

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université A.MIRA-BEJAIA



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biotechnologie

Réf :.....

Mémoire
Présenté par :

BOUZERIA Malya

HOCINI Fella

Pour l'obtention du diplôme de
Master Académique

Filière : Biotechnologie

Spécialité : Biotechnologie et Valorisation des Plantes

Thème

**Inventaire des maladies cryptogamiques du blé dur (*Triticum durum* Desf.)
dans la région de Bejaïa (Algérie), durant la campagne agricole 2023/2024.**

Soutenu le : 02/07/2024

Devant le Jury composé de :

Nom et Prénom	Grade	Qualité
Mme MEZIANI Saïda	MCA	Président
Mme TABTI Dalila	MCB	Encadrant
Mme DJOUADI Naima	INSP	Co-encadrant
Mme SLIMANI Sakina	MAA	Examineur

Année Universitaire : 2023/2024

Dédicaces

*Je dédie ce travail à la mémoire de ma mère **FIFA**, qui nous a quittés trop tôt en laissant un grand vide dans nos cœurs, que dieu l'accueille dans son vaste paradis.*

*A la prunelle de mes yeux mon très cher papa **MALIKOUN**, qui a toujours été à mes côtés, et sans lui tout ceci n'est qu'éphémères.*

*A ma belle-mère **FARIDA**, qui m'a soutenue tout au long de mon parcours.*

*A mon cher frère **MANSOUR**, et mes chères sœurs **KENZA**, et **CYLIA**.
Je les remercie pour leur aide et leur soutien.*

*Mes très chères cousines **Djamila** et **Melissa** pour leur présences et leur soutien morale.*

A toute ma famille maternelle et paternelle, ainsi qu'à ma très chère belle famille.

*A ma chère copine **Tissouh**, qui était présente à mes côtés depuis notre jeune âge.*

*Un grande merci à mon cher mari **IGMASSEN**, pour ses sacrifices et le soutien moral qu'il n'a cessé de m'apporter.*

*Sans oublier mon binôme **FELLA**. Ainsi que toute notre promotion **BVP**.*

Merci à vous tous.

Malya

Dédicaces

*Avec tous mes sentiments de respect, je dédie ma remise de diplôme à la source de ma joie et mon paradis ,et la lune et le fil d'espoir qui allume mon chemin et ma moitié chère maman **Terbeh** (samia) .*

*A celui qui m'a fait une femme, ma source de vie,d'amour,à mon support qui était toujours à mes côtés pour me soutenir mon tres cher papa **Mahmoud** .*

*A mes merveilleux frères **Fares** et **Fahem**, qui sont toujours derrière moi pour m'encouragée a nourri et realiser mes réves.*

*A ma belle sœur **Souhila** et ces deux princes **Aylane** et **Racime**.*

*A ma chère sœur **Fouzia** et son mari **Abderezak** et ces deux petits anges **Amine Boualem** et **Nihel**,pour son soutiens moral et ses conseils précieux tout au long de mes études.*

*A mes chères coupines **Assia** et **Nessrine** pour leur présence a mes côtés et leurs soutien .*

*A ma merveilleuse binôme **Malya**, pour sa sympathie et sa comprhention.*

A toute ma famille et mes amies de la promotion M2 BVP, et tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment

Fella

Remerciements

Nous commençons par exprimer notre gratitude envers Allah le Tout-Puissant pour nous avoir donné la force, la patience et la volonté nécessaires pour mener à bien ce travail.

Nos sincères remerciements vont également à notre encadrant, Mme TABTI EPSE CHELLI D., qui a accepté de nous guider tout au long de ce projet. Ses conseils moraux et scientifiques ont été précieux, que ce soit en tant qu'encadrant ou en tant qu'enseignante au cours de notre parcours universitaire. Grâce à son soutien, nous avons pu mener à bien notre travail.”

Nous souhaitons également remercier chaleureusement les membres du jury, Mme MEZIANI S. et Mme SLIMANI S., qui ont accepté d'examiner le fruit de ces mois de recherche ainsi que les membres de la session, on cite Mme BOURBABA Y, Mme REMILA S, et Mme ABDELOUHAB K.

Nous adressons également nos sincères remerciements à notre co-promotrice, Mme DJOUADI N., inspectrice phytosanitaire au niveau de la DSA (Direction des Services Agricoles) de la wilaya de Bejaïa. Son aide précieuse a grandement contribué à l'aboutissement de ce travail. Nous avons beaucoup appris à ses côtés, et au-delà de ses qualités humaines, nous avons apprécié la qualité de son encadrement et sa disponibilité pour répondre à nos questions. Nous tenons également à remercier tous les membres de la DSA pour leur soutien.

Nous remercions également les subdivisionnaires des subdivisions agricoles ainsi que tous les agriculteurs des parcelles visitées pour leur aide et leur disponibilité.

Enfin, nous reconnaissons que ce travail n'aurait pas pu être mené à terme sans les concessions et les encouragements de nos parents, à qui nous disons tout simplement merci.

TABLE DES MATIERES

Liste des tableaux

Liste des figures

INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	3
1. LE BLE	3
1.1. Description botanique du blé dur	3
1.2. Cycle de développement	4
1.2.1. La période végétative	4
1.2.2. Période de reproduction	6
1.2.3. Période de maturation	6
2. LES MALADIES CRYPTOGAMIQUES DU BLE	7
2.1. Maladies sur feuillage	7
2.1.1. Les rouilles	7
2.1.2. Les Septoriose	8
2.1.3. Helminthosporiose	8
2.1.4. Oïdium :.....	8
2.2. Maladies des pourritures racinaires.....	9
2.2.1. Le piétin-échaudage	9

2.2.2. Le piétin-verse	9
2.3. Maladies sur épi	9
2.3.1. Le charbon nu	9
2.3.2. Les carie	9
2.3.3. La fusariose	9
2.4. Les Moyens de lutte	11
2.4.1. Lutte chimique	11
2.4.2. Lutte physique	12
2.4.3. Lutte culturale	12
2.4.4. Lutte biologique	12
2.4.5. Lutte génétique	13
CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES	14
1. Matériel de terrain	14
2. Description des stations étudiées	14
2.1. La région de Seddouk	15
2.2. La région de Kherrata	15
2.3. La région d'El kseur	15
3. Conditions climatiques	16
4. Méthodes utilisés	17
4.1. Méthodes utilisés sur terrain	17
4.2 Analyse au laboratoire	18

4. 2.1. Préparation du milieu de culture	19
4.2.2. Désinfection et isolement des pathogènes	20
4.2.3. Purification des champignons	22
5. Identification des champignons	23
5.1. Etude des caractères macroscopique	23
5.2. Identification microscopique	23
CHAPITRE 3 : RESULTATS ET DISCUSSION	24
1. Résultats	24
1.1. Résultats des prospections	24
1.2. Résultat de l'analyse du laboratoire	28
1.2.1. La Septoriose	29
1.2.2. L'oidium	29
1.2.3. La rouille brune	31
1.2.4. L'helminthosporiose	32
1.2.5. La fusariose	33
1.2.6. Piétin échaudage	34
2. Discussion	37
CONCLUSION	39

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXES

RESUME

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
Tableau 01 :	Les méthodes de lutte contre quelle que maladies cryptogamiques (SAFER et RAHMANI, 2015).	11
Tableau 02 :	Précipitations mensuelles enregistrées durant la campagne agricole 2023-2024	16
Tableau 03 :	Températures mensuelles enregistrées durant la campagne agricole 2023-2024	16
Tableau 04 :	Les Parcelles visitées	17
Tableau 05 :	Identification macroscopique des isolats suspectés d'être helminthosporiose	32

Liste des figures

N°	Titre	Page
Figure 01 :	Cycle de développement du blé. A/ Cycle de développement du blé et B/ les périodes de développement de blé.	05
Figure 02 :	Maladies cryptogamiques qui touchent le blé dur	10
Figure 03 :	Localisation géographique des sites prospectés dans la wilaya de Bejaia par le logiciel Google Earth Pro	14
Figure 04 :	Les quatre Parcelles prospectées (A : Seddouk, B : Kherrata, C : El kseur1 et D : 2)	15
Figure 05 :	La méthode d'échantillonnage en X (A), B : le quadrat.	17
Figure 06 :	Préparation de l'extrait de pomme de terre	19
Figure 07 :	Préparation du glucose (A) et de l'agar (B), (C) le mélange de A et B	19
Figure 08 :	Ajustement du pH du milieu PDA (A), et sa mise dans des flacons(B)	20
Figure 09 :	Stérilisation et isolement sur milieu de culture	21
Figure 10 :	La technique de la chambre humide	22
Figure 11 :	Repiquage sur milieu PDA	23
Figure 12 :	Les températures moyennes mensuelles enregistrées durant la campagne agricole 2023-2024.	24
Figure 13 :	Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées durant la campagne agricole 2023-2024	25
Figure 14 :	Diagramme ombrothermique de la campagne agricole (2023-2024) enregistré à Béjaïa	26
Figure 15 :	La fréquence des maladies cryptogamiques dans les 4 stations d'étude.	27
Figure 16 :	Insectes présents dans les différentes parcelles.	28

Figure 17 :	Septoriose sur une feuille	29
Figure 18 :	Feuille du blé dur contaminée (mycélium et exsudats bactérien).	29
Figure 19 :	L'Oïdium sur la feuille du blé dur observé sous une loupe binoculaire (G x2).	30
Figure 20 :	Les conidies et les conidiophores <i>Erysiphe graminis</i> de l'oïdium (Gx40)	30
Figure 21 :	Rouille brune <i>Puccinia recondita</i> sur une feuille observée sous une loupe binoculaire (Gx2).	31
Figure 22 :	<i>Téleospore de Puccinia recondita</i> (Gx40).	31
Figure 23 :	Helminthosporiose sur une feuille.	32
Figure 24 :	Observation microscopique d'une conidie de <i>Helminthosporium tritici-repentis</i> (Gx100).	33
Figure 25 :	Aspect des colonies de la fusariose sur milieu PDA. A : colonies de fusariose de tige. B : colonies de fusariose d'épi.	34
Figure 26 :	observation microscopique de <i>Fusarium sp</i> (Gx40)	34
Figure 27 :	Aspect des colonies du piétin échaudage sur milieu PDA	35
Figure 28 :	Observation microscopique de <i>Epicoccum nigrum</i> (A) et champignons Saprophytique (B)	35
Figure 29 :	Observation microscopique d' <i>Alternaria sp.</i> (A), <i>Aspergillus niger</i> (B), <i>Aschochyta graminicola</i> (C)	36

INTRODUCTION

Les céréales constituent toujours, de loin, la ressource alimentaire la plus importante au monde, à la fois pour la consommation humaine et pour l'alimentation du bétail (**Feillet, 2000 ; Djermoun, 2009**). Elle occupe annuellement selon (**Malki et Redjel, 2000**) presque 50% en moyenne de la superficie Céréalière Agricole Utile (SAU) cette superficie emblavée est dominée par le blé dur qui conserve la première place suivi de l'orge, le blé tendre et enfin l'avoine, le Conseil International des Céréales (CIC) dévoile ses premières estimations de production mondiale de blé pour la campagne agricole 2023/24, elle serait de 788 Mt, après un record évalué à 796 Mt pour 2022/23 et une moyenne quinquennale de 768 Mt.

En Algérie, la production nationale des céréales est constituée essentiellement de blé et de l'orge (**Anonyme, 2018**). Ces dernières constituent l'alimentation de base de la population. Elles couvrent environ 80% des terres cultivées, malheureusement la production reste faible et les rendements oscillent aux grés des aléas climatiques (**Benniou et al., 2018**). Sur le marché mondial, l'Algérie demeure toujours parmi les grands importateurs de céréales du fait de la faible capacité de la filière nationale à satisfaire les besoins de consommation croissants de la population. En effet, la production locale de céréales ne couvre qu'un peu plus de 30% des besoins du pays (**Ammar, 2015**). La demande de blé est partiellement couverte par la production nationale, qui varie selon les campagnes (principalement en fonction de la pluviométrie) entre 0,9 et 4,9 millions de tonnes. Le reste de la demande est satisfaite par les importations (**Bencharif et Rastoin, 2007**).

L'Algérie se place en deuxième position mondiale, avec un volume d'achat de 1,28 million de tonnes en 2022/2023. Les prévisions du Conseil International des céréales (CIC) indiquent une augmentation de 8%, avec des projections de 1,5 million de tonnes pour la campagne en cours. La culture du blé est localisée essentiellement dans les régions semi-arides des hauts plateaux et les plaines telliennes ainsi que les régions arides. Parmi elles, la région de Bejaia, qui, selon la Direction des Services Agricole (DSA), la surface agricole semée en blé a progressé de 266 hectares, soit un total de 5291 hectares dans cette région prédominée par la culture arboricole. Pour rappel, le rendement des précédentes saisons, marquées par la

sécheresse, ont abouti à la récolte d'environ 28 000 quintaux seulement contre une moyenne de 80 000 quintaux de blé et d'orge moissonnés habituellement.

Cependant cette culture stratégique se trouve annuellement confrontée à plusieurs contraintes qui causent des chutes du rendement, on cite les pratiques culturales inadéquates, les aléas climatiques, l'utilisation de variétés sensibles, les ravageurs, la concurrence des mauvaises herbes ainsi que les maladies cryptogamiques (**Sayoud et Benbelkacem, 1996**). Ce dernier facteur constitue l'objectif de notre travail.

Cette étude a été réalisée durant la campagne agricole 2023/2024 en collaboration avec la Direction des Services Agricoles (DSA) dans le but d'inventorier les principales maladies cryptogamiques du blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans trois communes de la région de Béjaïa, à savoir El Kseur, Seddouk et Kherrata.

Le travail est structuré en trois chapitres, après l'introduction, le premier chapitre présentera une partie bibliographique donnant des notions générales sur le blé dur, les maladies dues aux champignons ainsi que les moyens de lutte, le second chapitre sera réservé à la partie matériel et méthodes, et le dernier chapitre est consacré à l'interprétation des résultats obtenus. Le mémoire se termine par une conclusion et des perspectives.

CHAPITRE 1 : Synthèse Bibliographique

Partie 1 : Le blé

Partie 1 : Le blé dur

1.1. Description botanique du blé dur

Le blé dur (*Triticum turgidum* ssp. *durum*) appelé ainsi en raison de la dureté de son grain (Mackey, 1968). est une monocotylédone annuelle de la famille des Graminées ou Poacées, de la tribu des Triticeae et du genre *Triticum*. Elle comprend 600 genres et plus de 5000 espèces. C'est une espèce tétraploïde : $2n = 4x = 28$ (Feillet, 2000).

Le centre d'origine géographique du blé dur est le Moyen-Orient, mais il est différencié dans trois centres secondaires : l'ouest du bassin méditerranéen, le sud de la Russie et le Proche-Orient (Ladraa, 2012).

Il est classé de la manière suivante selon l'Angiosperm Phylogeny Group (Anonyme, 2009).

Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	<i>Tracheobionta</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Classe	<i>Liliopsida</i>
Sous-classe	<i>Commelinidae</i>
Ordre	<i>Poales</i>
Famille	<i>Poaceae</i>
Sous-famille	<i>Pooideae</i>
Tribu	<i>Triticeae</i>
Genre	<i>Triticum</i>
Espèce	<i>Triticum durum</i> Desf.

Les espèces du genre *Triticum* sont des plantes herbacées à feuilles alternes et à croissance définie (Soltner, 1988).

L'appareil végétatif est à tallage faible, a chaume (talle) long et souple (Olmedo et al, 1995 ; Soltner, 2005). Le blé dur possède une tige cylindrique, dressée, habituellement creuse et subdivisée en entrenœuds (Clarke et al., 2002), les feuilles sont alternes est composées de quatre parties : gaine, limbe à nervures parallèles, stipules et ligules (Soltner, 2005).

L'inflorescence est un épi muni d'un rachis portant des épillets séparés par de courts entrenœuds. Chaque épillet compte deux glumes (bractées) renfermant de deux à cinq fleurs distiques sur une rachéole (**Bozzini, 1988**).

Le fruit est un caryopse nu ou fruit sec indéhiscent, de section triangulaire, très riche en albumen et de texture vitreuse (**Soltner, 2005**).

