres des pathogènes se situent tous dans une zone qui correspond à un état de stress pour la plante. Quand le système est pauvre en énergie, c'est-à-dire qu'il est oxydé, les conditions sont propices au développement des pathogènes. Et la plante n'a pas assez d'énergie disponible pour rétablir des conditions réductrices "plus saines pour elle" (Husson, 2016). (Figure 14)

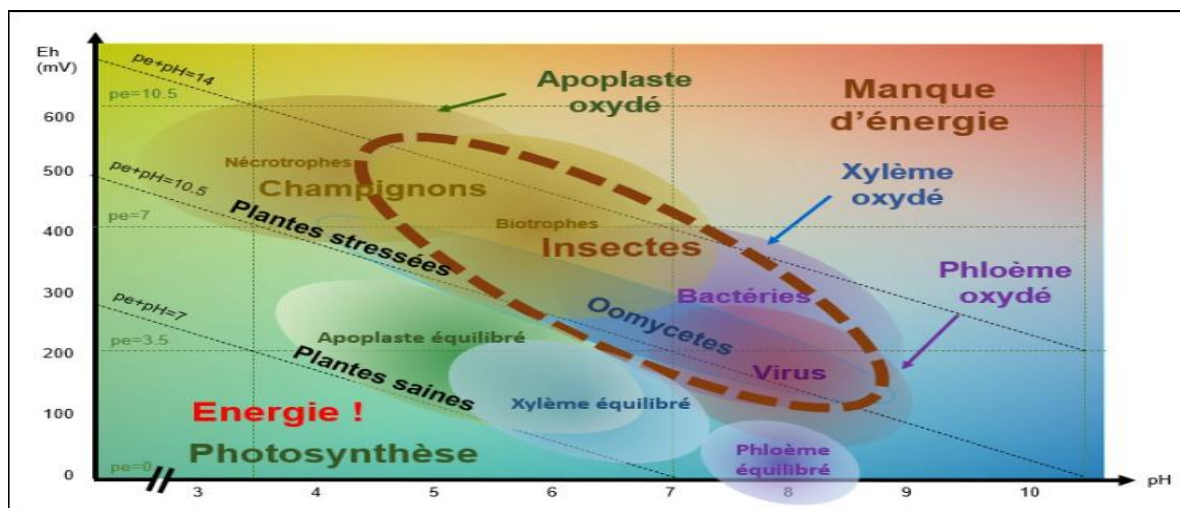


Figure 14 : Zones pE+pH où la plante est saine et où elle est sensible aux attaques de bio agresseur (Husson, 2016).

Chapitre II : Matériels et méthodes

L'objectif de notre travail est de savoir l'effet de la température (à travers la paille et le couvert végétal) et le soufre sur l'apparition et le développement de l'oïdium de petit pois.

1 Description de la zone d'étude :

La zone d'Ain Témouchent est située dans l'Ouest Algérien, limitée par les wilayas d'Oran à l'Est, Sidi Bel Abbès au Sud et Tlemcen à l'Ouest, avec une latitude : 35.2895, longitude : -1.14099, 35°17' 22" Nord, 1°8' 28" Ouest, et altitude : 245 m (**site Web 4**).

Occupe une superficie de 2376,9 km² et dispose des grandes surfaces cultivables. L'agriculture est l'une des vocations de la wilaya d'Ain Témouchent, avec la céréaliculture en grande production, les légumes secs, les fourrages, la vigne et l'arboriculture (**Agent spatiale Algérienne, 2016**). (**Figure 15**)

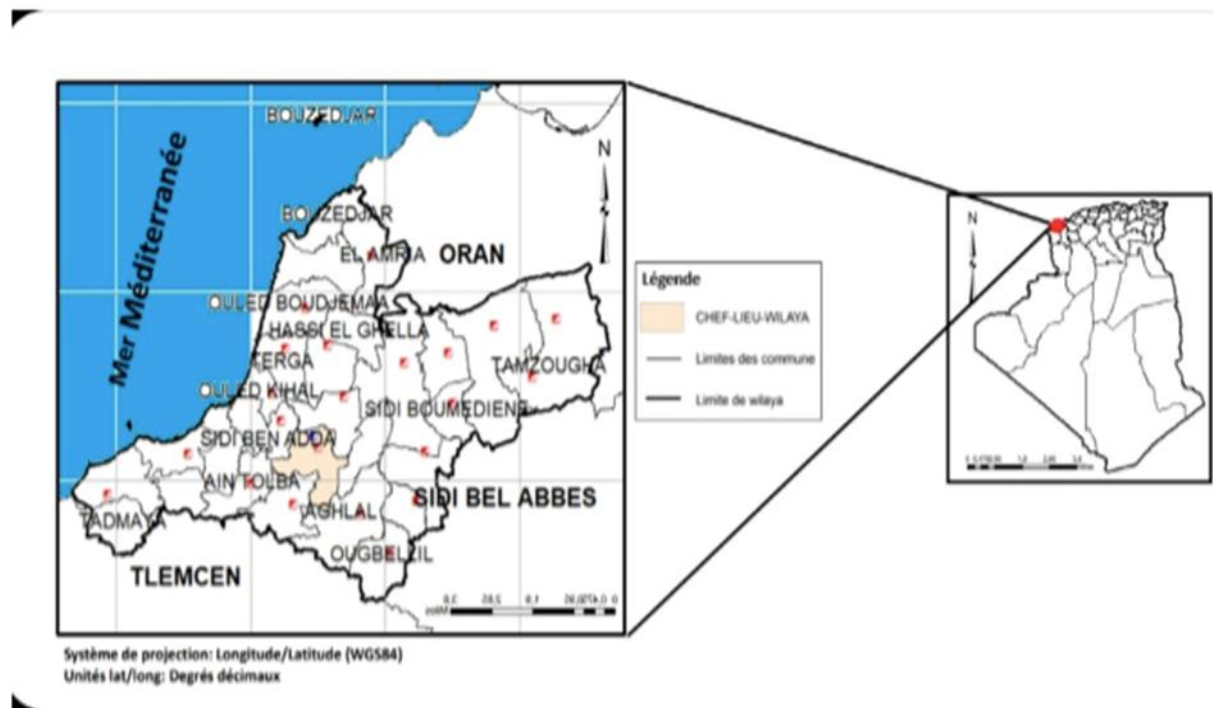


Figure 15 : Carte Géographique d'Ain Témouchent. (**Baghdadi, 2023**).

1.1 Les zones Agricoles de la Wilaya d'Ain Témouchent :

Ain Témouchent est une wilaya à vocation agricole. Elle dispose d'une superficie agricole utile (SAU) de 180 994 Ha couvrant plus de 89 % de la superficie agricole totale (SAT) qui représente 203 584 Ha répartis sur 8 150 exploitations agricoles. Néanmoins, la superficie en

irrigué demeure Négligeable avec 9.985 Ha, soit un taux de 5,52 % de la SAU (DPSB/DSA, 2021). (Figure16)

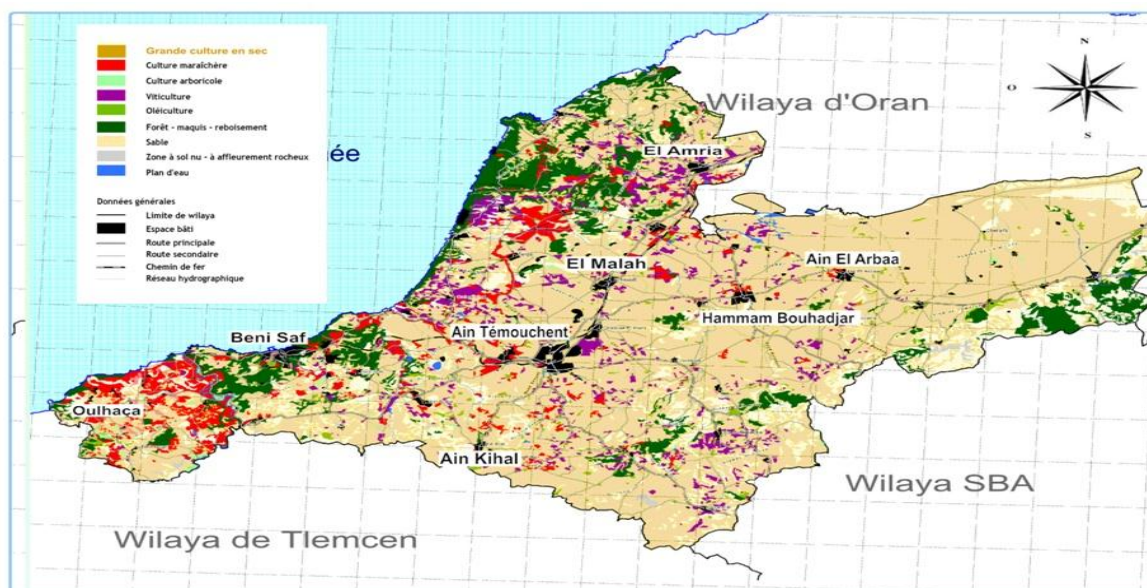


Figure 16 : Carte des zones agricole de la wilaya d’Ain Témouchent (DSA, 2023).

1.2 Les données générales du climat :

Le climat est semi-aride avec des précipitations irrégulières plus ou moins faibles, un été chaud et humide, tandis que l’hiver est relativement doux mais peut être froid.