Le système racinaire comprend des racines séminales produites par la plantule durant la levée, ainsi que des racines adventives qui se forment plus tard à partir des nœuds à la base de la plante et constituent le système racinaire permanent (**Clarke et al., 2002**).

Le blé dur est bien adapté aux régions à climat relativement sec, où il fait chaud le jour et frais la nuit durant la période végétative, ce qui est typique des climats méditerranéens et tempérés. Les semences peuvent lever à aussi peu que 2 °C, même si la température optimale est de 15 °C (**Bozzini, 1988**).

1.2. Cycle de développement

Le blé possède un cycle biologique annuel, réparti en trois périodes successives (**Figure 01**) (végétative, reproductrice et maturation) (**Soltner, 1999**).

1.2.1 La période végétative

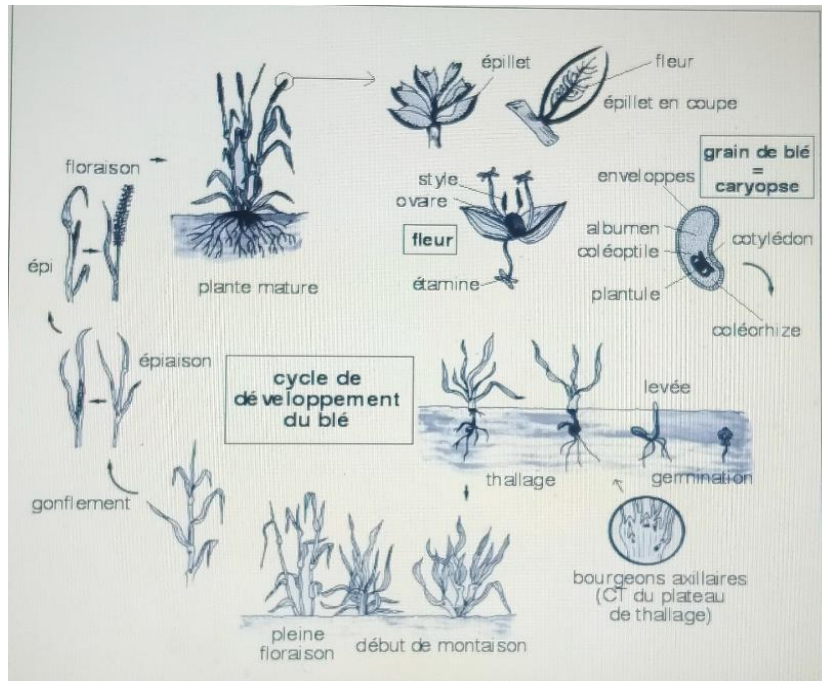
Elle se caractérise par un développement strictement herbacé et s'étend du semis jusqu'à la fin du tallage, elle est subdivisée en deux phases :

A. Phase germination-levée

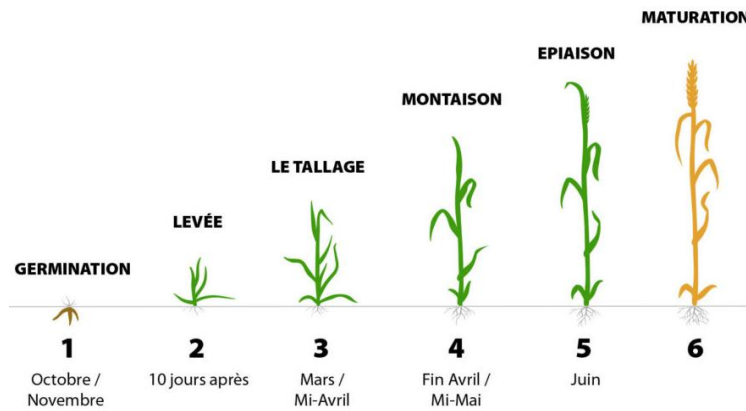
La germination de la graine se caractérise par l'émergence du coléorhize donnant naissance à des racines séminales, la date de la levée est définie par l'apparition de la première feuille qui traverse la coléoptile (gaine rigide et protectrice enveloppant la première feuille). La levée se fait dès la sortie des feuilles à la surface du sol (**Soltner, 2005**).

B. Le tallage

La production de talles commence à l'issue du développement de la troisième feuille (**Moule, 1971**).



A



B

Figure 1. Cycle de développement du blé :
Cycle de développement du blé (A) et les périodes de développement (B).

1.2.2. Période de reproduction

Elle comprend deux phases, la montaison-gonflement et l'épiaison-floraison.

A. Montaison-gonflement

La montaison débute à la fin du tallage, elle est caractérisée par l'allongement des entrenœuds et la différenciation des pièces florales. A cette phase, un certain nombre de talles herbacées commence à régresser alors que d'autres se trouvent couronnées par des épis. Pendant cette phase de croissance active, les besoins en éléments nutritifs notamment en azote sont accumulés (**Belaid, 1987**). La montaison s'achève à la fin de l'émission de la dernière feuille et des manifestations du gonflement qui provoquent les épis dans la gaine (**Soltner, 1988**).

B. Epiaison-floraison

Elle est marquée par la méiose pollinique et l'éclatement de la gaine avec l'émergence de l'épi. Cette phase est atteinte lorsque 50 % des épis sont à moitié sortis de la gaine de la dernière feuille (**Gate, 1995**).

1.2.3. Période de maturation

Elle comprend deux stades le grossissement et la maturation des grains.

A. Grossissement du grain

Cette phase marque la modification du fonctionnement de la plante qui sera orientée vers le remplissage des grains à partir de la biomasse produite. A l'issue de cette phase, 40 à 50% des réserves se sont accumulées dans le grain qui, bien qu'il ait atteint sa taille définie, se trouve encore vert et mou, c'est le stade « laiteux » (**Gate, 1995**).

B. Maturation du grain

La phase de maturation succède au stade « pâteux » (45% d'humidité). Elle correspond à la phase au cours de laquelle le grain va perdre progressivement son humidité en passant par divers stades (**Gate, 1995**). Elle débute à la fin du palier hydrique marqué par la stabilisation de la teneur en eau qu'il contient et passera progressivement aux stades « rayable à l'angle (20% d'humidité) puis « cassant sous la dent » (15 à 16% d'humidité).

Partie 2 : Les maladies du blé

Partie 2 : Les maladies cryptogamiques du blé dur

Le blé dur peut être attaqué par de nombreuses maladies à différents stades de son développement. Ces attaques peuvent occasionner des pertes importantes lorsque les variétés utilisées sont sensibles et les conditions de l'environnement sont favorables à l'expression des maladies, particulièrement les maladies cryptogamiques qui causent plus de dégâts (**Aouali et Douici-Khalfi, 2013**).

Selon **Aouali et Douici-Khalfi (2009)**, les maladies des céréales peuvent être regroupées selon les symptômes qu'elles induisent et les parties qu'elles affectent. De ce fait, on distingue les maladies cryptogamiques, aussi appelée maladie fongique, sont des maladies causées par des organismes microscopiques tels que des champignons parasitaires filamenteux, des oomycètes et des bactéries, causant des symptômes localisés sur feuillage, les maladies causant des pourritures racinaires et les maladies causant des symptômes sur les épis.

2.1. Maladies sur feuillage

2.1.1. Les rouilles

► La rouille brune

Les symptômes causés par *Puccinia recondita* se caractérisent par de petites pustules circulaires ou ovales de couleur orange ou brune (urédospores), apparaissant sur la face supérieure des feuilles (**Figure 02.A**) (**Lamari et al., 1991 ; Sayoud et al., 1999 ; Ezzahiri, 2001**). En fin de saison, ces pustules prennent une couleur noire (téleutospores) (**Ezzahiri, 2001; Aouali et Douici-Khalfi, 2009**).

► La rouille jaune

Les symptômes de *Puccinia striiformis* se traduisent par des pustules de forme globuleuse et de couleur jaune ou orangée, disposées en stries le long des nervures des feuilles d'où le nom de l'espèce (**Figure 02.B**). Elles peuvent aussi se développer sur la face inférieure des feuilles sur les épis et les grains (**Ezzahiri, 2001 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009; Jlibene, 2011**).

► La rouille noire

Les symptômes de *Puccinia graminis* se manifestent par des pustules plus longues que celles de la rouille brune, elles sont de couleur rouge-brique à marron foncé (**Figure 02.C**). Elles se développent sur les feuilles, les tiges et les épis (**Ezzahiri, 2001; Aouali et Douici-Khalfi, 2009**).

2.1.2. Les septoriose

► La tache septorienne

La maladie est provoquée est par *Septoria tritici*, Les symptômes commencent par de petites taches de couleur brune rougeâtre irrégulières sur les feuilles inférieures et en particulier sur celles en contact du sol. Les taches sont d'abord délimitées par les nervures pour ensuite s'étendre longitudinalement de 5 à 15 mm et prendre une couleur grise claire (**Figure 02.D**) (**Ezzahiri, 2001 ; Michel, 2002 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009**). Après l'apparition des nécroses sur le feuillage, de petites ponctuations noires (les pycnides) apparaissent dans les taches (**Zillinsky, 1983**).

► Septoriose des feuilles et épis

Les symptômes de *Septoria nodorum* se manifestent sur le feuillage, les glumes, la gaine des feuilles et les nœuds. Sur les feuilles, on peut observer des taches ovales ou lenticulaires brunes, elles peuvent être entourées d'une chlorose ou d'un jaunissement périphérique (**Figure 02.E**). Lorsqu'elles sont abondantes, elles se rejoignent et forment de grandes plages nécrotiques. Les pycnides sont de couleur brune claire moins apparente que celles provoquées par la septoriose des feuilles (**Ezzahiri, 2001 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009**).

2.1.3. Helminthosporiose

La tache helminthosporienne est une grave maladie foliaire du blé causée par le champignon *Pyrenophora tritici-repentis* (Died) Drechs (**Lamari et al., 1991, Sayoud et al., 1999 ; Lamari et al., 2005**). Communément désignée par l'appellation anglo-saxonne 'Tan Spot', la maladie de la tache bronzée ou maladie de la tache jaune (**Sayoud et al., 1999**). Au niveau des feuilles, on trouve des taches ocellées en forme d'œil plutôt ovoïde, souvent entourées d'un halo chlorotique jaune. Point noir au centre (c'est le point d'infection). Il est remplacé progressivement par un point foncé puis un cercle brun et absence de pycnides (**Figure 02. F**) (**Masson, 2012**).

2.1.4. Oïdium

Caused par *Erysiphe graminis f.sp.tritici*, les signes initiaux sont des colonies duveteuses de mycélium superficiel de couleur blanche ou gris clair sur la face supérieure des limbes des feuilles, Le revêtement prend, en vieillissant, une couleur plus foncée, jaune gris (**Figure 02.G**) (**Zillinsky, 1983**).

2.2. Maladies des pourritures racinaires

2.2.1. Le piétin-échaudage

Causé par *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*. C'est une affection des racines et de la base des tiges. Bien que la contamination puisse se produire depuis le stade plantule, la maladie n'est remarquée le plus souvent qu'après l'épiaison. Le feuillage pâlit, les épis blanchissent et mûrissent prématurément. Les épis sont stériles ou comportent des grains ridés. Un feutrage mycélien noirâtre recouvre la tige sous la gaine la plus proche du sol. Les tiges sont affaiblies par cette pourriture, ce qui entraîne la verse (**Figure 02.H**) (Zillinsky, 1983).

2.2.2. Le piétin-verse

Les symptômes causés par *Pseudocercospora herpotrichoides* sont le brunissement de la gaine, à la base de la tige et apparition de taches allongées, brunes en périphérie, des taches noires, visibles sur la face interne de la gaine, ou sur la deuxième gaine (Zillinsky, 1983).

2.3. Maladies sur épi

2.3.1. Le charbon nu

Causé par *Ustilago tritici*. Les épis infectés noircissent, et apparaissent un peu plus vite que les épis sains. Les enveloppes de la graine, ainsi que leur contenu sont remplacés par une masse noirâtre, constituée de spores du champignon (**Figure 02.I**) (Belaid, 1996 ; Ezzahiri, 2001; Aouali et Douici-Khalfi, 2009).

2.3.2. Les carie

Causée par le champignon *Tilletia caries* (Aouali et Douici-Khalfi, 2009). La maladie se manifeste plus nettement après l'épiaison. Les épis cariés ont une couleur vert bleuâtre, et les glumes s'écartent anormalement pour faire place aux grains cariés (Zillinsky, 1983).

2.3.3. La fusariose

La fusariose est une maladie qui peut toucher tous les organes de la plante (**Figure 02.J**). Le terme fusariose regroupe trois types distincts de symptômes (Parry et al., 1995) Fusariose des semences ou fonte des semis, qui provoque des pertes de levée,

- Fusariose du collet, entraînant la nécrose des tissus du collet,
- Fusariose de l'épi nommée gale du blé.

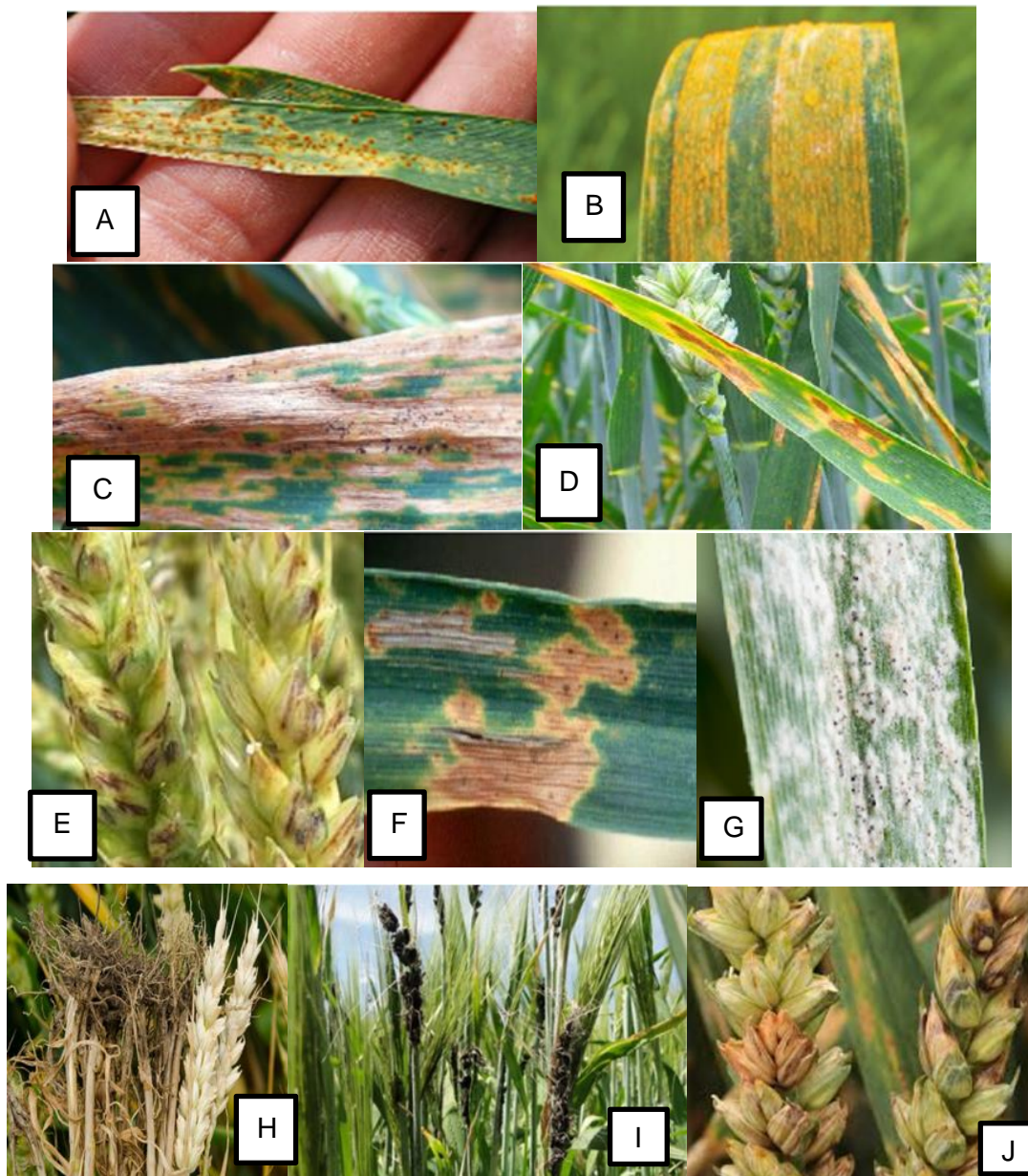


Figure 02 : Maladies cryptogamiques qui touchent le blé dur.
(Site web : (A/1) (B/2) (C/3) (D/4) (E/5) (F/6) (G/7) (H/8) (I/9) (J/10)).

2.4. Les Moyens de lutte

Une protection réussie de la culture du blé se base sur l'utilisation de semences saines, un sol propre, le choix de variétés résistantes et la protection chimique éventuelle aux stades critiques de la plante. Ainsi, la lutte contre les principales maladies du blé se base sur la combinaison de méthodes culturale, génétiques et chimiques (**Tableau I**) (**Ezzahiri, 2001**).

Tableau I : Les méthodes de lutte contre quelle que maladies cryptogamiques (**Safer et Rahmani, 2015**).

Méthodes de	Agents pathogènes	Maladies
Rotation culturale Fertilisation azotée équilibrée	<i>Fusariumculmorum</i> <i>Fusarium graminearum</i>	Pourritures racinaires
Traitement de semence	<i>Ustilla gonuda</i> <i>Tilletia caries</i>	Charbon nu(CN) Carie(CA)
rotation traitement de semences résistance variétale fongicides	<i>Septori anodorum</i> <i>Septoria tritici</i>	Septorioses
Résistance variétale. Fongicides	<i>Puccinia triticina</i> <i>Puccinias triiformis</i>	Rouille

2.4.1. Lutte chimique

La lutte chimique contre les maladies cryptogamiques du blé est largement répandue pour limiter l'impact de ces agents pathogènes (**Alem et Amrouche, 2016**).

L'utilisation de fongicides doit être raisonnée et basée sur des recommandations spécifiques en termes de période d'application, de dose à utiliser, de fréquence des traitements et du choix du produit en fonction du spectre d'action et de l'efficacité contre les agents pathogènes ciblés (**Mahdjoub et Magherbi, 2018**).

Leur efficacité est conditionnée par le stade physiologique de la plante lors de l'application, et une présence précoce en surface est cruciale pour garantir une protection préventive contre les

infections (**Nasraoui, 2008**). Cependant, même si elle est efficace, la lutte chimique à des inconvénients majeurs. Parmi eux, le risque de l'apparition de souches résistantes aux fongicides, ce qui pourrait compromettre l'efficacité à long terme de cette méthode de lutte (**Hamel, 2016**).

2.4.2. Lutte physique

Selon **Vincent et al., (2000)**, C'est une méthode de lutte qui repose sur l'utilisation de techniques physiques pour limiter les parties de la plante infectée par la propagation des agents pathogènes qui sont responsable de plusieurs maladies fongiques, parmi elles la désinfection des outils agricoles l'élimination des sources d'inoculum des agents pathogènes, destruction par le feu des débris végétaux infectés, l'enfouissement des résidus de culture contaminés dans le sol et l'élimination des plantes malades (**Seguin, 1995**).

2.4.3. Lutte culturale

La lutte culturale est une composante essentielle d'une approche intégrée de protection des cultures, combinant différentes méthodes de lutte pour assurer une gestion efficace des maladies fongiques du blé tout en minimisant l'utilisation de produits chimiques (**Hamlaoui et Benamer, 2018, Alem et Amrouche, 2016**). Elle consiste à :

- Éviter les semis précoces et trop denses pour réduire la densité d'inoculum primaire dans le sol ;
- Utiliser des semences saines pour limiter l'introduction de pathogènes (Réprimer les mauvaises herbes qui peuvent servir de réservoirs de maladies ;
- Appliquer une fertilisation azotée équilibrée pour renforcer la santé des plantes et réduire les attaques de maladies foliaires ;
- Pratiquer une rotation des cultures en évitant de semer du blé après une culture de céréales pour réduire la densité d'inoculum.

2.4.4. Lutte biologique

La lutte biologique repose sur l'utilisation d'organismes vivants ou de produits dérivés de ceux-ci pour contrôler les agents pathogènes responsables des maladies fongiques. Qui vise à réduire l'utilisation de pesticides tout en préservant la santé des cultures et de l'environnement (**Hamlaoui et Benamer, 2018**). Parmi les organismes bénéfiques les plus utilisés nous citons : des bactéries (comme *Bacillus* et *Pseudomonas*), Parmi les champignons antagonistes les plus utilisés, nous citons les genres, *Trichoderma*, *pythium*, *Aspergillus*...etc), ou d'autres organismes comme des prédateurs naturels pour contrôler les agents pathogènes responsables des maladies du blé (**Benmehidi et Boukaabache, 2018**).

2.4.5. Lutte génétique

C'est la méthode de lutte la plus pratique et économique est la résistance variétale. En effet, la résistance variétale est considérée comme la solution idéale car elle dispense l'agriculteur des coûts liés à d'autres méthodes de lutte tout en préservant l'environnement (**Rapilly, 1991**). L'utilisation de cultivars résistants permet de réduire la conservation des pathogènes dans les chaumes, contribuant ainsi à la protection des cultures contre les maladies (**Krupinsky, 1999**).

Les programmes de sélection variétale visant à développer des variétés de blé résistantes sont en constante évolution pour faire face à l'émergence de nouveaux agents pathogènes et de souches virulentes, et l'utilisation de ces variétés résistantes, la lutte génétique permet de réduire la dépendance aux pesticides chimiques pour contrôler les maladies du blé. Cela contribue à une agriculture plus durable en limitant l'impact environnemental des traitements phytosanitaires (**Krupinsky, 1999**).

La lutte intégrée associe divers moyens de lutte, la rotation des cultures, la culture intercalaire, l'emploi de variétés résistantes.

CHAPITRE II : Matériel et méthodes

Ce chapitre décrit la démarche adoptée pour la réalisation de ce travail fondée sur les techniques et méthodes employées pour identifier les maladies cryptogamiques du blé dur.

1. Matériel de terrain

Durant nos investigations sur terrain, nous étions munis d'un téléphone portable pour noter les coordonnées géographiques (longitude, latitude) et l'altitude à l'aide de l'application Google Maps, un questionnaire a été établi pour chaque exploitation agricole pour connaître l'itinéraire technique de chaque exploitation, des photos ont été prises des stations étudiées ainsi que des maladies et ravageurs rencontrés, d'un bloc note et d'un crayon pour noter toutes information nécessaire, des sacs en papier pour récolter les échantillons malades et un quadrant d'un mètre carré en bois pour la méthode d'échantillonnage.

2. Description des stations étudiées

Le choix des parcelles a été effectué par Madame Djouadi (inspectrice phytosanitaire à la Direction des Services Agricole DSA de Bejaia). Les prospections ont été effectuées durant les mois de Mars, Avril et Mai 2024 sur 4 exploitations agricoles, englobant 3 communes de la wilaya de Bejaia, Seddouk, Kherrata et El Kseur (**Figure 03**).

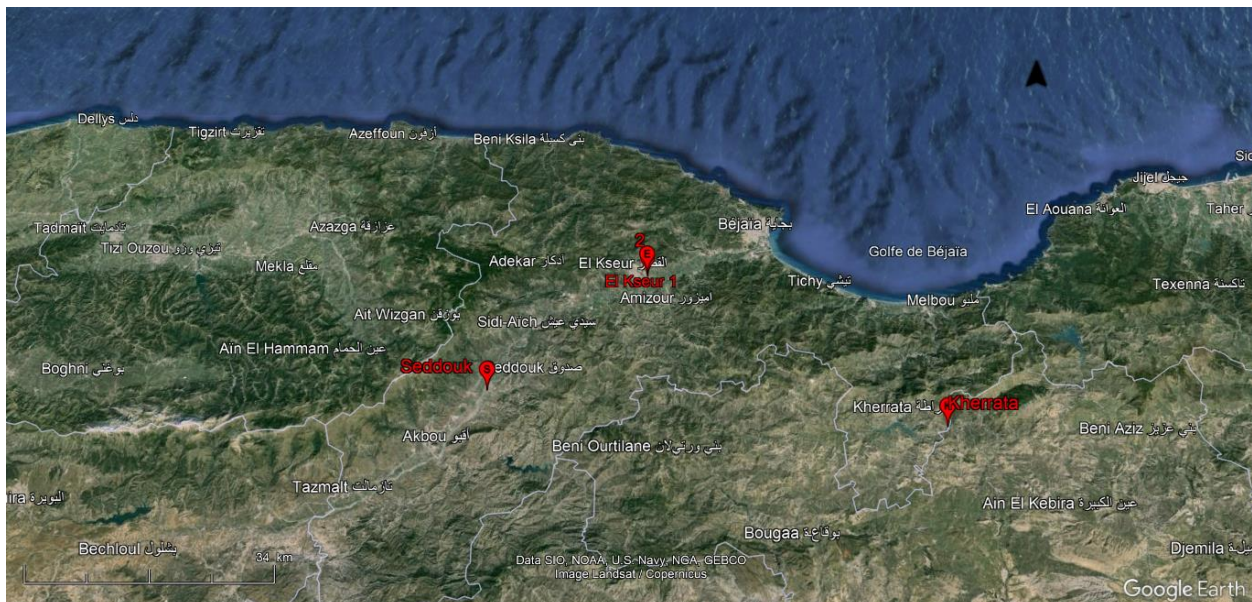


Figure 03 : Localisation géographique des sites prospectés dans la wilaya de Bejaia par le logiciel Google Earth Pro.

2.1. La région de Seddouk

La parcelle se trouve dans la commune de Seddouk (**Figure 04 A**), située à 57 km de la wilaya de Béjaïa, dotée d'une superficie 11 ha. Les coordonnées géographiques sont : latitude $4^{\circ}36'52.2792''$ E et longitude $36^{\circ}31'0.0732''$ N et une altitude de 350 m.

2.2. La région de Kherrata

La parcelle se trouve dans la commune de Kherrata (**Figure 04 B**), à 59 km de la wilaya de Bejaïa, avec une superficie 40 ha, de coordonnées géographiques : $5^{\circ}14'28,2769''$ E et $36^{\circ}28'1.47''$ N et une altitude de 494 m, la parcelle se trouve à côté du barrage de Kherrata.

2.3. La région d'El kseur

La commune d'El kseur est située à 29km de la wilaya Bejaia, dans cette région nous avons prospecté deux parcelles : la première 4 ha (**Figure 04 C**), se situe sur la route nationale N°12 avec les coordonnées géographiques $36^{\circ}40' 28,91''$ N et $4^{\circ}52'23,68''$ E et une altitude de 40,33m, la deuxième 5 ha (**Figure 03. D**), avec $36^{\circ}40'42''$ N et $4^{\circ}52'21''$ E, et une altitude de 78,90 m.

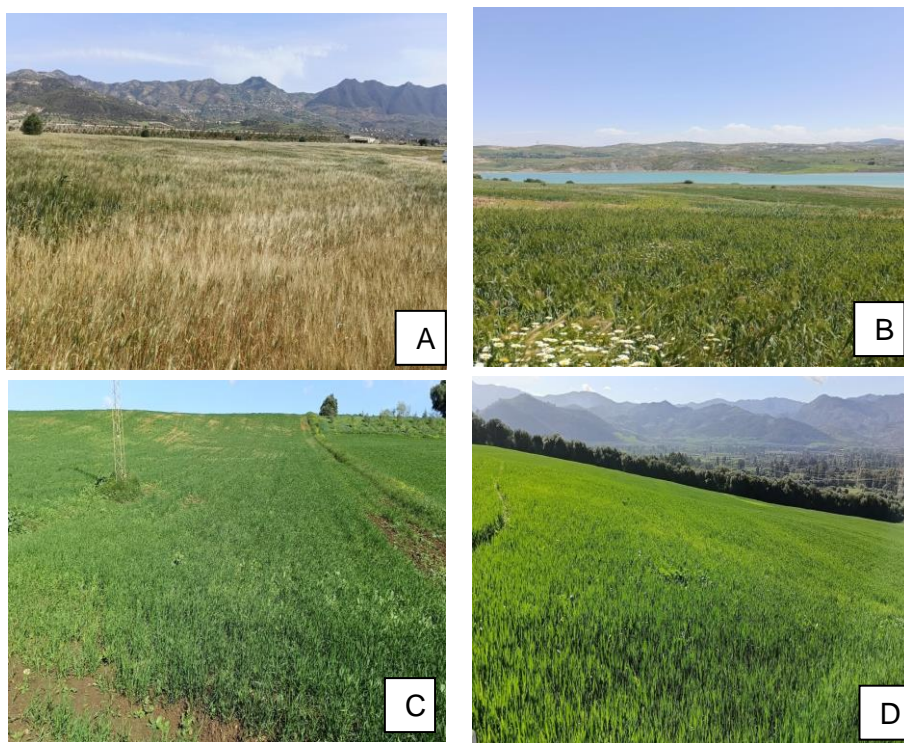


Figure 04 : Les quatre Parcelles prospectées (A : Seddouk, B : Kherrata, C : El kseur 1 et 2 : D).

(Originale 2024)

3. Conditions climatiques

Les données climatiques ont été prises du site infoclimat.fr.

➤ Précipitations

Le cumul pluviométrique relevé au cours de la campagne 2023-2024 est de 565.6 mm. Les précipitations moyennes mensuelles ont atteints 171,0 mm au mois de Décembre et 144,6 mm au mois de Février (**Tableau II**).

Tableau II: Précipitations mensuelles enregistrées durant la campagne agricole 2023-2024.

Mois	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Précipitations moyennes mensuelles (mm)	0.2	118.0	171.0	46.4	144.6	25.8	46.0	13.6

<https://www.infoclimat.fr/climatologie/globale/bejaia/60402.html>

➤ Températures

La température moyenne enregistrée durant la campagne agricole 2023-2024 est 17,07°C, le mois d'Octobre est considéré comme étant le mois le plus chaud avec 23.1 C° (**Tableau III**).

Tableau III : Températures mensuelles enregistrées durant la campagne agricole 2023-2024.

Mois	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai
Températures moyennes mensuelles (c°)	23.1	18.3	14.3	14.2	14.5	16.0	17.0	19.2

<https://www.infoclimat.fr/climatologie/globale/bejaia/60402.html>

La campagne s'est surtout caractérisée par un hiver relativement sec et un printemps doux et humide.

4. Méthodes utilisés

Notre travail est composé de deux parties :

4.1. Méthodes utilisés sur terrain

Ces sorties ont été réalisées avec la collaboration de la DSA de Bejaia, le subdivisionnaire de la Subdivision Agricole de Seddouk, le subdivisionnaire de la Subdivision Agricole de Kherrata et de Monsieur Amzal et Monsieur Ayad d'El kseur ainsi que les agriculteurs de chaque exploitation.

- La collecte des données a été réalisée du 25 Février au 08 Mai 2024 correspondant aux stades végétatifs, tallage, montaison et épiaison du blé dur (**Tableau IV**).

Tableau IV: Les Parcelles visitées

Date	Région	Variété	Stade phénologique
21/04/2024	Seddouk	Simeto	Epiaison
19/05/2024		Oued El bared	Maturation
07/05/2024	Kherrata	Simeto	Epiaison
22/05/2023		Oued El bared	Maturation
25/02/2024	El kseur (Station 1 et 2)	Simeto	Tallage
06 et 11/03/2024			Montaison
15/04/2024			Epiaison
13/05/2024			Maturation

- Le questionnaire est destiné à l'exploitant agricole et porte sur des données précises de l'exploitation (**Annexe 01**).