1.2.1 Températures et précipitations moyennes :

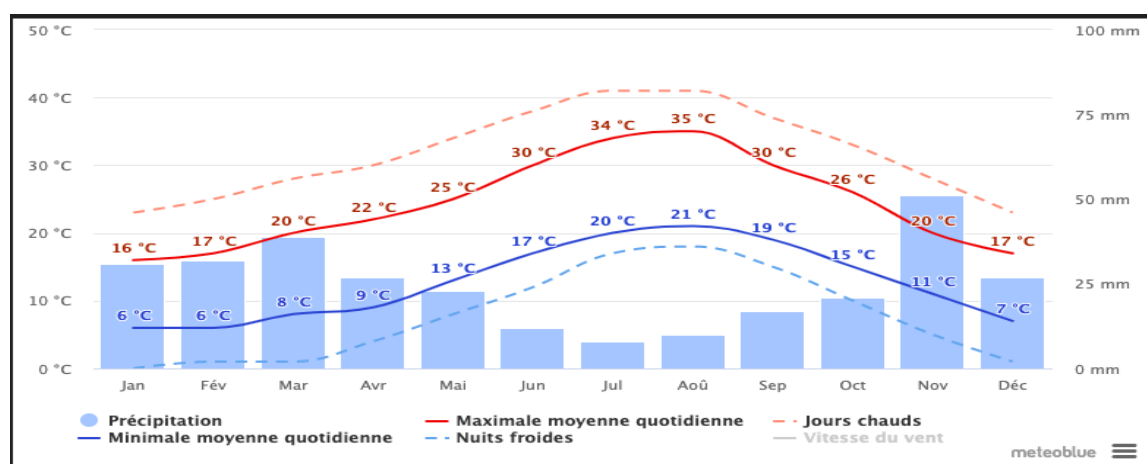


Figure 17 : Températures et précipitations moyennes d’Ain Témouchent des 30 dernières années (Meteoblue, 2023).

Le graphique(**figure 17**) montre la température maximale moyenne quotidienne de chaque mois de la wilaya en ligne rouge. Les jours les plus chauds et les nuits les plus froides sont présentes par des lignes bleues et rouges en pointille, indiquant la moyenne des 30 années. (**Meteoblue, 2023**).

1.2.2 La Pluviométrie :

Les précipitations de pluie mensuelles à Ain Temouchent connaissent des variations saisonnières importantes. La saison pluvieuse s'étend sur une période d 9 mois. Du 7 septembre au 5 juin, avec une moyenne de 13 mm de pluie sur une période de 31 jours. Le mois le plus pluvieux à Ain Témouchent est novembre, avec une moyenne de 53 mm de pluie (**Meteoblue, 2023**).

La période sèche de l'année dure 3 mois, du 5 juin au 7 septembre. Le mois le moins pluvieux à Aïn Temouchent est le mois de juillet, avec une chute de pluie moyenne de 2 millimètres. (**Figure 18**)

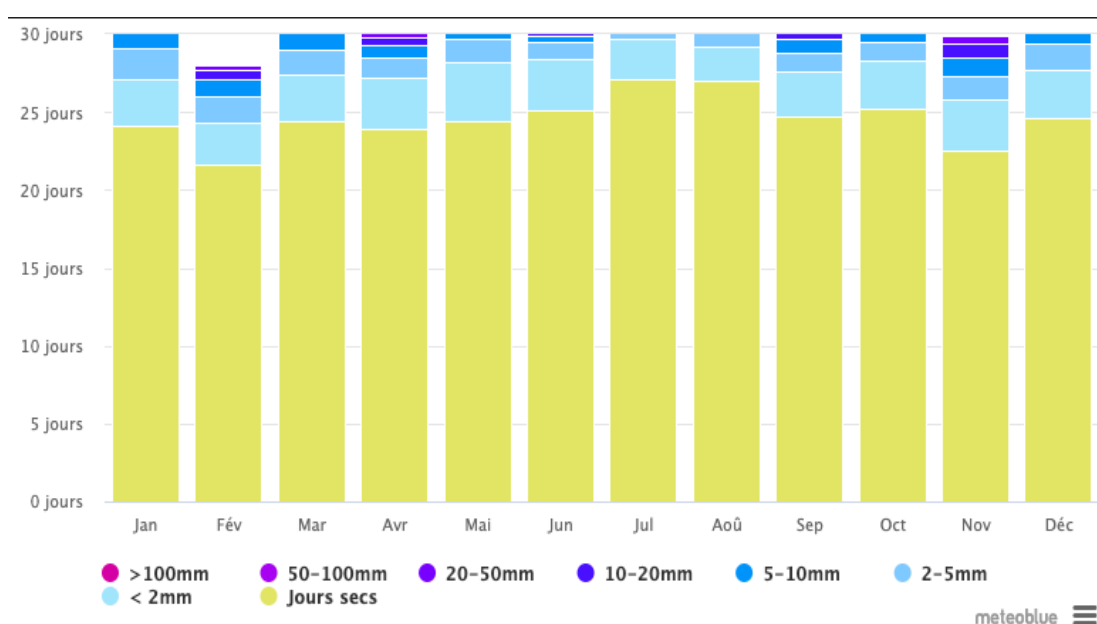


Figure 18 : Pluviométrie mensuelle moyenne à Aïn Temouchent(**Meteoblue, 2023**).

Le diagramme de la précipitation (**Figure 18**) pour Aïn Temouchent indique depuis combien de jours par mois, une certaine quantité de précipitations est atteinte.

1.2.3 Humidité :

La Wilaya d'Aïn Temouchent connaît des variations saisonnières extrêmes en termes d'humidité perçue. La période la plus lourde de l'année dure 3,6 mois, du 17 juin au 5 octobre, avec une sensation de lourdeur, d'oppression ou d'étouffement pendant au moins 13% du temps. Le mois le plus lourd à Aïn Temouchent est le mois d'août, avec 15,4 jours lourds ou plus accablants (Meteoblue, 2022). (Figure 19)

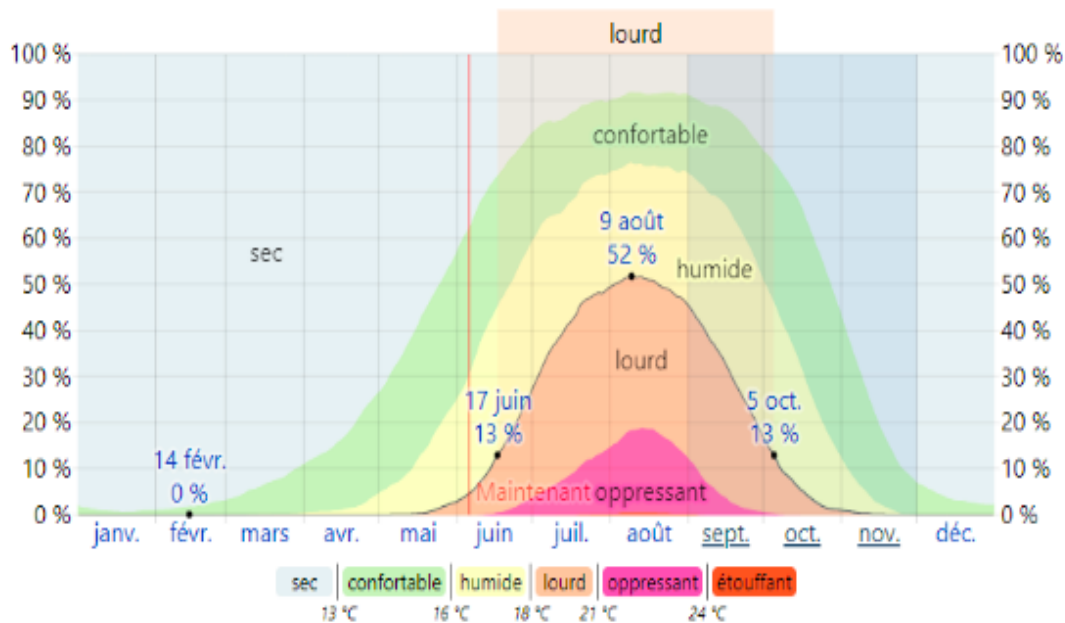


Figure 19 : Niveaux de confort selon l'humidité à Ain Temouchent (Meteoblue, 2023).

1.2.4 L'ensoleillement ou insolation :

C'est le facteur climatique dont il faut tirer parti, l'insolation forte avec les températures élevées entraînant une faible humidité de l'air et donc une évaporation forte (Deygout et Treboux, 2012).

Le maximum d'ensoleillement est relevé durant les mois de juillet et août. Le minimum d'ensoleillement est observé en mai et novembre. (Figure 20)

1.4 Méthodologie de travail :

1.4.1 Matériels utilisés :

Un mètre, un semoir mécanique, des indicateurs pour séparer entre les quatre cites, variété de petit pois “Dorian“, la paille pour couvrir le sol, un système gout à goutte pour l’arrosage, le soufre, un thermomètre pour mesurer la température. **(Figure 22, 23)**



Figure 22 : Le semoir mécanique semis (Benhaddou et Khelladi, 2023).



Figure 23 : Thermomètre utilisé semis (Benhaddou et Khelladi, 2023).

1.4.2 Matériel utilisé au laboratoire :

Les lames, pince, microscope optique, l'étuve, la hotte, l'alcool, l'eau de javel, l'eau, papier wathman, parafilm, les boîtes de pétri.