Nous avons appliqué un échantillonnage aléatoire en X à l'aide d'un carré en bois d'un mètre carré (**Figure 05 A et B**), nous avons pris en compte la présence/absence de chaque maladie (**Annexe 02**), pour calculer la fréquence de cette dernière, avec la formule suivante :

$$F = N / Q \times 100$$

Où :

F : Fréquence (%)

N : Nombre de quadra ou la maladie est présente

Q : Nombre de quadras employé

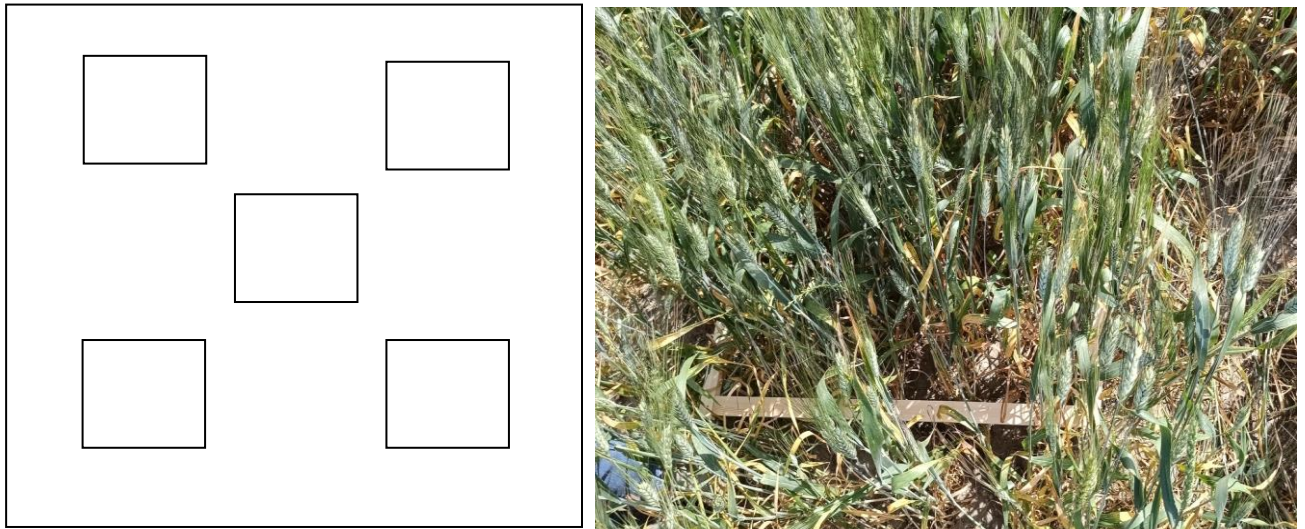


Figure 05 : La méthode d'échantillonnage en X (A), B : le quadra. Original (2024)

Des échantillons de feuilles, de tiges et d'épis présentant des symptômes de maladies ont été collectés et placés dans des sachets en papier étiquetés avec toutes les informations nécessaires, telles que la date, le nom de la station, la variété, avant d'être transportés au laboratoire.

4.2. Analyse au laboratoire

Les échantillons récoltés ont été analysés aux laboratoires N° 2 et 3 du bloc 9 de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie de l'Université Abderrahmane Mira de Bejaia pour une identification précise des pathogènes.

Les méthodes utilisées sont des techniques conventionnelles adoptées par la Station Régionale de la protection des végétaux (SRPV) de Draa Ben Khedda de Tizi-Ouzou.

4.2.1. Préparation du milieu de culture

Le milieu de culture le plus communément utilisé pour les champignons est le PDA (Potato Dextrose Agar).

Protocole :

- Peler, laver et couper en tranches minces 200g de pommes de terre, cuire dans 800 ml d'eau distillée dans un bécher pendant 30 min, puis filtrer sur une compresse de gaze stérile pour obtenir l'extrait de pomme de terre (**Figure 06**).



Figure 06 : Préparation de l'extrait de pomme de terre (Original, 2024)

- Mélanger 20g de glucose avec 20 g d'agar dans 200 ml d'eau distillée, mettre en agitation puis ajouter l'extrait de la pomme de terre et ajuster avec l'eau distillée jusqu'à 1000 ml, sous agitation jusqu'à la dissolution complète du glucose et de l'agar (**Figure 07**).



Figure 07 : Préparation du glucose (A) et de l'agar (B), (C) le mélange de A et B (Original, 2024)

- Après ajustement du pH (**Figure 08 A**), répartir le milieu de culture dans des flacons en verre, et les autoclaver à la température de 120°C pendant 20 min (**Figure 08 B**).
- Le milieu de culture est versé après refroidissement dans des boîtes de Pétri stériles de 90 mm de diamètre (**Figure 08 C**).



Figure 08 : Ajustement du pH du milieu PDA (A) et sa mise dans des flacons (B)
(Original, 2024)

4.2.2. Désinfection et isolement des pathogènes

Les échantillons des blés durs collectés et présentant divers symptômes de maladies sur feuille, tiges et épis ont été découpés séparément en petits fragments de 2 à 5 mm. Après désinfection des fragments avec l'hypochlorite de sodium à 2 % pendant 2 min afin d'éliminer la flore saprophyte (**Figure 09 A**), trois lavages successifs ont été réalisés dans trois baignoires d'eau distillée stérile pendant 5 mn chacun pour éliminer toute trace d'hypochlorite de sodium (**Figure 09 B**). Ensuite les fragments ont été séchés à l'aide du papier absorbant stérile (**Figure 09 C**), puis déposés dans des boîtes de Pétri contenant le milieu PDA, à raison de 4 fragment par boîte et 3 répétitions, les boîtes ont été scellées par du parafilm (**Figure 09 D**), et mises à incuber sous une température de 25°C pendant 5 à 7 jours (**Figure 09 E**).

Toutes ces étapes se sont déroulées dans des conditions d'asepsie, devant deux bacs à stériliser afin d'éviter toute contamination.

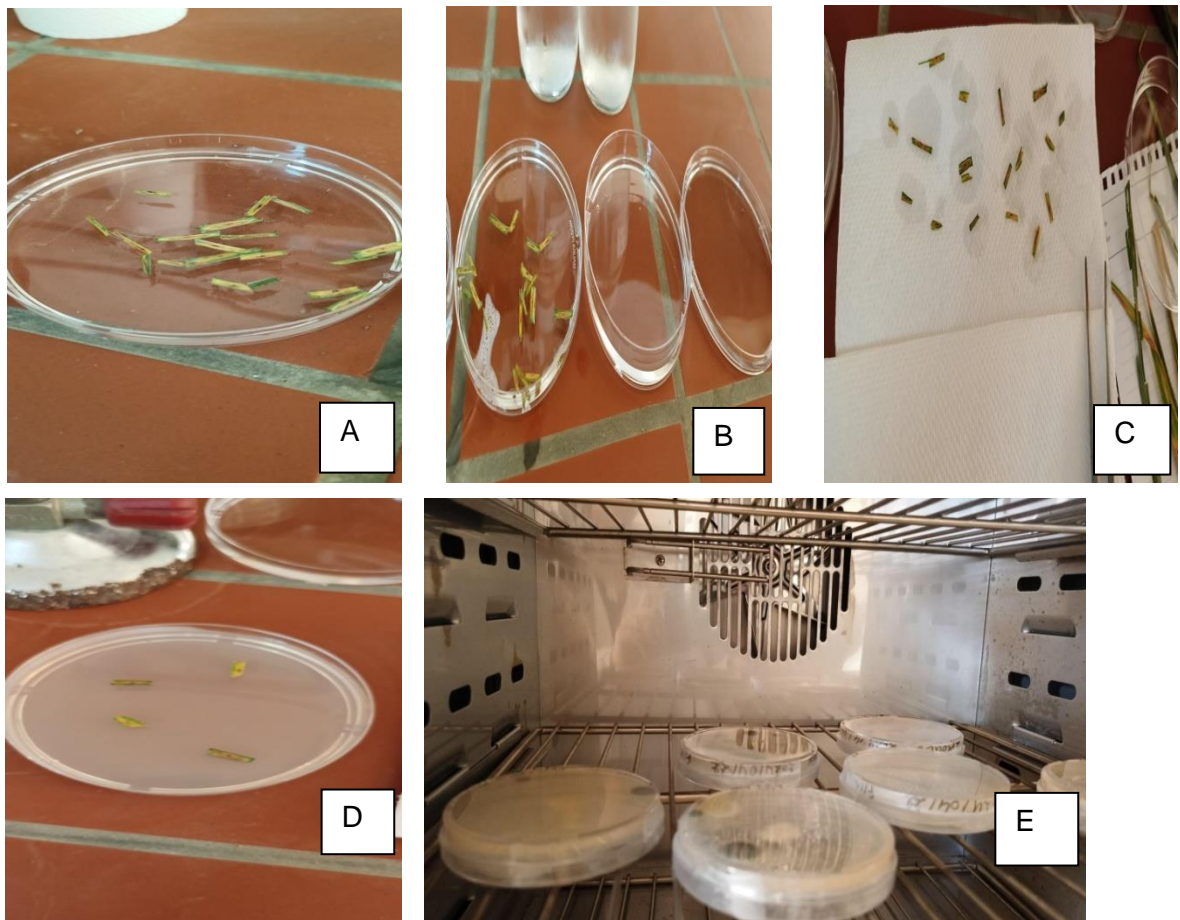


Figure 09: Stérilisation et isolement sur milieu de culture (Original, 2024)

- Pour l'isolement de la Septoriose et de l'helminthosporiose, nous avons utilisé la technique de la chambre humide. Les organes infectés sont lavés, désinfectés et séchés comme décrit précédemment. Ils sont ensuite incubés dans des boîtes de Pétri stériles de 90 mm contenant une compresse de gaze stérile et humidifiée puis incubés à l'étuve à 25°C pendant 24 h à 48 h pour favoriser la fructification du champignon (**Figure 10**).

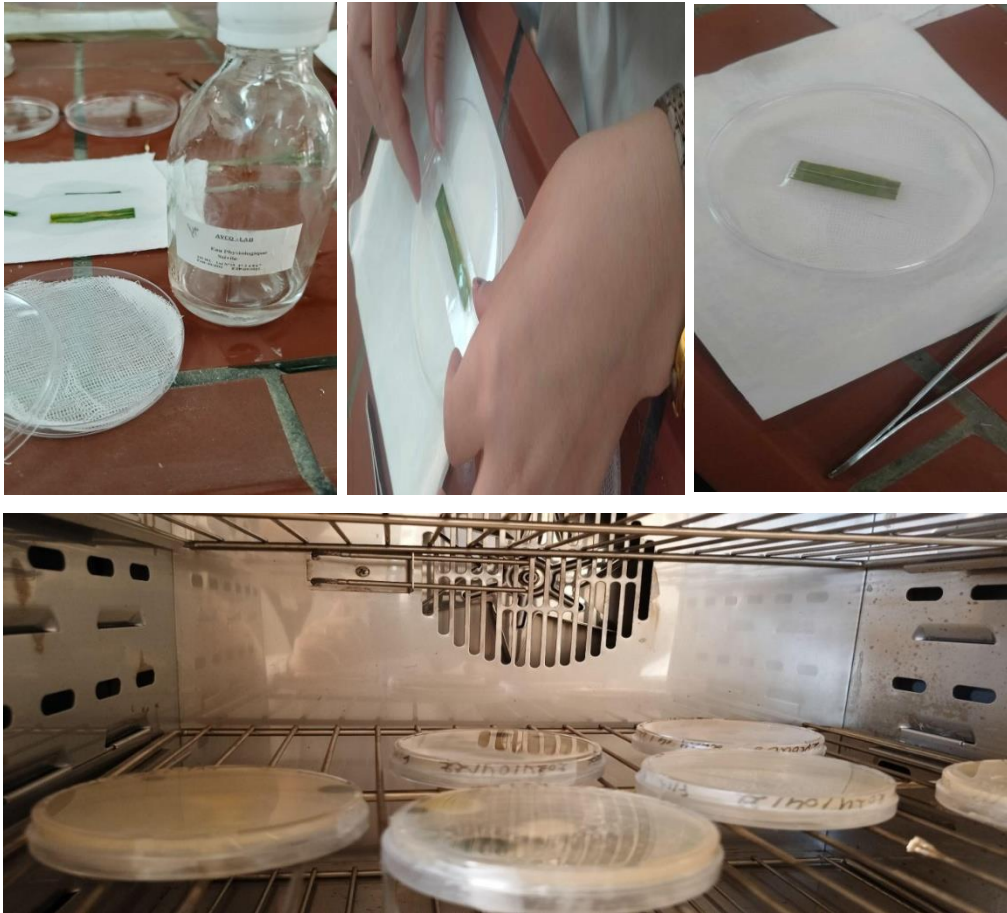


Figure 10 : La technique de la chambre humide (Originale, 2024)

4.2.3. Purification des champignons

La purification a été réalisée par transfert du mycélium des colonies développées sur de nouvelles boîtes contenant le milieu PDA (**Figure 11**) (Chaque colonie repiquée dans une boîte) à raison de trois répétitions. Les boîtes sont incubées à une température de 25°C pendant 5 à 7 jours.



Figure 11 : Repiquage sur milieu PDA (Original, 2024)

5. Identification des champignons

5.1. Etude des caractères macroscopiques

L'observation des critères macroscopiques est basée sur plusieurs aspects distinctifs à l'œil nu (et à la loupe binoculaire) : L'aspect et le relief des colonies, La couleur des colonies ainsi que de son revers, les structures de fructification (**Fares et Bouchaib, 2017**). Le contour de la colonie et la vitesse de croissance apicale sont aussi des éléments très importants d'identification. (**Ferradji et Saada, 2018**).

5.2. Identification microscopique

Cette étude nécessite un microscope binoculaire. L'observation microscopique implique généralement la préparation d'un étalement entre lame et lamelle ou entre lame et scotche avant l'examen microscopique.

Cette préparation peut être examinée soit à l'état frais, soit après fixation et coloration au bleu de coton.

En règle générale, un grossissement à l'objectif X40 est suffisant pour mettre en évidence la plupart des éléments importants (**Ferradji et Saada, 2018**).

L'observation microscopique permet de repérer le mycélium (absence ou présence de closions, couleur de ramifications.), et des spores (forme, couleurs, chaînes,...etc.) (**Botton et al., 1990, Chabasse et al., 2005**).

Certains champignons comme L'oïdium et les rouilles s'identifient facilement, du fait qu'ils forment des pustules caractéristiques.

CHAPITRE III : Résultats et discussion

1. Résultats

1.1 Résultats des prospections

a. Analyse climatique de la campagne 2023/2024

► Température

En analysant les données climatiques de la région de Bejaia durant notre période de suivi (Octobre 2023-Mai 2024) (**Figure 12**), il ressort que la température moyenne est de 17,07°C, les mois les plus froids étaient Décembre, Janvier et Février avec respectivement (14,3 ; 14,2 ; 14,5°C) alors que le mois le plus chaud était le mois d'Octobre 2023 (23,1°C), cette variation de température coïncide avec la phase de tallage du blé.

Par comparaison à la campagne écoulée (2022-2023), on remarque que les températures sont pratiquement semblables mais une augmentation de 0,55°C de la température moyenne.

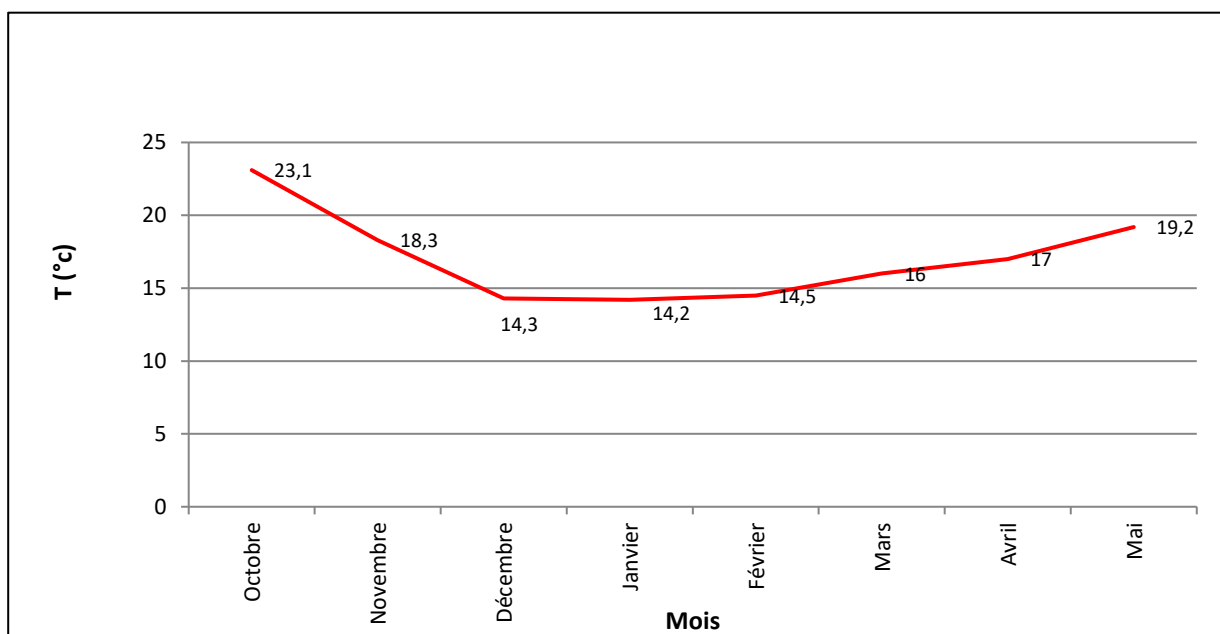


Figure 12: Les températures moyennes mensuelles enregistrées durant la campagne agricole 2023-2024.