1.4.3 Préparation de sol :

Pour avoir la relation entre la température de sol et l'apparition de la maladie cryptogamique l'oïdium causé par l'agent pathogène *Erysiphe pisi*, nous avons choisir le petit pois exactement la variété Dorian (Lacha) est commercialiser par l'entreprise SEMINIS spécialisé en développement et production des semences des fruits et légumes et distribuer en Algérie par agro consulting international (ACI). (Figure 24)

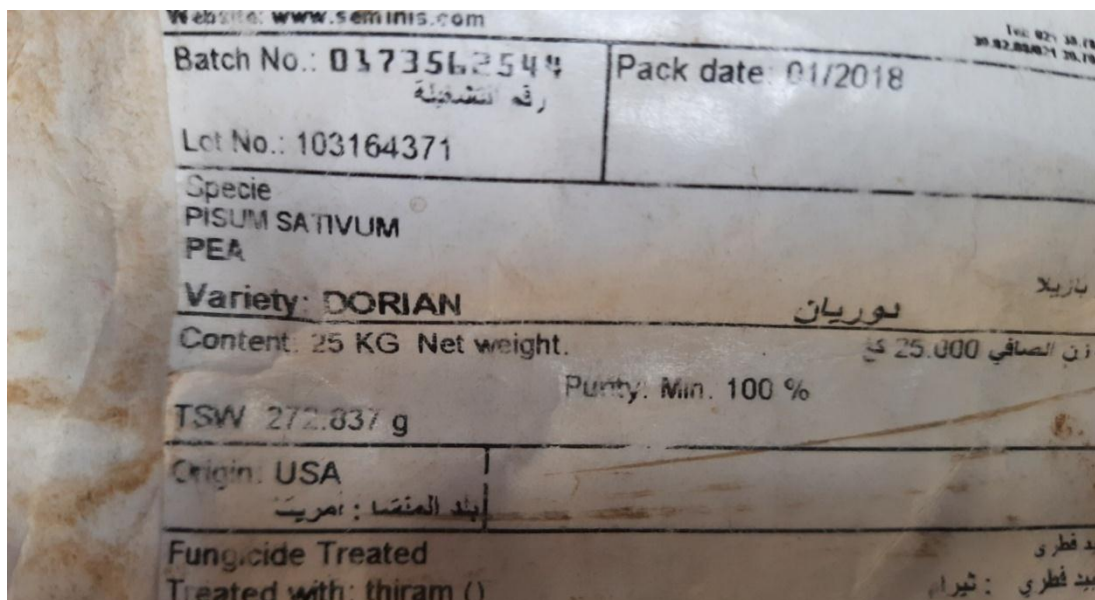


Figure 24 : Etiquette de sac de semence Dorian utilisé pour le semis (Benhaddou et Khelladi, 2023).

1.4.4 Pois grain DORIAN :

Dorian est une variété de pois qui caractérisé par ces Gousses longues et droites de couleur vert foncé, contenant 10 à 11 grains ronds de gros calibre très sucrés. D'une précocité demi tardive à tardive, Résistante à l'oïdium et permet de prolonger les productions de pois pendant toute la saison estivale (Seminis, 2019). (Figure 25)



Figure 25 : variété Dorian de pois *Pisum sativum* L semis (Benhaddou et Khelladi, 2023).

Le 16 février 2023 nous avons fait le semis direct de petit pois, nous avons séparé la zone à quatre parcelles et installé le système goutte à goutte pour l'irrigation de la culture. (Figure 26)



Figure 26: La zone plantée en petit pois semis (Benhaddou et Khelladi, 2023).

1.4.5 Les parcelles de plantation:

Nous avons voulu savoir l'effet de la température et le soufre sur l'apparition et la croissance de la maladie de l'Oïdium.

Site 01 : On couvre le sol par la paille pour baisser sa température et éliminer l'un des conditions favorable pour l'apparition de l'oïdium. **(Figure 27)**



Figure 27 : parcelle contient de la paille (Benhaddou et Khelladi, 2023).

Site 02 : On couvre le sol par la paille pour baisser la température et on ajoute aussi le soufre pour voir son effet sur la lutte contre l'oïdium. Les résultats conclus nous permettent à voir l'effet de la température et le soufre sur cette maladie. **(Figure 28)**



Figure 28 : parcelle contient le soufre et la paille (Benhaddou et Khelladi, 2023).

Site 03 : On n'ajoute rien dans cette parcelle (Témoin), plus un désherbage après l'apparition de couvert végétale. (**Figure 29**)



Figure 29 : parcelle témoin (Benhaddou et Khelladi, 2023).

Site 04 : On ajoute seulement le soufre dans cette parcelle avec un désherbage après l'apparition de couvert végétale. Les résultats conclus nous permettent à voir l'effet de soufre seulement contre l'oïdium. (**Figure 30**)



Figure 30 : parcelle contient le soufre (Benhaddou et Khelladi, 2023).

1.5 Conduite de culture :

Nous avons suivi la croissance de la culture après le plantage, le début d'émergence des feuilles de pois c'était presque un mois après la plantation à cause des conditions climatiques défavorables qui permettent à ce retard végétatives. **(Figure 31)**



Figure 31 : Croissance de petit pois (Benhaddou et Khelladi, 2023).

- Après un mois, la culture a continué sa croissance et devenue plus grande. **(Figure 32)**



Figure 32 : Le développement de petit pois (Benhaddou et Khelladi, 2023).

20 jours après, l'apparition des fruits. (Figure 33)



Figure 33 : L'apparition des fruits de petit pois (Benhaddou et Khelladi, 2023).

-Concernant la température du sol, nous avons pris des mesures avec un thermomètre dans les quatre parcelles et c'est le moment de développement et l'apparition des maladies cryptogamiques comme l'Oïdium.

Nous avons suivi la croissance de la maladie selon les organes et on a fait nos observations au milieu de chaque parcelle pour éviter les contaminations dans les limites des parcelles :

-L'oïdium sur les feuilles : 0% à 40%

-L'oïdium sur les feuilles et les tiges : 40% à 70%

-L'oïdium sur les feuilles, les tiges et les fruits (La plante) : 70% à 100%

1.6 Mesure de pH :

Nous avons mesuré le pH de chaque parcelle dans le laboratoire grâce à la bandelette. (Figure 34)



Figure 34: la mesure de pH de sol (Benhaddou, et khelladi, 2023).

2 Analyse aux laboratoires:

Nous avons prendre des échantillons de chaque parcelle et aller vers l'institut national de la protection des végétaux (Oran) pour faire les analyses nécessaire de l'identification de champignon visé.

2.1 L'isolement:

La première méthode utilisable pour l'identification consiste d'utiliser un bout de scotch et le collé contre la zone contaminée après en mettant une goutte d'eau sur la lame en appliquant le bout de scotch utilisé et en passe à l'observation microscopique. (**Figure 34**)



Figure 35: Observation microscopique de l'oïdium (**Benhaddou et Khelladi, 2023**).

2.2 Le flambage :

La 2eme méthode d'isolement est le flambage consiste a flamber l'échantillon et se fait par plusieurs étapes :

1-préparation d'un milieu de culture à la base de pomme de terre (PDA : milieu classique favorise la croissance et le développement de tous les champignons). (Voir l'annexe).

2-découpage des fragments de la culture, en utilisant un sécateur stérile, en suite les mettre dans une boite de pétri stérile, après par l'isolement en passe à la haute on prend ces tissus

avec une pince et mettre chaque fragment et le désinfecter avec l'alcool 70% et faire les flamber sur la flamme.

3-on met les fragments dans le milieu de culture déjà coulé dans les boites de pétri. (Figure 35 et 36)



Figure 36 : Le coupage des fragments contaminés à partir d'échantillon (Benhaddou et Khelladi, 2023).



Figure 37 : Le flambage des fragments déjà coupé (Benhaddou et Khelladi, 2023).

2.3 Le rinçage :

La 3eme méthode est le rinçage on prend des fragments contaminée et les mettre dans une boîte de pétri stérile , en suite avec une pince on les mettre dans l'eau de javel à 2% pendant

2-3min pour les désinfecter, en suite, on les rince dans l'eau distillé pendant 15min et les sèche en utilisant un papier wattman , à la fin on les mettre dans le milieu de culture déjà coulé dans un étuve de 25° pendant 7 jours après la préparation. **(Figure 37)**



Figure 38 : Le rinçage des fragments et le séchage avec papiers Whatman **(Benhaddou et Khelladi, 2023)**.



Figure 39 : Papier Whatman et parafilm utilisé **(Benhaddou et Khelladi, 2023)**.



Figure 40 : L'appareil de séchage 'étuve' utilisé réglé à 25°C pour le développement des champignons (Benhaddou et Khelladi, 2023).

2.4 L'identification:

7 jours d'incubation, nous avons utilisé deux méthodes pour le diagnostic :

1-La première méthode : un bout de scotch collé sur la souche de champignon apparue sur la boîte de pétri avec une goutte d'eau sur la lame destiné à l'observation microscopique.