► Pluviométrie

La répartition pluviométrique au cours de cette campagne présente une grande variabilité mensuelle (**Figure 13**). Les cumuls des précipitations enregistrées entre les mois de Octobre 2023 à Mai 2024, étaient de 565,6 mm. On remarque que la période la plus pluvieuse s'étale à partir du mois de Novembre jusqu'au mois de Février avec un cumul de 480 mm. Les moyennes des précipitations augmentent durant cette période contrairement aux moyennes enregistrées pendant la campagne précédente (462,4 mm), soit une augmentation de 103,2 mm. Les pluies atteignent leur maximum pendant le mois de Mai avec 139.2 mm et leur minimum au cours du mois de Décembre avec 11.8 mm.

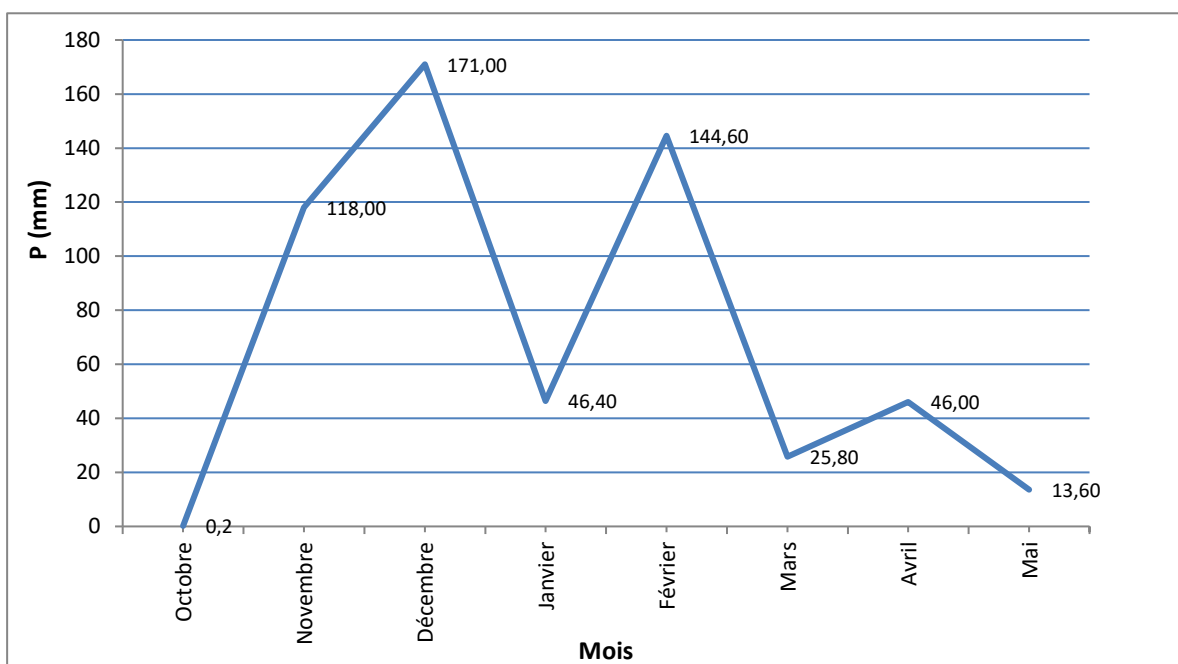


Figure 13: Les précipitations moyennes mensuelles enregistrées durant la campagne agricole 2023-2024.

La variation de la température et la pluviométrie durant le cycle cultural est résumée dans les diagrammes ci-dessous (**Figure 14**). La campagne est caractérisée par un hiver relativement sec et chaud et un printemps doux et humide.

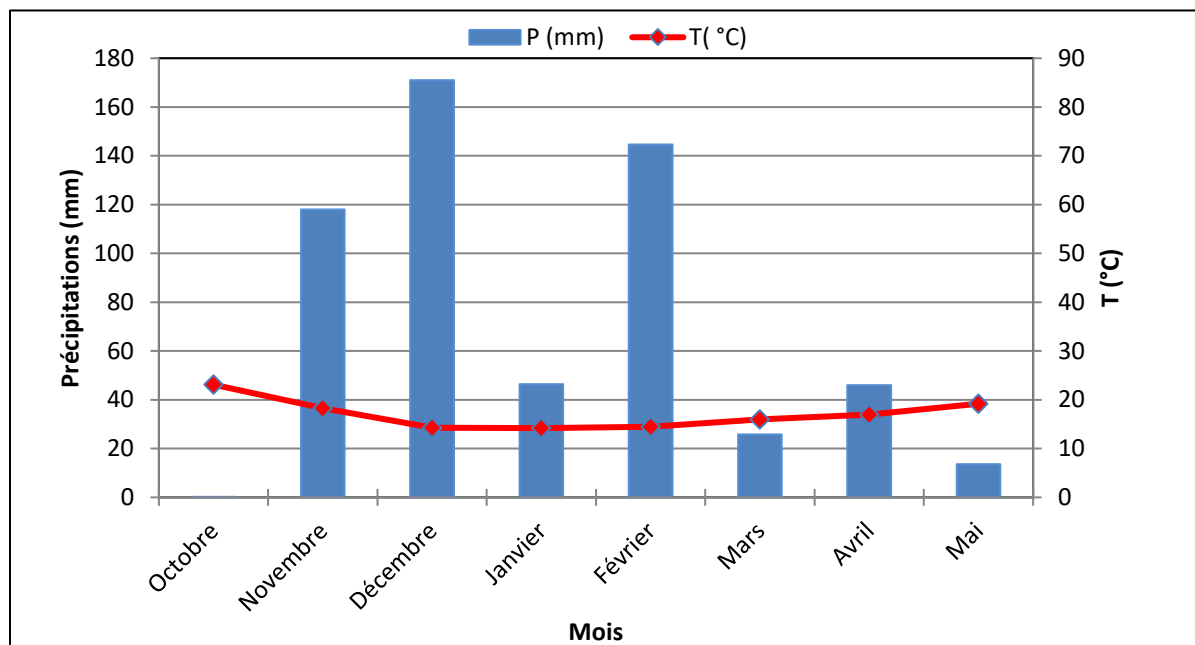


Figure 14 : Diagramme ombrothermique de la campagne agricole (2023-2024) enregistré à Béjaïa

b. Dépistage aux champs

Nos prospections des parcelles de blé dur du mois de Février au mois de Mai nous ont permis de recensier six maladies cryptogamiques. Leurs fréquences sont classées par ordre de prédominance: la Septoriose, l'Oïdium, La Fusariose, l'Helminthosporiose, la Rouille brune et les Tâches auréolées (**Annexe 02**).

La figure nous indique que quelque soit la station la septoriose prédomine avec une fréquence de 100% à El Kseur et Seddouk et 80% à Kherrata., suivi par l'Oïdium (100% à El Kseur, 80% à Kherrata ; 60% à Seddouk).la Fusariose (100% à El Kseur 2 et Kherrata ; 60% à El Kseur 1et Seddouk), l'Hélminthosporiose (100% à Kherrata ; 80% à Seddouk et El Kseur 2 ; 40% à El Kseur 1), la Rouille brune (100% à El Kseur 1 ; 80% à El Kseur 2 ; 40% à Kherrata ; 20% à Seddouk) et les tâches auréolées avec des fréquences les plus faibles (40% à Kherrata ; 20% à El Kseur et 0% à Seddouk).

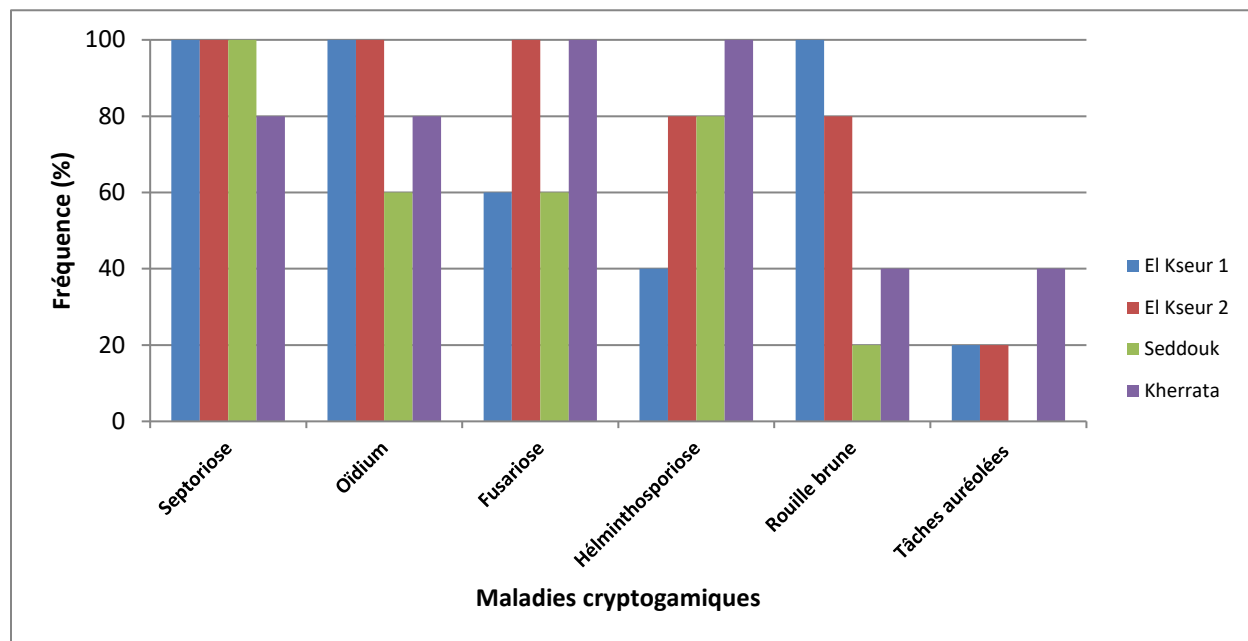


Figure 15 : La fréquence des maladies cryptogamiques dans les 4 stations d'étude.

Lors de nos échantillonnages sur le terrain nous avons également recensé quelques ravageurs (Le puceron vert des graminées (*Schizaphis graminis*) est un vecteur de virus et cause des dégâts par ses piqûres (**Figure 16. A**) ; l'escargot (**Figure 16. B**) ; le criocère, (**Figure 16. C**) le puceron noir (**Figure 16. D**) et le ver (**Figure 16. E**).

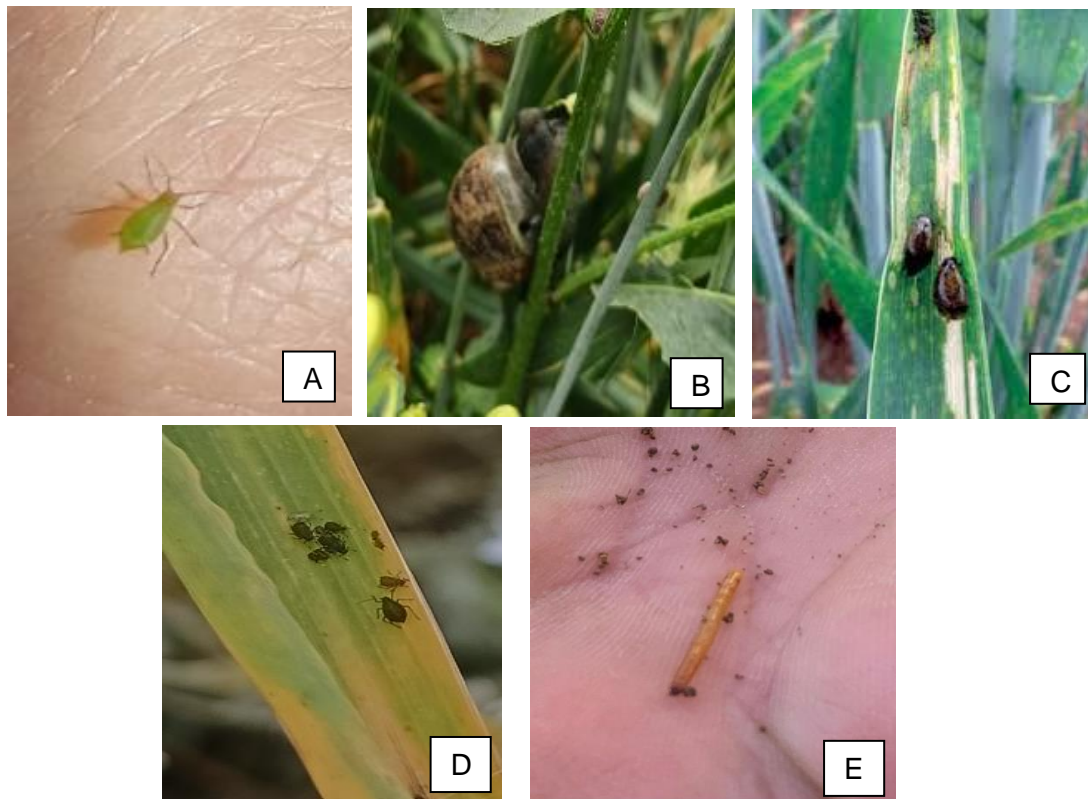


Figure 16 : Insectes présents dans les différentes parcelles (Original, 2024)

1.2. Résultat de l'analyse du laboratoire

Dans la présente recherche, nous avons répondu à l'objectif qui se résume à l'étude des maladies cryptogamiques du blé. Cette partie consiste à réaliser des identifications et observations macroscopique et microscopique de l'ensemble des maladies étudiées.

Les observations sont basées sur les différents symptômes morphologiques qui se situent sur l'organe affecté par l'agent pathogène. Pour cela, plusieurs essais ont été effectués, avec observation des colonies développées sur les milieux de culture, pour examiner l'ensemble des caractères morphologiques selon l'aspect des colonies.

Les maladies fongiques observées et identifiées au laboratoire sont les suivantes :

1.2.1. La septoriose

Les premiers symptômes se manifestent par l'apparition de petites taches ovales, chlorotiques irrégulières, de couleur jaune (**Figure 17**), qui virent par la suite au brun nécrotique. Elles sont plus au moins allongées à linéaires et parallèles aux niveaux des nervures. Par la suite, des ponctuations noires se forment dans ces zones nécrosées. Il s'agit de pycnides.



Figure 17: Septoriose sur une feuille (Originale, 2024)

Vue les contaminations, nous n'avons pas pu observer les conidies de *Septoria tritici* après utilisation de la chambre humide (**Figure18**).



Figure 18 : Feuille du blé dur contaminée, mycelium et exsudats bactérien (Original, 2024)

1.2.2. L'oïdium

Nous avons récolté un 1er échantillon d'oïdium le 18/04/2024, dans une parcelle de blé dur de variétés Sémito, le 2^{ème} et le 3^{ème} ont été récoltés le 21/04/2024 et le 07/05/2024, dans une parcelle de blé dur de la variété Oued el bared, la maladie se manifeste par un revêtement blanc

poudreux sur les feuilles et les tiges, qui évolue en des taches blanches cotonneuse d'aspect gris blanc(**Fig. 19**).