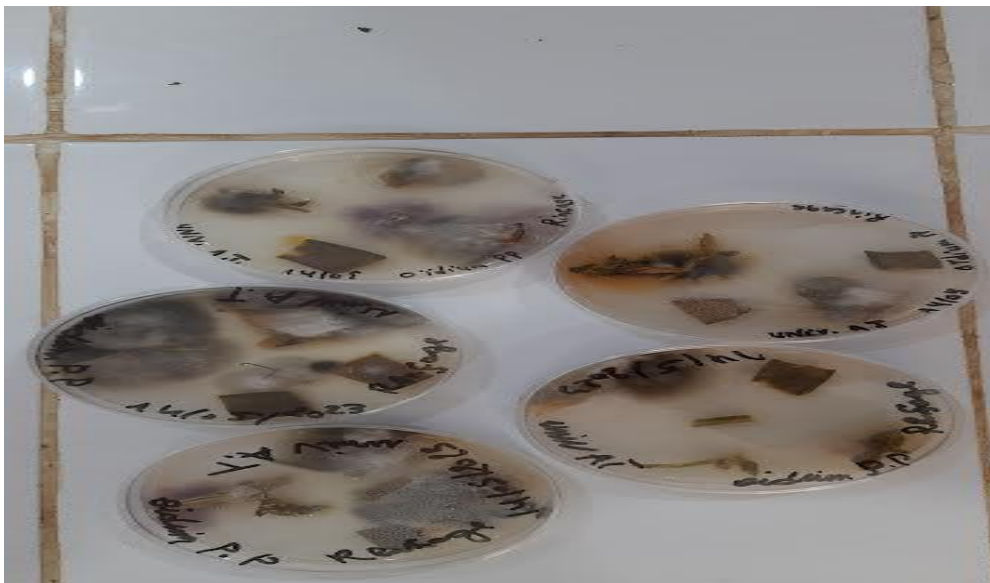


Figure 41 : Les boîtes de pétri des champignons après 7 jours d'incubation (Benhaddou et Khelladi, 2023).



Figure 42 : L'observation des résultats de technique d'un bout de scotch (Benhaddou et Khelladi, 2023).

La deuxième méthode : un petit segment de gélose contenant le champignon a été mis entre la lame et la Melle avec une goutte d'eau et on passant à l'observation microscopique.



Figure 43 : La gélose de la lame à la Melle (Benhaddou et Khelladi, 2023).

2.5 La purification des souches fongiques :

Nous avons pris un segment de gélose contenant le champignon oïdium et le mis dans un milieu de culture PDA et passant à l'incubation pendant 7 jours dans un étuve à 25°C.

(Figure 44)

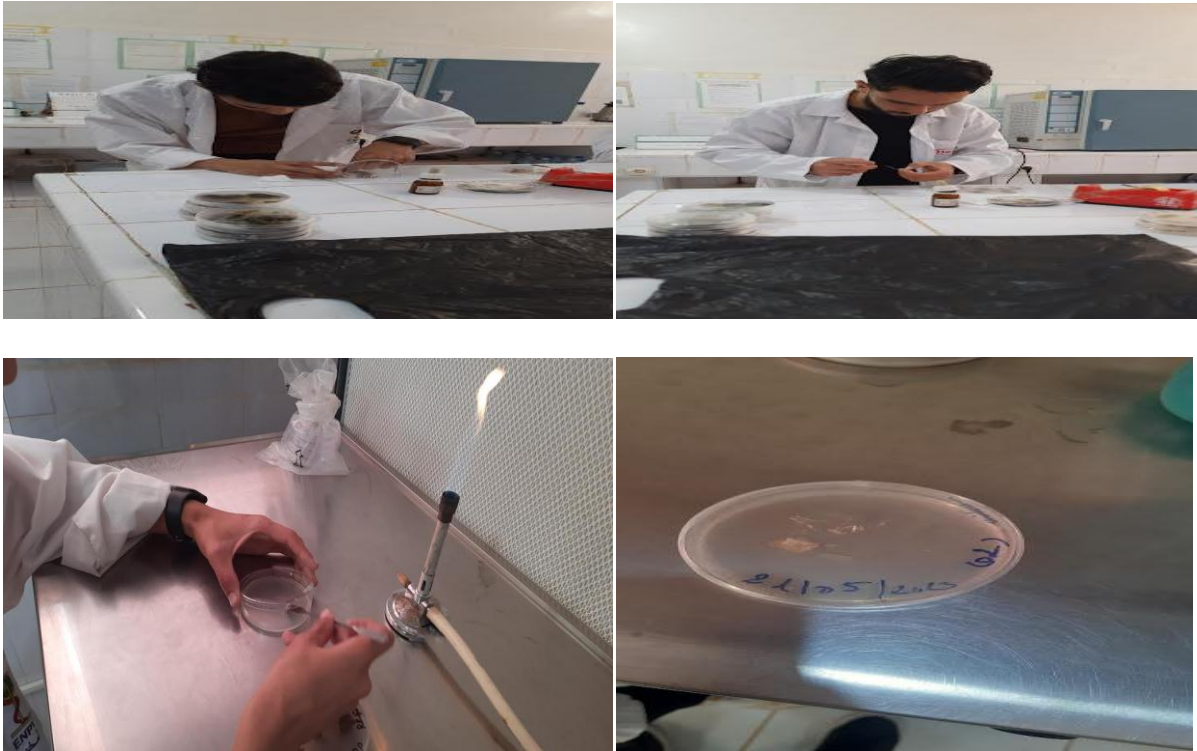


Figure 44 : La purification des souches fongique de l'oïdium (Benhaddou et Khelladi, 2023).

2.6 La conservation de champignon :

7 jours après l'incubation, nous avons fait la conservation de champignon de l'oïdium. (Figure 45)

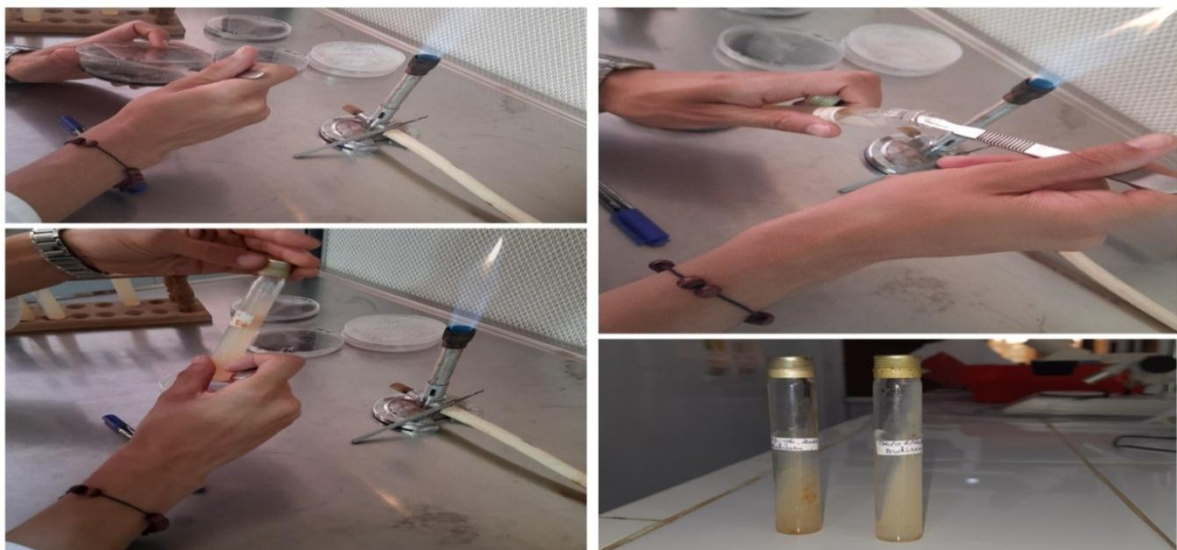


Figure 45 : La conservation de champignon de l'oïdium (Benhaddou et Khelladi, 2023).

Chapitre III: Résultats et discussion

1 Résultats :

1.1 Les mesures thermiques des sols :

Nous avons mesuré la température dans chaque parcelle et aussi dans le reste de terrain.

Tableau 7 : Les mesures de température de sol.

	Parcelle 01	Parcelle 02	Parcelle 03	Parcelle 04	Terrain à coté
20/05/2023	19.3c°	18.6c°	20.8c°	20.3c°	24.5c°
25/04/2023	19.5c°	19.1c°	21.8c°	22.6°	26.4c°

Dans ce tableau 06, Nous remarquons que la parcelle qui contient la paille présente une température inférieure aux autres parcelles avec une valeur moyenne de 18c° à 19c° par rapport aux autres 21c° à 23°.

Parcelle 01 :



Figure 46 : La température dans la 1ere parcelle (Benhaddou et Khelladi, 2023).

Parcelle 02 :



Figure 47 : La température dans la 2eme parcelle (Benhaddou et Khelladi, 2023).

Parcelle 03 :



Figure 48 : La température dans la 3eme parcelle (Benhaddou et Khelladi, 2023).

Parcelle 04 :



Figure 49 : La température dans la 4eme parcelle (Benhaddou et Khelladi, 2023).

Reste de terrain :



Figure 50 : La température dans le reste de terrain (Benhaddou et Khelladi, 2023).