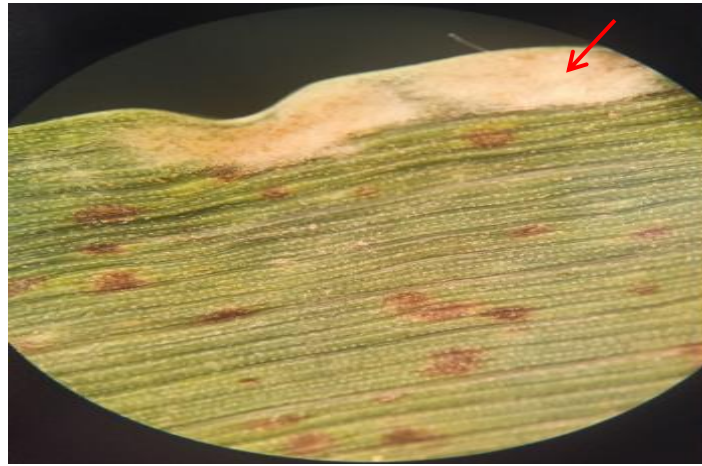


Figure 19: L'Oïdium sur la feuille du blé dur observé sous une loupe binoculaire (Gx2)
(Original, 2024).

L'observation microscopique a montré un certain nombre de conidiophores qui produisent des conidies ovoïdes, hyalines, unicellulaires en chaînes. Ils se composent d'une série de conidies à échéance progressive. La plus ancienne à la pointe gonflée et bien différenciée se détachent successivement, par contre la conidie la plus jeune, à peine différenciée, est située juste en dessous du conidiophore (**Figure 20**).

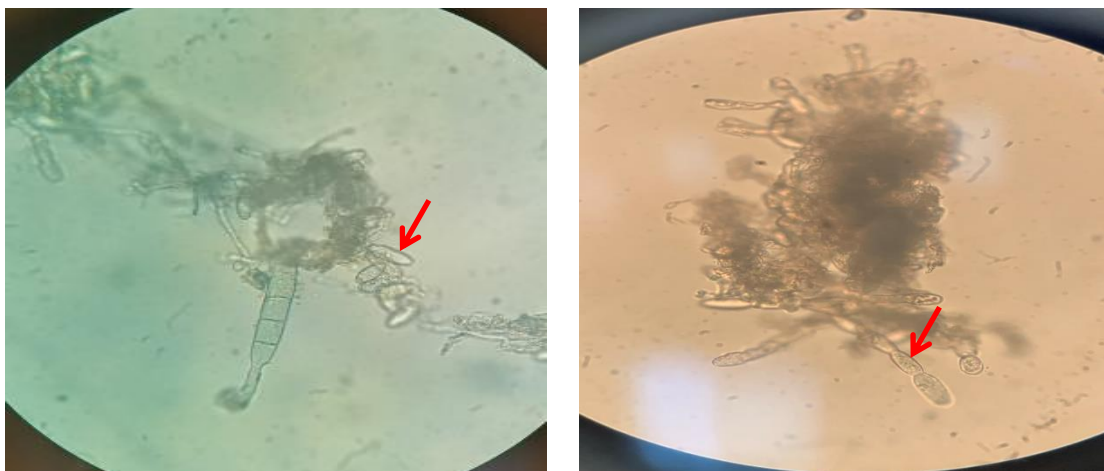


Figure 20 : Les conidies et les conidiophores *Erysiphe graminis* de l'oïdium (Gx40)
(Original 2024)

1.2.3. La rouille brune

Récolté le 21/04/2024 et le 07/05/2024, sur une parcelle de blé dur de variété Oued el bared, un échantillon de rouille brune. Sur la surface des feuilles examinées, nous avons observé des pustules de forme circulaire ou ovale de couleur brune (**Figure 21**).



Figure 21: Rouille brune *Puccinia recondita* sur une feuille observé sous une loupe binoculaire (Gx2) (Original, 2024).

L'observation microscopique nous a permis de voir des structures appelées teleutospores de couleur brune (**Figure 22**).

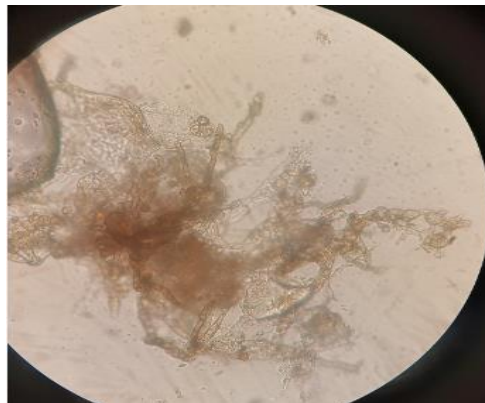


Figure 22: Teleutospore de *Puccinia recondita* (Gx40) (Original, 2024)



1.2.4. L'helmenthosporiose

Au niveau des feuilles, on a observé des taches à une forme plutôt ovoïde, souvent entourées d'un halo chlorotique jaune, puis un cercle brun et un Point noir au centre (**Figure 23**)



Figure 23 :Helminthosporiose sur une feuille (Originale, 2024)

Tableau 05: Identification macroscopique des isolats d'helminthosporiose.

Colonies	Isolats	Description macroscopique
A		Les colonies présentent une texture duveteuse et cotonneuse, avec un relief surélevé. Elles sont blanches avec des taches vertes sur le recto de la boîte Pétri, et cette teinte vert évolue vers le noir sur le verso. Elles sont opaques, sèches avec une croissance modérée.
B		Les colonies présentent une texture cotonneuse, avec un relief surélevée. Elles sont de couleur rose avec des bordure orange. Ces colonies sont opaques, ont une consistance sèche et une croissance modérée.

L'observation microscopique a permis de voir des conidies multicellulaires (6), lisses, de couleur pâle à foncée, cylindriques (**Figure 24**).



Figure 24: Observation microscopique d'une conidie de *Helminthosporium tritici-repentis* (Gx100).

1.2.5. La fusariose

L'observation macroscopique nous a permis de voir des colonies présentant une texture cotonneuses, avec un relief soulevée. Elles sont translucides et sèches de couleur rose et une croissance modérée sur les échantillons prélevée au niveau de la tige (**Figure 25 A**).

Des colonies duveteuses avec une texture cotonneuse au niveau des échantillons prélevée sur l'épi (**Figure 25 B**), et un relief surélevée, elles sont opaques et sèche de couleur blanc avec un peu du vert sur le recto, et vert sur le verso. Ses colonies sont d'une croissance modérée.

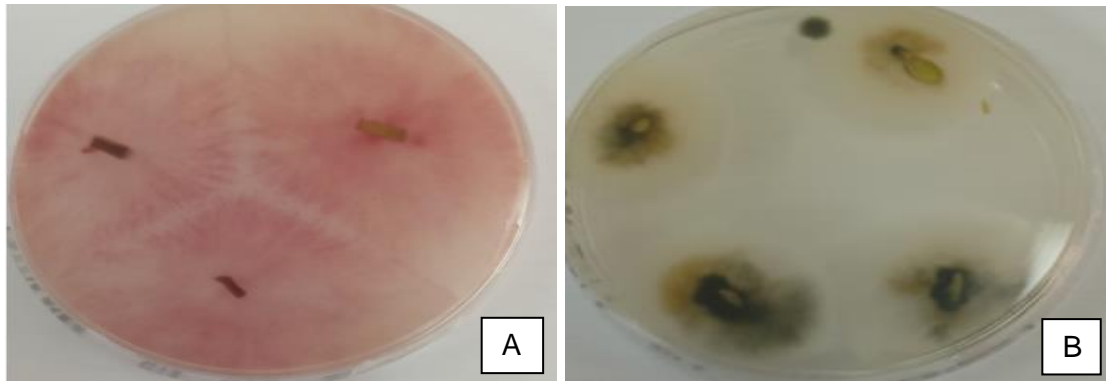


Figure 25 : Aspect des colonies de la fusariose sur milieu PDA (Original, 2024)

A : colonies de fusariose de tige. B : colonies de fusariose d'épi.

L'observation microscopique, permis de voir des macroconidies en forme de croissant avec des extrémités bien courbées à 6 cloisons (**Figure 26A et B**).

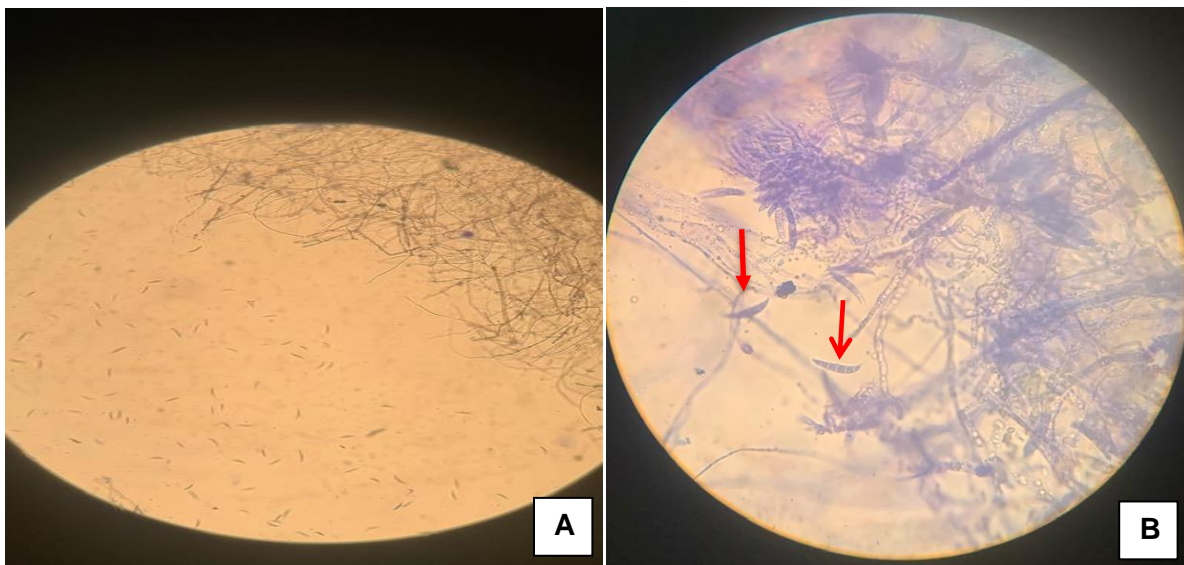


Figure 26: Observation microscopique de *Fusarium sp.* (Gx40) (Original, 2024)

1.2.6. Piétin échaudage

Nous avons récolté des échantillons de piétin échaudage le 21/04/2024, sur une parcelle de blé dur de variété Oued el bared. Sur le milieu de culture PDA, le champignon se propage avec une croissance longue, et on observe deux colonies, une présente une texture glabre et relief

surélevée. Elles sont translucides, avec une couleur blanche sur le recto de la boîte de Pétri évoluant vers le vert puis le noir sur le verso de la boîte Pétri. Une autre colonie affiche un teint jaune, avec une grande partie crémeuse (**Figure 27**)

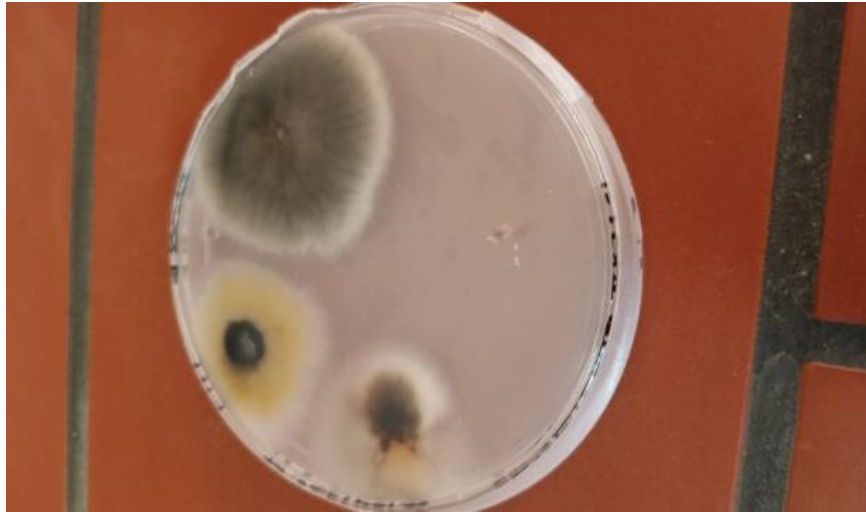


Figure 27: Aspect des colonies du piétin échaudage sur milieu PDA (Original, 2024)

L'observation microscopique a confirmé la présence d'un champignon du genre *Epicoccum nigrum*, (**Figure 28A**) et aussi des champignons saprophytes de l'épi du genre *Alternaria* (**Figure 28B**)

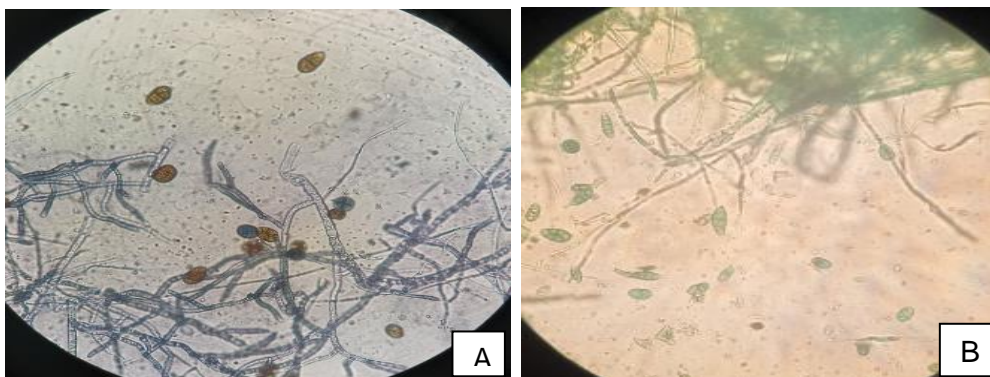


Figure 28: Observation microscopique de *epicoccum nigrum*(A) et champignons Saprophytique (B) (Original, 2024)

Au cours de nos observations, d'autres champignons ont été observés, des espèces du genre *Alternaria* (Figure 29 A), *Aspergillus niger* (Figure 29 B) et *Aschochyta graminicola* (Figure 29 C) et d'autres non identifiés.