1.2 Les mesures de pH :

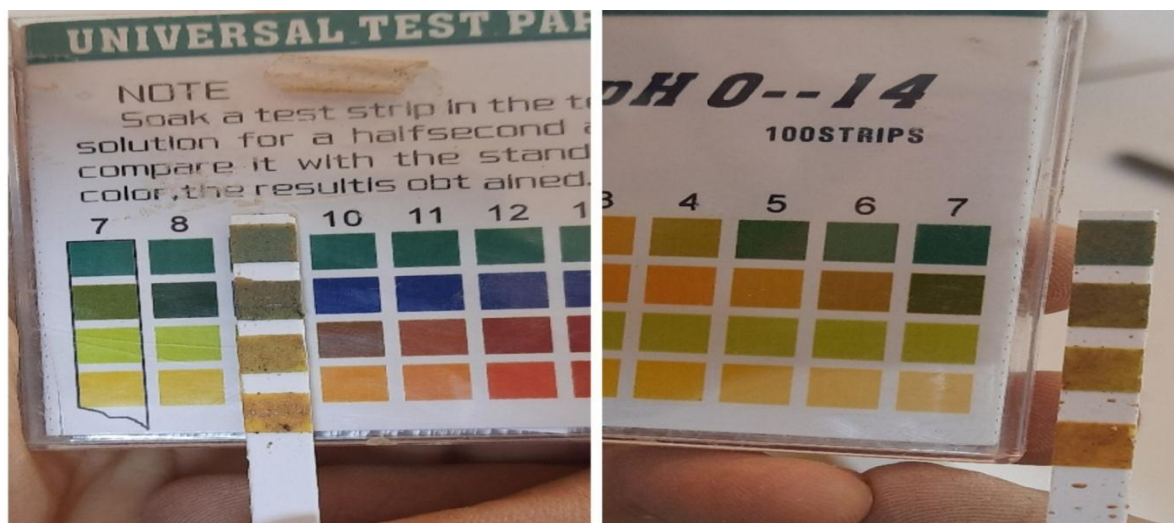


Figure 51: quelques résultats de mesures pH (Benhaddou et Khelladi, 2023).

Les résultats des mesures de pH dans chaque parcelle est cité ci-dessous

Tableau 8 : les résultats de mesures de pH

	pH
Parcelle 01	06
Parcelle 02	07
Parcelle 03	08
Parcelle 04	07

1.3 L'apparition de la maladie :

Le tableau 06 suivant présente le pourcentage de l'apparition de la maladie de l'oïdium dans chaque parcelle étudiée :

Tableau 9 : L'apparition de la maladie de l'oïdium dans chaque parcelle.

	Parcelle 01 (+c,-s)	Parcelle 02 (+c, +s)	Parcelle 03 Témoin	Parcelle 04 (+s)
17/04/2023	0%	0%	30%	5%
23/04/2023	5%	0%	50%	10%
29/04/2023	10%	0%	100%	20%

Nous avons observé et mesuré l'évolution de la maladie de l'oïdium dans les quatre parcelles comme suit :

Parcelle 01 : pas d'évolution de la maladie de façon significative malgré la présence de champignon.

Parcelle 02 : nous avons observé une absence totale de la maladie.

Parcelle 03 (témoin) : évolution très rapide de l'oïdium ce qui a conduit à la destruction totale des plantes de pois.

Parcelle 04 : évolution très lente de champignons de l'oïdium, le pathogène n'arrive pas à attaquer toutes les parties de la plante.

Parcelle 01:



Figure 52 : L'absence de la maladie dans la 1ere parcelle (Benhaddou et Khaladi, 2023).

Parcelle 02:



Figure 53 : L'apparition de la maladie dans la 2eme parcelle (Benhaddou et Khelladi, 2023).

Parcelle 03 :



Figure 54 : L'apparition de l'oïdium dans la 3eme parcelle au niveau des feuilles et les gousses (Benhaddou et Khelladi, 2023).

Parcelle 04 :



Figure 55 : L'apparition de l'oïdium dans la 4eme parcelle au niveau des feuilles (Benhaddou et Khelladi, 2023).



Figure 56 : L'infestation de la culture de petit pois par les maladies (Benhaddou et Khelladi, 2023).

1.4 Résultats des analyses de laboratoire :

1.4.1 Résultats de méthode de bout de scotch :

L'oïdium est présent dans la 3eme et la 4eme parcelle.

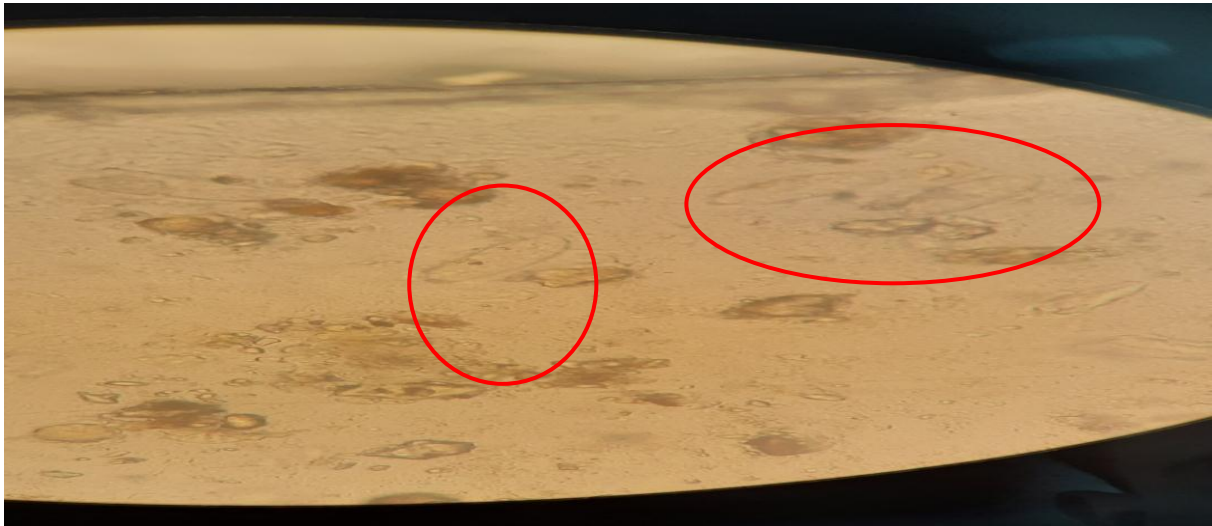


Figure 57: l'oïdium dans la 3eme parcelle (Benhaddou et Khelladi, 2023).



Figure 58 : l'oïdium dans la 4eme parcelle (Benhaddou et Khelladi, 2023).

1.4.2 Résultats de flambage :

Nous avons pu observer le mycélium dans une boîte de pétri et absence dans les autres boîtes (figure 59).



Figure 59 : Le flambage après 7 jours d'incubation (Benhaddou et Khelladi, 2023).

1.4.3 Le rinçage :



Figure 60 : la boîte de pétri de rinçage après l'incubation (Benhaddou et Khelladi, 2023).

La lecture des résultats indique la présence des spores de l'oïdium qui sont de forme ovale, de même taille sous forme de chaînette et transparente (**figure 54**). Ces résultats sont à l'aide de la responsable des maladies fongiques au niveau de la station régionale de protection des végétaux.



Figure 61 : L'observation microscopique et la présence des spores de l'oïdium
(Benhaddou et Khelladi, 2023).

Nous avons aussi trouvé la présence des spores des d'autres maladies comme l'antracnose (*Colletotrichum sp*), l'alternariose (*Alternaria sp*) et la fusariose (*Fusarium oxysporum f.sp*). (**Figures 62, 63,64**)

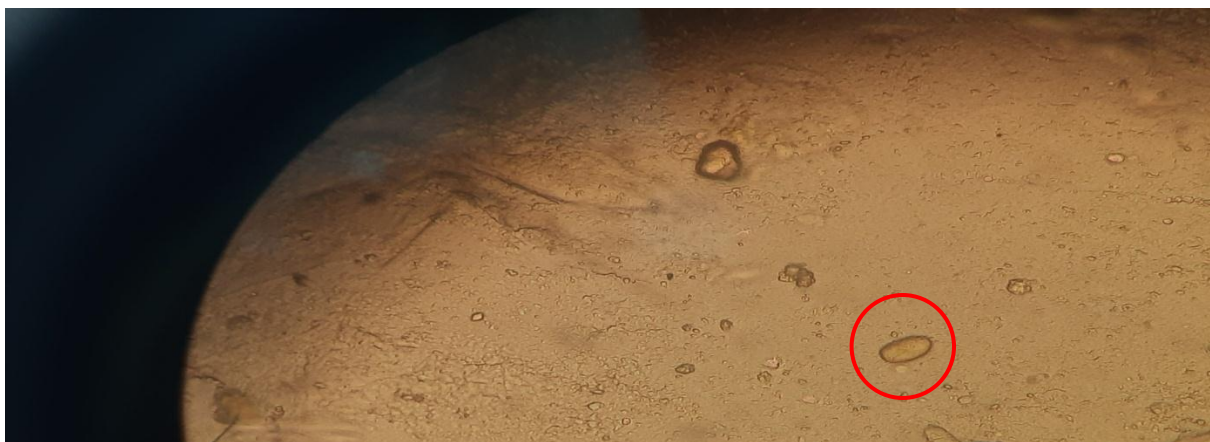


Figure 62: Observation microscopique de *Collectotrichum sp* qui provoque l'antracnose
(Benhaddou et Khelladi, 2023).