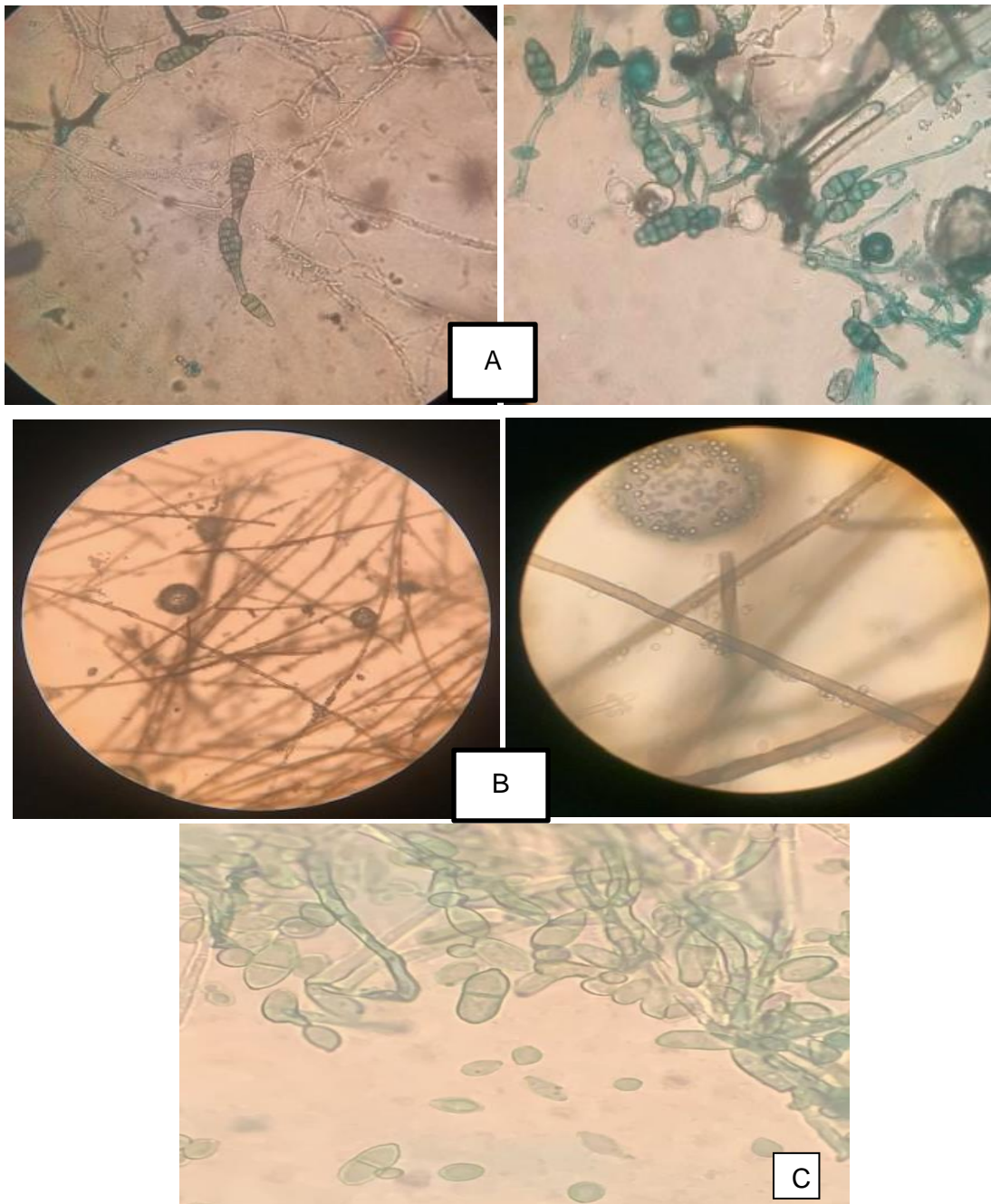


Figure 29: Observation microscopique d'*Alternaria* sp. (A), *Aspergillus niger* (B), *Aschochyta graminicola* (C) (Originale, 2024)

2. Discussion

Les résultats obtenus durant cette période concernant le diagnostic des maladies fongiques du blé dur (*Triticum durum* Desf.) dans les trois communes de la région de Bejaia sont étroitement liés aux conditions climatiques de la campagne. Les pluies abondantes qui ont caractérisées le mois de Février (144.6 mm), combinées avec une élévation progressive des températures durant les mois de Mars et d'Avril (16°C et 17°C) ont été favorables au déclenchement des maladies durant ce mois. Les conditions favorables pour l'infection et le développement des maladies cryptogamiques sont : une température entre 16°C et 22°C, l'humidité supérieure à 80% et le taux de précipitation doit être élevé, chose confirmé par (Sayoud *et al.*, 1999 ; Ezzahiri, 2001 ; Aouali et Douici, 2009). où ils affirment que le blé peut être attaqué par de nombreuses maladies à différents stades de son développement et que ces attaques peuvent occasionner des pertes importantes lorsque les variétés sont sensibles et les conditions de l'environnement sont favorables à l'expansion des maladies.

Des études couvrant un large éventail de régions et de cultures dans le monde montrent que les impacts négatifs des conditions climatiques sur les rendements des cultures ont été plus fréquents que les impacts positifs (Moore et Lobell, 2015).

Les résultats obtenus montrent la présence des maladies fongiques avec une fréquence hétérogène. Nous avons noté que la séptoriose est la maladie la plus dominante durant cette campagne et également la première maladie fongique apparue pendant nos prospections, la septoriose était présente presque à 100 % dans les parcelle, suivie de l'oïdium à 85 %, la fusariose à 80 %, la rouille brune et l'helminthosporiose ont montré une prévalence de 60 % et 75 % respectivement. En revanche, les dégâts causés par les tâches auréolées étaient moins sévères, présentent à seulement 20 %.

Ces résultats sont en accord avec les résultats de (**Chelahi et Boumezbar, 2021**) sur des champs inspectés à travers douze wilayat d'Algérie où l'incidence de la Septoriose était de 100%, soit tous les champs visités ont montré la présence de cette maladie. Ainsi que les travaux de, (**Sayoud et al., 1999, Benmehidi et Boukaabache, 2018, Bouacem et Hamdane, 2022**). Contrairement aux travaux de (**Zahri et al., 2014**), dont la situation a été caractérisée par la prédominance de la rouille brune, la tache bronzée, et les septoriose, l'oïdium a été moins important.

En plus des maladies fongiques recensées, les ravageurs causent également des dégâts sur la culture du blé dans les 4 stations étudiées, à El Kseur et Seddouk, la présence du puceron vert, vecteur de maladies virales, des criocères et d'escargots qui causent des dégâts sur les feuilles ainsi que le ver fil qui suce la sève et fragilise les plants de blé, et une forte présence des pucerons noirs à Kherrata.

Au cours de notre étude, nous avons noté une présence importante d'adventices monocotylédones et dicotylédones dans les quatre parcelles visitées, probablement due à l'utilisation tardive de désherbants. Selon **Freid et al., (2008)**, la présence des mauvaises herbes est liée à la fois à l'environnement écologique (sol, climat) et à l'environnement agronomique (pratiques culturales).

CONCLUSION

CONCLUSION

Le blé peut être attaqué par de nombreuses maladies à différents stades de culture. Ces attaques peuvent occasionner des pertes importantes de rendement lorsque la variété utilisée est sensible et les conditions climatiques sont favorables.

Cette étude nous a permis d'identifier quelques maladies cryptogamiques de la variété Semito, les résultats de la prospection au niveau de quatre exploitations agricoles, durant la campagne agricole 2023/2024, dans la wilaya de Béjaïa a permis d'identifier 6 maladies fongiques notées par ordre de prédominance : la Septoriose, l'oïdium, la fusariose, l'helminthosporiose, la rouille brune et les tâches auréolées.

D'après les résultats obtenus suite aux sorties sur terrain l'apparition et le développement des maladies sur champ sont en rapport très étroit des conditions climatiques notamment la température, la pluviométrie et l'humidité. Vu les conditions climatiques favorables de l'année, le taux des maladies fongiques retrouvées est important durant la campagne agricole 2023/2024.

Avant l'installation de la culture il est nécessaire de bien respecter l'itinéraire technique : le travail du sol avant le semis, l'élimination des résidus des cultures ainsi que les mauvaises herbes, respecter la date et la densité de semis, utilisée des semences traitées et des variétés résistantes ou faiblement sensibles, la rotation. Il est nécessaire aussi de respecter le protocole de lutte pour lutter contre les maladies fongiques (combinaison du chimique et du mécanique). Sans oublier d'utiliser le bon fongicide au bon moment. Par ailleurs, la reconnaissance des symptômes et de l'agent pathogène est indispensable pour adopter les mesures appropriées en cas d'infestation.

En perspectives, il serait intéressant de poursuivre ce travail durant plusieurs campagnes agricoles et d'élargir cette prospection sur l'ensemble des zones à vocation céréalière de la wilaya de Bejaia (différents étages bioclimatiques), afin d'établir une cartographie de la distribution spatiale des maladies cryptogamiques du blé et d'évaluer leurs fréquences et sévérités. De plus, procéder par des techniques de biologie moléculaire, pour la caractérisation et l'identification des souches fongiques responsables des maladies du blé en Algérie.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **Alem, K., et Amrouche, D. (2016).** Etude de l'activité antifongique de l'extrait aqueux des pépins du pomélo *Citrus paradisi* (Rutaceae) vis-à-vis du *Fusarium tricinctum* du blé dur selon les modes in vitro et in vivo. Mémoire de Master : Agroenvironnement et bio-indicateurs. Boumerdes: Université M'Hamed Bougera, 72 p.
2. **Ammar, M. (2015).** Organisation de la chaîne logistique dans la filière céréales en Algérie états des lieux et perspective. Thèse de Doctorat de CIHEAM Montpellier, 121p.
3. **Anonyme (2009).** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society, 161: 105-121.
4. **Anonyme (2018).** Ministère de l'Agriculture et du développement rural. Statistiques agricoles 2018 <http://madrp.gov.dz/agriculture/statistiques-agricoles/>.
5. **Aouali, S. et Douici-Khalfi, A. (2009).** Recueil des principales maladies fongiques des céréales en Algérie : symptômes, développement et moyens de lutte ; ITGC, EL Harrach, Alger. P 56.
6. **Aouali, S. et Douici-Khalfi, A. (2013).** Recueil des principales maladies fongiques des céréales en Algérie : symptômes, développement et moyens de lutte. ITGC. 8-36 p
7. **Belaïd, D. (1987).** Etude de la fertilisation azotée et phosphatée d'une variété de blé dur (Hedba3) en condition de déficit hydrique. Mémoire de magister. INA El Harrach 108p.
8. **Belaïd, D. (1996).** Aspects de la céréaliculture Algérienne. Ed. Office des publications universitaires, Ben-Aknoun (Alger), 206 p
9. **Benbelkacem, A. (1990).** The Role of Legumes in the Farming Systems of Algeria. In A. E. Osman, M. H. Ibrahim, & M. A. Jones (Ed.), The Role of Legumes in the Farming Systems of the Mediterranean Areas (p. 31-37). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-009-1019-5_2
10. **Benbelkacem, A. (1996).** Adaptation of cereal cultivars to extreme agroecologic environments of North Africa. Field crops research, 45(1-3), 49-55.
11. **Bencharif, A., & Rastoin, J. L. (2007).** Concepts et méthodes de l'analyse de Filières Agroalimentaires : Application par la Chaîne Globale de Valeur au cas des Blés en Algérie. Unité Mixte De Recherche Moisa. https://www.researchgate.net/profile/Jean-LouisRastoin/publication/23693953_Concepts_et_methodes_de_l_analyse_de_filières_agroalimentaires_application_par_la_chaine_globale_de_valeur_au_cas_des_bles_en_Alge

[rie/links/582af0b708aef19cb8062901/Concepts-et-methodes-de-lanalyse-de-filieres-agroalimentaires-application-par-la-chaine-globale-de-valeur-au-cas-des-bles-en-Algerie.pdf](https://www.researchgate.net/publication/328111111/links/582af0b708aef19cb8062901/Concepts-et-methodes-de-lanalyse-de-filieres-agroalimentaires-application-par-la-chaine-globale-de-valeur-au-cas-des-bles-en-Algerie.pdf)

12. **Benmehidi, O., Boukaabache, Y. (2018).** Pépinière des principales maladies fongiques du blé dur dans la région de Constantine. Mémoire de Master : Biologie et Physiologie Végétale. Constantine: Université des Frères Mentouri Constantine, 87p.
13. **Benniou, R., Badache, F., Regoub, A. and Bendada, H. (2018).** Etude comparative du comportement et de l'adaptation de différents géotypes de blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi-aride dans l'Est de l'Algérie. *Revue Agriculture*. 09(1) : 16 – 31.
14. **Botton, B., Breton, A., Fevre, M., Gauthir, S., Guy, P.H., Larpent, J.P., Raymond P., Sanglier, J.J., Vayssier, Y., Veau, P. (1990).** Moisissures utiles et nuisible importance industrielle. 2^{ème} édition Masson collection biotechnologies. pp : 34-42.
15. **Bouacem, C., Hamdan, L. (2022).** Prospection et identification de quelques maladies et plantes adventices sur des parcelles céréalières (blé dur, blé tendre et orge) dans les régions de Tizi-Ouzou et de Bouira. Mémoire de master. Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou, Faculté des Sciences Biologiques et Sciences Agronomiques. 104-106.
16. **Bozzini, A. (1988).** Origin, distribution, and production of durum wheat in the world. In: Fabriani, G., & Lintas, C. (eds.). *Durum - Chemistry and technology*. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA, pp. 1-16.
17. **Chabasse, D., Pihet, M., & Bouchara, J.-P. (2005).** Les Moisissures Opportunistes : Émergence De Nouveaux Champignons Pathogènes En Médecine *Revue Générale*. *Revue Francophone des Laboratoires*, (373), 21-34.
18. **Chelahi, S., Boumezbar, D. (2021).** Etude des maladies du blé prévalences dans le Constantinois durant la campagne agricole 2020/2021. Mémoire de master. Université Université des Frères Mentouri Constantine 1 Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. P41.
19. **Clarke, J.M., Norvell, W.A., Clarke F.R., et Buckley, T.W. (2002).** " Concentration of cadmium and other elements in the grain of near-isogenic durum lines. " *Can. J. Plant Sci./Revue canadienne de phytotechnie*, 82: 27-33.

20. **Djermoun, A. (2009).** La production céréalière en Algérie : Les principales caractéristiques. *Nature & Technology*, 1, 45.
21. **Ezzahiri, B. (2001).** Les maladies du blé : Identification, facteurs de développement et méthodes de lutte. *Bulletin de transfert de technologie en agriculture*, 77, 1-4p
22. **Fares, R., Bouchaib, A., (2017).** Recherche de bactéries développant une activité antagoniste vis -à- vis des agents de la pourriture racinaire de blé dur. Mémoire de Master : Biotechnologie des Mycètes / Fermentation et production de substances fongiques. Constantine : Université des Frères Mentouri Constantine, 101p.
23. **Feillet, P. (2000).** Le grain de blé. Composition et utilisation. Mieux comprendre. INRA. ISSN : 1144- 7605. ISBN : 2- 73806 0896- 8 : 308p.
24. **Feradji, K., et Saada, I. (2018).** Diagnostic des maladies cryptogamiques rencontrées chez le blé durant la campagne agricole 2017/2018 dans la région de Bouira. Etude de la mycoflore associée à la semence de blé. Mémoire Master : protection des végétaux. Bouira : Université Akli Mohand Oulhadj, 107p.
25. **Fried, G., Norton, L.R., Reboud, X. (2008).** Environmental and management factors determining weed species composition and diversity in France. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 128, 68-76.
26. **Gate, P. (1995).** Ecophysiologie du blé. ITCF. Technique et Documentation. Lavoisier, paris, 419p.
27. **Hamel, A. (2016).** Etude de l'antagonisme de *Trichoderma* sp vis-à-vis le *Fusarium* sp agent de la fusariose du blé en Algérie. Mémoire de Master : Moyen de lutte et bio régulateur. Boumerdes: Université M'hamed Bougera, 99p.
28. **Hamlaoui, S., Benamer, K., (2018).** Etude comparative de quelques paramètres morphologique et biochimique chez sept variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf) dans la région de Constantine. Mémoire Master : Biologie et physiologie de la reproduction végétale. Constantine : Université des Frères Mentouri Constantine1, 76p.
29. **Jlibene, M. (2011).** Options génétiques d'adaptation du blé tendre au changement climatique. Variétés à résistance multiple : Sécheresse, Cécidomyie, Septoriose, Rouilles brune et jaune. Institut National de la recherche Agronomique Edition. DIC. 63p

30. **Krupinsky, J.M. (1999).** Influence of cultural practices on Septoria/Stagonospora diseases.
<https://agris.fao.org/search/en/providers/122512/records/647234b253aa8c896302282f>
31. **Ladraa, N. (2012).** Aptitude à la panification de quelques variétés de blé dur Algérien [PhD Thesis]. <http://dspace.ensa.dz:8080/jspui/handle/123456789/275>
32. **Lamari L., Strelkov SE., Yahyauoi A., Amedov M., Saidov M., Djunusova M. and Koichibayev M., (2005).** Virulence of *Pyrenophora tritici-repentis* in the countries of the Silk Road, Canadian journal of plant pathologie. 27 (3), 383-388.
33. **Lamari, L., Bernier, C.C. et Smith, R.B. (1991).** Wheat genotypes that develop both tan, Necrosis and extensive chlorosis in response to isolates of *Pyrenophora triticirepentis*. Plant Diseases. vol 75. 121–122
34. **Mackey, J. (1968).** Species relation in *triticum*. Proe 2eme international wheat genetic symposium hereditas. 2: 237-276.
35. **Mahdjoub, Z., et Megherbi, A. (2018).** Effet de différentes formulations de produits phytosanitaires de traitement de semence de blé, et lutte biologique vis-à-vis du *Fusarium in vitro*. Mémoire de master en microbiologie. Option mycologie et biotechnologie fongique. Université des frères Mentouri, Constantine : 19p.
36. **Malki, M., et Redjel, N. (2000)** Durum wheat yield sustainability or ecosystem sustainability: effects of state policies on farmers' behavior in Algeria. In: Royo C, Nachit M, Di Fonzo N, Arau s JL (eds), Durum wheat improvement in the Mediterranean region: new challenges. Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens, CIHEAM Zaragoza, no 40, pp 569–573.
37. **Masson, E. (2012) :** Diagnostic des accidents du blé tendre. ARVALIS-Institut du végétal. 36-40.
38. **Michel, L. (2002).** Maladies des céréales et de la luzerne. Diagnostic, dépistage et prévention. Ministère de l'agriculture, des pêches et de l'alimentation. Québec. 25p
39. **Moore, F.C., Lobell, D.B. (2015).** L'empreinte des tendances climatiques sur les rendements des cultures européennes. Proc Natl Acad Sci USA 112 : 2670–2675. doi:10.1073/pnas.1409606112.
40. **Moule, C. (1971).** Céréales 2. Phytotechnie spéciale. Ed. La maison rustique, Paris, 236p