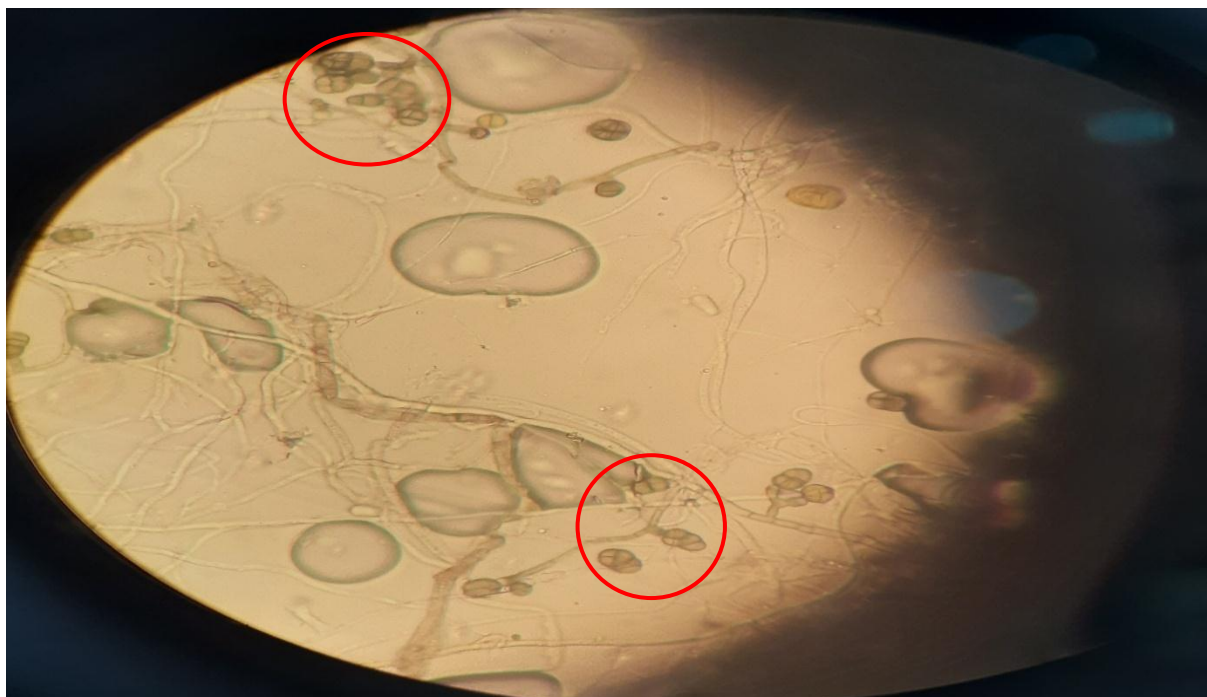


Figure 63: Observation microscopique d'*Alternaria sp* qui provoque l'alternariose
(Benhaddou et Khelladi, 2023).



Figure 64 : Observation microscopique de *Fusarium oxysporum sp* qui provoque la fusariose
(Benhaddou et Khelladi, 2023)

1.4.4 Résultats de la purification:

Après 7 jours de l'incubation nous avons observé le champignon de l'oïdium purifié (figure 58).



Figure 65: Le champignon de l'oïdium après la purification (Benhaddou et Khelladi, 2023).

2 Discussion :

D'après les résultats obtenus après chaque observation, on peut conclure que la maladie de l'oïdium a connu une variation de croissance dans chaque parcelle et ceci grâce à plusieurs facteurs :

2.1.1 La disponibilité de soufre irrigué dans le sol :

On sait depuis l'antiquité que le soufre a des effets protecteurs contre les ravageurs et les maladies, La plupart des connaissances se limitent toutefois à l'effet externe du soufre appliqué par voie foliaire. On en sait moins sur le soufre fourni par le sol, qui a une forte influence sur la santé des plantes, On en sait moins sur le soufre apporté par le sol qui a une forte influence sur la résistance des plantes en stimulant directement les processus biochimiques du métabolisme primaire et secondaire (**Pezet *et al.*, 1986 ; Schnug, 1996**).

La présence du soufre dans le sol permet à la plante de construire son immunité par la production des composés de défense comme les glucosinolates ou les phytoalexines (**Intagri, 2017**). Les plantes contiennent une diversité de métabolites secondaires et beaucoup d'entre eux ont du soufre dans leurs structures. Les dits composés peuvent se présenter sous forme active ou sous forme de précurseurs inactifs, ces derniers étant activés par l'action d'enzymes lors d'une attaque par un pathogène ou lorsque des tissus sont endommagés mécaniquement. et amélioré la résistance aux pathogène fongique (**Davidson et Goss, 1972 ; Schnug, 1996**) par la synthèse du molécules issue du métabolisme secondaire.

Ainsi nous avons observé et même analysé cette résistance dans la quatrième parcelle ou nous avons injecté de soufre sous forme de SO₃ anhydride sulfurique avec le produit fixa soufre comparé à la parcelle trois (témoin) ce qui confirme l'action positive du soufre sur la maladie fongique des petits pois à savoir l'oïdium.

Le soufre peut agir par contact direct et à distance, ce dernier grâce aux composés gazeux qu'il produit. Il est utilisé contre les champignons, principalement de la classe des ascomycètes comme l'oïdium. De plus, il est capable d'arrêter l'infection du champignon, au moins dans certaines phases de son cycle biologique. D'autre part, il est également utilisé pour lutter contre les acariens et certains thrips, notamment aux premiers stades larvaires. (**Intagri, 2017**).

En viticulture, il est généralement appliqué sous forme de poudre à partir du moment où la grappe est verte et le danger d'oïdium est sérieux. Dans les arbres fruitiers et les légumes, il peut être appliqué tout au long du cycle de culture. Il est conseillé de ne pas appliquer le soufre pendant les saisons avec des températures élevées car il perd beaucoup d'efficacité et sa persistance est réduite en raison de l'évaporation rapide. Il peut être appliqué en mélange avec des composés de cuivre (**Intagri, 2017**).

2.1.2 La couverture de sol :

La couverture du sol a influé positivement l'évolution ou l'absence de la maladie. La faible évolution de la maladie observée dans la première parcelle comparée au témoin (parcelle trois) ceci est due à plusieurs raisons :

La température optimale du sol qui permet une croissance et un développement optimal des plantes avec une amélioration de la résistance de ces dernières.

L'absence et le blocage des rayons solaires dans le sol permettent à garder l'état chimique des éléments minéraux sous la forme réduite donc assimilables.

Ceci nous conduit vers les travaux de (**Husson, 2018**), qui a observé une relation entre l'état de l'oxydation des plantes et la présence de l'oïdium. Il a noté que plus la plante est oxydée (perte d'énergie) plus les champignons trouvent le milieu favorable pour se développer comme l'oïdium, donc plus la plante n'arrive pas à compenser la perte d'énergie due à l'oxydation et provoquée par la baisse de la photosynthèse à cause de l'absence des minéraux comme le Fe et le Mn (joue un rôle fondamentale dans la photosynthèse). Ceci provoque une réduction des réactions et de stockage d'énergie (gain d'énergie), ce qui explique l'effet positif du couvert végétal sur l'état d'oxydation de la plante.

CONCLUSION

Conclusion générale

Dans ce travail nous avons étudié l'effet de soufre et la température à travers et la paille le couvert végétal sur l'apparition de l'oïdium de petit pois. Quatre parcelles ont été séparé pour faire cette expérience. Les résultats ont permis de mettre en évidence que le soufre et la diminution de la température influe si sue la croissance ni sue le développement de l'oïdium, les deux combiné dans la culture des petit pois permet une protection parfaite. Tandis que l'utilisation de soufre seulement ou la diminution de la température seulement ont permis l'apparition de cette maladie mais avec un faible taux par rapport au témoin.

A travers ce travail nous espérons d'approfondie nos recherches sur d'autres cultures aussi élargir et proposer des programmes de préventions contre cette maladie avec la proposition des essais sur d'autres maladies fongiques des plantes.

Références Bibliographie

Références Bibliographique

- **Agence spatiale Algérienne (2016).**
- Anne Moussart, Franck Duroueik, (2023),** <https://www.terresinovia.fr/-/diagnostiquer-les-maladies-aeriennes-du-pois-1>.
- Bardin A, PensecR,Lannou C, (2005)**"Inoculum dynamics, spatiotemporal spread, and management of Erysiphepisi on winter pea," *Phytopathology*, vol. 95, no. 3, pp. 275-283, DOI: 10.1094/PHYTO-95-0275.
- Céline Robert, Laurent Ruck, (2020),** <https://www.terresinovia.fr/-/ravageurs-du-pois-de-printemps-le-thrips>
- Chaux Claude, Foury Claude. (1994)** livre : Les productions légumières Tome 1.
- Cullis C,Kunert K.J., (2017).**Unlocking the potential of orphan legumes. *J Exp Bot* 68, 1895-1903.
- Davidson RM, Goss RL (1972)** Effects of P, S, N, lime, chlordane, and fungicides on ophiobolus patch disease of turf. *Plant Disease Reporter* 56: 565-&.
- Dixon GR (1981),** Downy mildews on peas and beans. In: *The Downy Mildews* (DM Spencer, ed), 87-154, Academic Press, New York, USA, p 636.
- Emmett RW, Wicks TJ, Magarey PA, Madge DG (1990):** Recent advances in grapevine powdery mildew management. *Australian and New Zealand Wine Industry Journal*. 5: 213-217.
- Erick Zagal 2003 :** article : Influence de l'apport d'azote et de phosphore sur la décomposition de la paille de blé dans un sol issu de cendres volcaniques.
- Falloon RE, Viljanen-Rollinson SLH (2001)** Powdery mildew. In: Kraft JM, Pflieger FL (eds) *Compendium of pea diseases and pests* American phyto pathological society, St. Paul, Minnesota, pp 28–29.
- Foyer, C. H., Lam, H.-M., Nguyen, H. T., Siddique, K. H. M., Varshney, R. K., Colmer, T. D., et al. (2016).** Neglecting legumes has compromised human health and sustainable food production. *Nat. Plants* 2 (8), 16112. doi: 10.1038/ nplants.2016.112.
- Free J.B. (1993).** *Insect pollination of crops*.2nd ed. Academic Press.London, 152.

Références Bibliographique

-Gerber, H.S. 1983(1984). Major Insect and Allied Pests of Vegetables in British Columbia. British Columbia Minist. Agric. Food Publ., 83-7. 69pp.

-González S -Domínguez et al, (2012)"Evaluation of resistance to powdery mildew caused by *Erysiphepisi* in pea germplasm from Spain," *Plant Disease*, vol. 96, no. 5, pp. 637-643, DOI: 10.1094/PDIS-07-11-0603.

-Gregory Endres, Hans Kandel (2019), Extension Cropping Systems Specialist I, Extension Agronomist/Broadleaf Crops.<https://www.ndsu.edu/agriculture/ag-hub/publications/field-pea-production>.

-Gritton ET, Ebert RD (1975) Interaction of planting date and powdery mildew on pea plant performance. *Am Soc Horti Sci* 100:137–142.

-Haskell, G, (1943). Spatial isolation of seed crops. *Nature (London)* 152: 591-592.

-Helback, H, and Hopf, M. (1959). Domestication of Food Plants in the Old World: Joint efforts by botanists and archeologists illuminate the obscure history of plant domestication. *Science* 130 (3372), 365–372. doi: 10.1126/science.130.3372.365

-Henry Holt, Co 1940, Large EC: The Advance of the Fungi, New York.

-Hollomon DW, WheelerIE (2002)Controlling powdery mildews with chemistry. In: BélangerRR,BushnellWR,DikAJ,CarverTLW(eds)Thepowderymildews,acomprehensivetreatise.APSPress,St.Paul,pp249–255.

-Intagri. (2017). El Azufre como Agente de Defensa contra Plagas y Enfermedades. Serie Fitosanidad Núm. 95. Artículos Técnicos d'INTAGRI. México. 3 p.

Joshua Fanning Pulse, 2022: Pathologist, Horsham, <https://agriculture.vic.gov.au/biosecurity/plant-diseases/grain-pulses-and-cereal-diseases/powdery-mildew-of-field-peas#h2-2>

-Kahrer A, Gross M. (2002): Gemüseschädlinge: Erkennung, Lebensweise, Bekämpfung. Österreichischer Agrarverlag. 3 Fischer K. (2019): Damit die Erbse gesund bleibt. Praxisnah Sonderheft Leguminosen, p. 48-53.

Références Bibliographique

- Khoualda Amina, 2016**, La recherche de champignons phytopathogènes infectants le petit pois (*Pisumsativum*. L). Essai in vitro, de lutte biologique contre les souches phytopathogènes isolées, Constantine.
- Krístkova, E, Lebeda, A, Sedlakova, B, (2009)**.Species spectra,distribution and host range of cucurbit powdery mildews in theCzech Republic, and in some other European and Middle Eastern countries. *Phytoparasitica*, 37: 337e350.
- Krístkova, E, Lebeda, A, Sedlakova, B, (2009)**.Species spectra,distribution and host range of cucurbit powdery mildews in theCzech Republic, and in some other European and Middle Eastern countries. *Phytoparasitica*, 37: 337e350.
- Labreuche J. et al., 2011**, Cultures intermédiaires Impacts et conduites, Arvalis institut du végétal, p23.<https://www.arvalisinstitutduvegetal.fr/vient-de-paraitre-cultures-intermediaires-impacts-et-conduite-@/view-1873-arvstatiques.html>.
- Langdale G. W. et al.1991**.Cover crops effects on soil erosion by wind and water, <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.514.9458&rep=rep1&type=pdf>.
- Laumont et Chevassus.(1960)**. Algérie. Ann. Ins. Agr. des services de recherche -et expérimentation agricole de l'Algérie, Tome II.Juil.1960.35p.
- Loridon, K., McPhee, K., Morin, J., Dubreuil, P., Pilet-Nayel, M. L., Aubert, G., Rameau, C., Baranger, A., Coyne, C., Lejeune-Hènaut, I. et Burstin, J. (2005)**.Microsatellite merker polymorphism and mapping in pea (*Pisumsativum* L.).*Theoretical and AppliedGenetics*, 111, 1022-1031.
- Loumont R. et chevassus A, (1960)**. Note sur l'alimentation de lentille en Algérie ; ANN, INRA ElHarrach ,Tome 2 pp 3-37 .
- Lenné JM, Wood D(1991)**: Plant diseases and the use of wild germplasm. *Phytopathol.* 29: 35-63.
- LepikEE(1970)**: Gene centers of plants as sources of resistance. *Annu Rev Phytopathol.*, 8: 323-344. 10.1 146/annurev.py.08.090170.001543.
- Lucas Heitz, 2013**: <https://www.alsagarden.com/fr/blog/lutte-et-traitements-biologiques-efficaces-contre-loidium>

Références Bibliographique

- **Maatougui M, E, (1996)**. Situation de la culture des fèves en Algérie et perspective de relance. Numéro spécial Fève, co-éditée par l'Institut Technique des Grandes Cultures et le réseau maghrébin de recherche sur fève, Céréaliculture 29 :6-14.
- **Männel M, Schäfer B.C, Haberlah-Korr V. (2020)**: Leitlinie des integrierten Pflanzenschutzes im Anbau von Ackerbohne, Körnererbse, Sojabohne und Süßlupinen. Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen e.V. (UFOP).
- **Marie-Édith Tousignant, (2023)**, agronome (IQDHO, Direction de la phytoprotection (MAPAQ).
- **Messaein, C. M. et Messiaen-Pagatto, F. (2010)**. Le potager familial méditerranéen. 1^{ème} édition, éditions Quae. 192 pages.
- **Mohamed, H.A. Shata, H.M. Abdelal, H.R. EL-Fahl, A.M. Ismail, I.A. (1983)**. Host range and viability of urediospores of *Uromyces fabae* de bary. Agric. Res. Rev., 61: 73-82.
- **Moreno, R. R. (2009)**. Localisation and characterization of yield component quantitative trait loci (QTLs) in Recombinant Inbred Lines (RILs) of pea, *Pisum sativum* ssp. Thèse de doctorat en Biologie. Université de Northern Illinois - États-Unis-.
- **Munjal RL, Chenulu VV, Hora TS (1963)** Assessment of losses due to powdery mildew (*Erysiphe polygoni*) on pea. Indian Phytopathol 19:260–267
- **Nikola Kolev, (1976)**, expert FAO, livre les cultures marichères en Algérie, p165.
- **Nikola Kolev, (1976)**, expert FAO, livre les cultures marichères en Algérie, p166.
- **Nikola Kolev, (1976)**, expert FAO livre les cultures marichères en Algérie, p171-172.
- **Patrick E, Lipps, (1996)**. Powdery Mildew of Wheat "" Wheat Disease Control in Ohio. Plant Pathology, AC-10-96, OSU Extension bulletin 785.
- **Pearson RC, Gaertel W (1985)**: Occurrence of hyphae of *Uncinula necator* in buds of grapevine. Plant Dis, 69: 149-151. 10.1094/PD-69-149.
- **Pearson RC, Gadoury DM (1987)**: Cleistothecia the source of primary inoculum for grape powdery mildew in New York USA. Phytopathology. 77 (11): 1509-1514. 10.1094/Phyto-77-1509.

Références Bibliographique

- Peter Matthews and Dr Alex Nikandrow,(2003)**, Powdery mildew in field peas: a growers guide to management.
- Pezet R, Zuccaroni P, Beffa T (1986)** Soufre élémentaire:mode d'action fongicide et rôle chez les plantes. La Défense des Végétaux 239: 3-16
- Porcuna J, L,(2010)**. Azufre. Agricultura y GanaderíaEcológica N° 0. 64 p.
- Pouvreau, A,(2004)**. Les insectes pollinisateurs. Delachaux&Niestlé, 157p.
- Qiuju Wang 2021:** article : Épandage de paille et changement de carbone organique dans le sol : Une méta-analyse
- Ransom LM, O'Brien RG, Glass RJ (1991)** Chemical control of powderymildew in green peas. Australas Plant Pathol 20:16–20
- Robert laummonier 1964**, livre culture maraichère duxieme édition tom III.
- Sabino P. H,Lavres J. J.; Ferreira M. (2007)**. AzufrecomoNutriente y Agente de Defensa Contra Plagas y Enfermedades. InformacionesAgronómicas, International Plant Nutrition Institute N° 65. 4 p.
- Sakar,.D. Muchlbawer, F. J.,et Kraft, J. M. (1982)**. Technique of screening peas for resistance to Phomamdcicaginis var. phodelta Crop. Sci. 22:988-999.
- Schnug E (1996)**, Significance of sulphur for the nutritional and technological quality of domesticated plants. In WJ Cram, De Kok, L. J., Stulen, I., Brunold, C. and Rennenberg, H., ed, Sulfur metabolismus in higher plants - molecular, ecophysiological and nutritional aspects. Backhuys Publishers, Leiden, the Netherlands
- Sharma T R et al, (2016)**"Pathogenic variability in Erysiphepisi (Powdery mildew) of field pea," Indian Phytopathology, vol. 69, no. 1, pp. 26-28, 2016.
- Sharma LC, Mathur AK(1984)**Chemicalcontrolofpowderymildewof pea. Pesticides 18:50–51.
- González S -Domínguez et al, (2012)**"Evaluation of resistance to powdery mildew caused by Erysiphepisi in pea germplasm from Spain," Plant Disease, vol. 96, no. 5, pp. 637-643, DOI: 10.1094/PDIS-07-11-0603.

Références Bibliographique

- Singh DV, Singh RR (1978)** Chemical control of powdery mildew of pea in Uttar Pradesh. *Pesticides* 12:33–34.
- Smith PH, Foster EM, Boyd LA, Brown JKM (1996)** the early development of Erysiphepisi on Pisumsativum L. *Plant Pathol* 45:302–309.
- Smith RE (1961)**: Grape mildew as viewed in the early agricultural press of California. *Plant Dis Rep.*45: 700-702.
- Thromas M et al. (2018)**. Dictionnaire d'agroécologie, Engrais verts définition, <https://dicoagroecologie.fr/encyclopedie/engrais-vert/>.
- Viljanen-Rollinson SLH, Framptom CMA, Gaunt RE, Faloon RE, McNeil DL (1998)** Spatial and temporal spread of powdery mildew (Erysiphepisi) in peas (Pisumsativum) varying in quantitative resistance. *Plant Pathol* 47:148–156.
- Viljanen-Rollinson SLH, Framptom CMA, Gaunt RE, Faloon RE, McNeil DL (1998a)** Spatial and temporal spread of powdery mildew (Erysiphepisi) in peas (Pisumsativum) varying in quantitative resistance. *Plant Pathol* 47:148–156.
- Wark, D...C. (1950)**.The inheritance of resistance to Ascochytapisi Lib. in Pisumsativum. *Aust. J. Agric. Res. L*: 382:390.
- Warkentin TD, Rashid KY, Xue AG (1996)** Fungicidal control of powdery mildew in field pea. *Can J Plant Sci* 76:933–935.
- Warkentin TD, Rashid KY, Xue AG (1996)** Fungicidal control of powdery mildew in field pea. *Can J Plant Sci* 76:933–935 Young ND, Udvardi M (2009) Translating Medicagotruncatula genomics to crop legumes. *CurrOpin Plant Biol* 12:193–201.

Références Bibliographique

-**Céline ROBERT, Laurent RUCK, (2020)**, <https://www.terresinovia.fr/-/ravageurs-du-pois-de-printemps-le-thrips>

-**Ikram Ajaanid, (2016)**, <https://www.agrimaroc.ma/la-culture-des-petits-pois/#:~:text=Les%20exigences%20p%C3%A9do%20climatiques%20des,conviennent%20pas%20%C3%A0%20la%20culture.>

MADR, 2019, <https://madr.gov.dz/wp-content/uploads/2022/04/SERIE-B-2019.pdf>.

Olivier Husson, (2018). Gronomy, 8(10), 209, <https://agritrop.cirad.fr/589118/>

-**FAOSTAT. (2004)**. <http://www.fao.org> (site internet)

-**FAOSTAT 2018**, <https://worldmapper.org/maps/green-peas-production/> (site internet).

<https://worldmapper.org/maps/green-peas-production/>

<https://madr.gov.dz/wp-content/uploads/2022/04/SERIE-B-2019.pdf>

<https://www.terresinovia.fr/-/ravageurs-du-pois-de-printemps-le-thrips>

<https://extensionaus.com.au/FieldCropDiseasesVic/docs/identification-management-of-field-crop-diseases-in-victoria/field-peas/powdery-mildew-of-field-pea/>

Site Web 4: DB-City. 20/04/2022.

<https://cesaraustralia.com/pestnotes/aphids/pea-aphid/> (site internet).

ANNEXES

1. Couvert de sol par la paille :



Figure 01: La paille dans la 1ere et la 2eme parcelle

2. Protocole de préparation de milieu PDA :

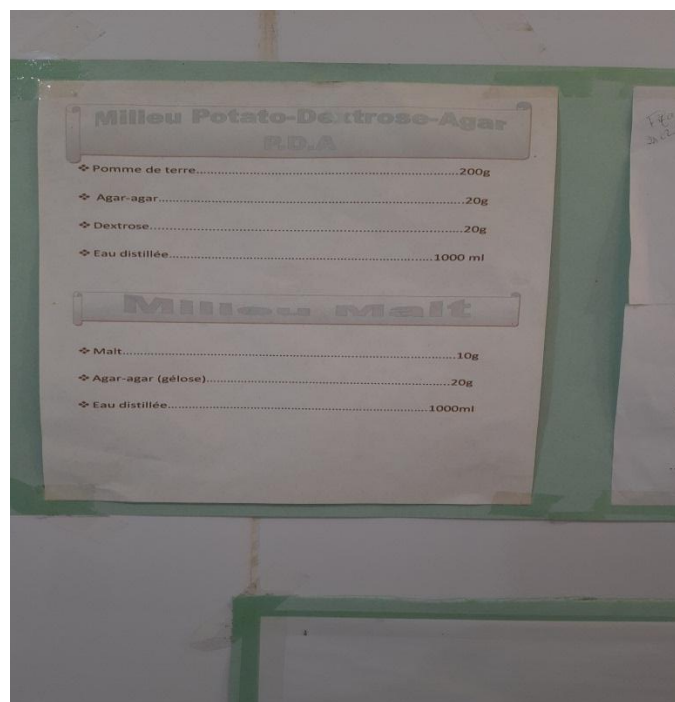



Figure 02: Milieu PDA

3. Les analyses de sol :



Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
BUREAU NATIONAL D'ETUDES POUR LE DEVELOPPEMENT RURAL
EPIC - B.N.E.D.E.R, Villa Bouchaoui – Chéraga – Wilaya d'Alger
Tel : 00 213 23 27 61 37 - 023 27 62 23 / Fax: 023 27 61 39
E-mail : contact@bneder.dz ou direction@bneder.dz / Site web : bneder.dz

Interprétation des résultats analytiques du sol appartenant A Mr DARDEK Lahbib Ech L2

Les résultats obtenus montrent que le sol étudié présente les caractéristiques suivantes :


- **Sur le plan physique :**
 - ✓ La composition granulométrique du profil nous indique qu'il s'agit d'un sol d'une texture très fine argileuse, c'est un sol aux propriétés physiques très mauvaises (milieu imperméable et mal aéré, empêchant une pénétration harmonieuse des racines ; travail du sol difficile en raison de la compacité
 - ✓ Les teneurs en calcaire total et actif indiquent que le sol est faiblement calcaire ;

Sur le plan chimique :

- ✓ Des taux de matière organique non satisfaisants ;
- ✓ Des teneurs en base échangeables fortes ;
- ✓ Des teneurs en oligo éléments indiquant que le sol est pauvre à l'exception de la teneur de l'élément cuivre qui est moyenne ;
- ✓ La capacité d'échange cationique est très forte, cette dernière reflète une très bonne fertilité chimique.

NB :

- Les recommandations sont établies sur la base des résultats analytiques sans tenir compte des facteurs liés au milieu physique, sachant que les prélèvements n'ont pas été effectués par le BNEDEP mais par le client lui-même.



CamScanner

Figure 03: Analyses de sol



Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
BUREAU NATIONAL D'ETUDES POUR LE DEVELOPPEMENT RURAL EPIC -
 B.N.E.D.E.R, Villa Bouchaoui – Chéraga – Wilaya d'Alger
 Tel : 00 213 23 27 61 37 - 023 27 62 23 / Fax: 023 27 61 39
 E-mail : contact@bneder.dz ou direction@bneder.dz / Site web : bneder.dz

Date: août-22

Sous-direction de la Programmation et des Moyens Techniques
 Laboratoire d'analyse des sols et eaux

BORDEREAU DES RESULTATS D'ANALYSES DU SOL

Projet : Privé
 Wilaya: Aïn Temouchent
 Commune: Exploitant: DARDEK Lahbib

Numéro du profil		Echantillon 1			
Coordonnées		X		Y	
Code laboratoire numéro		1			
Horizons		H1			
Profondeur en cm					
Granulométrie (en %)	A				
	LF				
	LG				
	SF				
	SG				
Caco ₃ Total (en %)					
Caco ₃ Actif (en %)					
CEC (en méq /100 g)					
PH (au 1/5)					
C.Emmhos/cm. (1/5)					
Indice de stabilité structural I _s					
P205 ppm					
C %		1,20			
MO %		2,06			
N ‰		1,87			
Humidité %					
K . Henin cm/h					

CamScanner

Figure 04: Analyses de sol



Date: déc-21

Sous-direction de la Programmation et des Moyens Techniques
Laboratoire d'analyse des sols et eaux

BORDEREAU DES RESULTATS D'ANALYSES DU SOL

Projet : Privé
Wilaya: Ain Temouchent
Commune: Ain Temouchent
Exploitant: DARDEK Lahbib

Numéro du profil	L2			
	X	Y		
Coordonnées	3	4	5	
Code laboratoire numéro				
Horizons	H1	H2	H3	
Profondeur en cm	0-30	30-60	60-90	
Granulométrie (en %)	A	50,72	51,20	55,22
	LF	20,42	20,12	18,12
	LG	17,62	17,65	17,16
	SF	7,45	7,46	5,78
	SG	3,80	3,57	3,73
Caco ₃ Total (en %)	8,88	6,75	11,38	
Caco ₃ Actif (en %)	6,63		8,33	
CEC (en méq /100 g)	40,62	42,90	41,28	
K ₂ O ppm	659,86	1336,53	2026,84	
Na ppm	738,05	867,65	1064,35	
Ca ppm	4497,30	5695,30	5450,75	
Mg ppm	2224,15	2026,65	2794,95	
C %	0,93	1,04	0,45	
MO %	1,60	1,79	0,77	
Fe ppm	0	0	1,00	
Mn ppm	0	1,01	0	
Cu ppm	0,625	0,97	0,13	
Zn ppm	0	0	0	

CamScanner

Figure 05: Analyses de sol

4. Dosage de soufre utilisé :

70kg S élémentaire /ha = 210kg so₃/ha

Produit : Fixa soufre