41. **Nasraoui, B. (2008)**. Maladies Fongiques des Céréales et des Légumineuses. Centre Publication Universitaire : Manouba, Tunisia, 1- 129.
42. **Olmedo-Arcega, O. B., Elias, E. M. Cantrell, R. G. (1995)**. Recurrent Selection for Grain Yield in Durum Wheat. *Crop Sci.* N°35.pp. 714 – 719.
43. **Parry, D. W., Jenkinson, P., & McLEOD, L. (1995)**. Fusarium ear blight (scab) in small grain cereals—A review. *Plant Pathology*, 44(2), 207-238.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1995.tb02773.x>
44. **Rapilly, F. (1991)**. L'épidémiologie en pathologie végétale : Mycoses aériennes. L'épidémiologie en pathologie végétale, 1-318.
45. **Safer, T., Rahmani, Y., (2015)**. Efficacité de quelques fongicides sur les maladies fongiques du blé dur transmises par les semences. Mémoire de Master : Production végétale et Environnement. Msila : Université Mohamed Boudiaf, 75p.
46. **Sayoud, R., et Benbelkacem, A., (1996)** : Situation des maladies des céréales en Algérie. In "proceeding du symposium régional sur les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires". 11-14 novembre 1996. Rabat, Maroc. pp 69-70.
47. **Sayoud, R., Ezzahiri B. et Bouznad Z., (1999)**. Les maladies des céréales et des légumineuses alimentaires au Maghreb, Guide Pratique. Projet Maghrébin sur la Surveillance des Maladies et le Développement de Germoplasme Résistant des céréales et des Légumineuses Alimentaires. PNUD RAB/91/007 Maroc-Algérie –Tunisie. Trames Ed, Algérie. 64p.
48. **Seguin B. (1995)**. Les maladies transmises par les semences. Perspectives agricoles. N°203 : 56p.
49. **Soltner, D. (1988)**. Les bases de la production végétale. Le sol, le climat, la plante. Tome 1. 16^{ème} édition. Coll. Science et technique agricoles. Paris, 466p.
50. **Soltner, D. (1999)**. Les grandes productions végétales, Pyrotechnie spéciale, Coll. Sciences et techniques agricoles, Sainte-Gemmes-sur-Loire.
51. **Soltner, D. (2005)**. Les grandes productions végétales. 20^{ème} Edition. Collection science et techniques agricoles. 472p.
52. **Soltner, P. (2005)**. Les bases de la production végétales : La plante et son amélioration. 4^{ème}Ed. Collection et Techniques Agricoles : 248p.

53. Vincent, C., Panneton, B., Fleurat-Lessard, F. (2000). La lutte physique en phytoprotection. Editions Quae.
https://books.google.com/books?hl=fr&lr=lang_fr&id=Yyt5t-76MHIC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Vincent+et+al.,+2000&ots=nhBhH3X0qh&sig=411ZZnbWDSqE-QhwNqFA-IEHksA
54. Zahri, S., Farih, A., Badoc, A. et Douira, A. (2014). Statut des principales maladies, cryptogamiques foliaires du blé au Maroc en 2013. Journal of Applied Biosciences 77, 6543-36549.
55. Zillinsky, F.J. (1983) : Les maladies des céréales à paille : Guide d'identification. Eds. CIMMYT, Mexico. 141p

Site web :

1. Rouille brune :

https://www.google.com/search?q=rouille+brune+bl%C3%A9&sca_esv=9eb8dca6e64fc04b&sca_upv=1&udm=2&biw=1366&bih=600&sxsrf=ADLYWIJGeOeRvIvWnF3vEffTzc_jzK2INQ%3A1718824556437&ei=bC5zZvezGtyokdUPiMG6yAo&oq=rouille+brune+&gs_l=EGxnd3Mtd2l6LXNlcnAiDnJvdWlsbGUgYnJ1bmUgKgIADIEEAAYHjIEEAAYHjIEEAAYHjIEEAAYHjIEEAAYHj3P1DBBVjGL3ACeACQAQSYAZwEoAH_J6oBCzAuOC40LjMuMi4yuAEDyAEA-AEBmAIRoAKkHqgCCsICBBAjGCfCAgUQABiABMICBxAjGCcY6gLCAGYQABgIGB6YAyqIBgGSBwkyLjYuNS4zLjGgB7Rg&sclient=gws-wiz-serp#vhid=IMO0BfSYOeEZM&vssid=mos

2. Rouille jaune :

https://www.google.com/imgres?q=la%20rouille%20jaunedu%20bl%C3%A9&imgurl=https%3A%2F%2Fwww.agro.basf.fr%2Fpictures%2Fpictures_fr%2Fble%2Fmaladies_ble%2Frouille_jaune_ble_4_360x203.jpg%3F1678836950559&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.agro.basf.fr%2Ffr%2Fcultures%2Fble%2Fmaladies_du_ble%2Frouille_jaune_du_ble%2F&docid=POB8gXJXXN1v6M&tbnid=S7MGKS3xWBU5fM&vet=12ahUKEwilmaCSreiGAXWBVPEDHVguDdMQM3oECBwQAA..i&w=360&h=203&hcb=2&ved=2ahUKEwilmaCSreiGAXWBVPEDHVguDdMQM3oECBwQAA

3. **La rouille noir :**

<https://www.alamyimages.fr/photo-image-la-rouille-noire-puccinia-graminis-f-sp-tritici-infection-sur-le-ble-dur-ble-barbu-dans-l-oreille-verte-minnesota-usa-juillet-139670869.html>

4. **Taches septorien :**

https://www.google.com/imgres?q=taches%20septorien%20du%20bl%C3%A9%20&imgurl=https%3A%2F%2Fupload.wikimedia.org%2Fwikipedia%2Fcommons%2F9%2F9c%2FSeptoria-tritici.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Ffr.wikipedia.org%2Fwiki%2FSeptoriose_du_bl%25C3%25A9&docid=_wskmXluJ3mEhM&tbnid=91KVYV3h6I3WXM&vet=12ahUKEwiPtrH5reiGAxVeVqQEHD-WAxoQM3oECBkQAA..i&w=1259&h=915&hcb=2&ved=2ahUKEwiPtrH5reiGAxVeVqQEHD-WAxoQM3oECBkQAA

5. **Septoriose d'épis :**

https://www.google.com/imgres?q=septoriose%20d%27%C3%A9pis%20du%20bl%C3%A9&imgurl=https%3A%2F%2Ffiches.arvalis-infos.fr%2Ffiche_variete%2Fcss%2Fimages%2Faccident_ble.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Ffiches.arvalis-infos.fr%2Ffiche_accident%2Ffiches_accidents.php%3Fmode%3Dfa%26type_cul%3D1%26type_acc%3D4%26id_acc%3D46&docid=wSSGTwaVccVCM&tbnid=9fWQEIHKd_hC-M&vet=12ahUKEwiXyYCMruiGAxUSBNsEHTheDP0QM3oECGUQAA..i&w=392&h=393&hcb=2&ved=2ahUKEwiXyYCMruiGAxUSBNsEHTheDP0QM3oECGUQAA

6. **Helmentho :**

https://www.google.com/search?q=helmenthosporium+du+bl%C3%A9&sca_esv=9eb8dca6e64fc04b&sca_upv=1&udm=2&biw=1366&bih=600&sxsrf=ADLYWIJBxy3D5f76mI6ooCijjCrA-pekJg%3A1718823979858&ei=KyxzZteHNJKI7NYPuLyx6A8&oq=hel&gs_lp=Egxnd3Mtd2l6LXNlcnAiA2hIbCoCCAAYBBAjGCcyBBAjGCcyBRAAGIAEMgUQABiABDIKEAAYgAQYQxiKBTIFEAAAYgAQyBRAAGIAEMgUQABiABDIFEAAAYgAQyBRAAGIAESN04UOUEWMIjcAR4AJABBJgBwgOgAbsXqgEJMC4xLjUuMy4xuAEDyAEA-AEBmAIJoALxDqgCCsICBxAjGCcY6gKYAyuIBgGSBwczLjEuMS40oAeOQw&sclient=gws-wiz-serp#vhid=SUJDKIH2ICGqvM&vssid=mosaic

7. **Oidium:**

https://www.google.com/search?q=oidium+du+bl%C3%A9&sca_esv=9eb8dca6e64fc04b&sca_upv=1&udm=2&biw=1366&bih=600&sxsrf=ADLYWIKLUJUSXZUbTDYd1Ab-SKVDI49Nzg%3A1718824205445&ei=DS1zZu7bGuDlxc8PuMm4-Ag&ved=0ahUKEwiulsmRr-

[iGAxXgcvEDHbgkDo8Q4dUDCBA&uact=5&oq=oidium+du+bl%C3%A9&gs_l=Egxn3Mtd2l6LXNlcnAiDm9pZGI1bSBkdSBibMOpMgQQIxgnSOVIULUHWPA7cAF4AJABAJgBrQqgAZ07qgEPMC4xLjMuMS4xLjEuMC40uAEDyAEA-AEBmAIEoALoEJgDAIlgGAZIHDTuMC4xLjUtMS4wLjGgB-QZ&scient=gws-wiz-serp#vhid=pCkXj3h5K9v_TM&vssid=mosaic](https://www.google.com/search?q=iGAxXgcvEDHbgkDo8Q4dUDCBA&uact=5&oq=oidium+du+bl%C3%A9&gs_l=Egxn3Mtd2l6LXNlcnAiDm9pZGI1bSBkdSBibMOpMgQQIxgnSOVIULUHWPA7cAF4AJABAJgBrQqgAZ07qgEPMC4xLjMuMS4xLjEuMC40uAEDyAEA-AEBmAIEoALoEJgDAIlgGAZIHDTuMC4xLjUtMS4wLjGgB-QZ&scient=gws-wiz-serp#vhid=pCkXj3h5K9v_TM&vssid=mosaic)

8. **Piétin echaudage:**

https://www.google.com/search?q=pi%C3%A9tin+echaudage&sca_esv=9eb8dca6e64fc04b&sca_upv=1&udm=2&biw=1366&bih=600&sxsrf=ADLYWIJOwCXBnUM61RcH9UveyU5d5dYgTg%3A1718824219753&ei=Gy1zZru5LYONxc8P5umbuA8&oq=pi&gs_l=Egxn3Mtd2l6LXNlcnAiAnBpKgIATIEECMYJzIEECMYJzIKEAAYgAQYQxiKBTIFEAAyGAYyBRAAGIAEMgUQABiABDIFEAAyGAYyBRAAGIAEMgUQABiABDIFEAAyGARIGH5QuAIY0AtwAXgAkAEAmAHcAaABiAOqAQUwLjEuMbgBACgBAPgBAZgCA6ACuASoAgrCAGcQIXgnGOoCmANakgcFMS4wLjKgB4YO&scient=gws-wiz-serp#vhid=_AB6RmI17R0IbM&vssid=mosaic

9. **Charbun nu :**

https://www.google.com/search?q=charbon+nu&sca_esv=9eb8dca6e64fc04b&sca_upv=1&udm=2&biw=1366&bih=600&sxsrf=ADLYWIK95sEk-Ri-iaV1Y3PzcG7b13G1cA%3A1718824423671&ei=5y1zZqDVKOOakdUP_ei76AY&oq=charb&gs_l=Egxn3Mtd2l6LXNlcnAiBWN0YXJiKgIADIEECMYJzIEECMYJzIFEAAyGAYyBRAAGIAEMgUQABiABDIFEAAyGAYyBRAAGIAEMgUQABiABDIFEAAyGAYyBRAAGIAESLebAVCPBVj4jQFwA3gAkAEEmAHIA6ABgRmqAQkwLjQuMy4wLjS4AQHIAQD4AQGYAgqgArsNqAIKwgIHECMYJxjqApgDK4gGAZIHBMuMy4zLjGgB-ZF&scient=gws-wiz-serp#vhid=jQT76jUyg67BcM&vssid=mosaic

10. **Fusariose :**

https://www.google.com/search?q=fusariose+&sca_esv=9eb8dca6e64fc04b&sca_upv=1&udm=2&biw=1366&bih=600&sxsrf=ADLYWIIal7BEZzFelpCqn5nqwYCVwJkMCQ%3A1718824499027&ei=My5zZuGpAbuhkdUPhISbqAw&ved=0ahUKEwihj8idsOiGAXW7UKQEHQTCBsUQ4dUDCBA&uact=5&oq=fusariose+&gs_l=Egxn3Mtd2l6LXNlcnAiCmZ1c2FyaW9zZSAyBBAjGCcyBRAAGIAEMgUQABiABDIFEAAyGAYyBBAAGB4yBBAAGB4yBBAAGB4yBBAAGB4yBBAAGB4yBBAAGB5I-C5Q5wRY5yxwAngAkAEEmAGFBKAB-R2qAQswLjcuNC4xLjIuMbgBA8gBAPgBAZgCDaACnBSOagrCAGcQABiABBgTwwIHECMYJxjqApgDN4gGAZIHBTIuMy44oAefbQ&scient=gws-wiz-serp#vhid=kyZkRDIC_qowSM&vssid=mosaic

11. Cycle de développement du blé. (Site web : A/ <http://cereales-ble.blogg.org/cycle-de-developpement-de-la-septeriose-sur-ble-a117158000> ; B/ <https://espace-pain.info/culture-du-ble/>)

ANNEXES

Annexe 01

Le questionnaire 01 :

Destiné à l'exploitant agricole de la station Elkseur 01 qui est porte sur des données précises sur leur exploitation.

La date : 25/02/2024

1. Données de l'exploitation :

1.1. Localisation de l'exploitation : BEJAIA

Commune : Elkseur

1.2. Coordonnées GPS :

Altitude : 40.33 m

Longitude : 36°40'28,91''N

Latitude : 4°,52'23,68''E

I.2. Identification de l'exploitant :

Nom et prénom : Amzal Mouhend Ourabah

Age : 40/55 ans

I.4. Formation agricole : Aucune formation

1.5. Statut juridique de l'exploitation : Personnelle (privée)

1.6. Vocation de l'exploitation : Céréales

2. Données sur la conduite

2.1. La semence :

Origine de la semence : UCA (Union des Coopératives Agricoles)

La variété : Simeto

La superficie semée : 4 ha

La date de semis : 02/12/2023

La densité de levée : 160 kg /ha

Le précédent cultural : Céréale

2.2. Type du Sol : Argileux limoneux

2.3. Travail de sol :

Date de labour : Début novembre

Profondeur du Labour : 30/40 cm

Outils de labour : La charrue à socs

3. la fertilisation :

- 3.1. Type d'engrais utilisé : Engrais complet beaucoup plus phosphorée
- 3.2. Nombre d'unités/hectare : 2 kg/ha
- 3.3. Fertilisation azotée : oui
- 3.4. Si oui, quel est le type d'engrais : Phosphate au semis / couverture azotée
- 3.5. Mode d'apport : Apport fractionné

4. Irrigation :

- 4.1. Type d'irrigation : Irrigation d'appoint
- 4.2. Mode d'irrigation : Aspersion
- 4.3. Disponibilité hydrique : Eau de forage et la pluie

5. Désherbage

- 5.1. Présence des adventices dans le champ : Oui
- 5.2. Quelle type d'adventices : Dicotylédones
- 5.3. Utilisation de désherbage chimique : Oui
- 5.4. Si oui, quel est le désherbant : Cossack

Date : 12/03/2024

Unité : 1 L/ha

6. Observation des maladies

- 6.1. Stade de la culture : Montaison, Epiaison et Maturation
- 6.2. Maladies fongiques : Septoriose, Helminthosporiose, Tache Auréolée, La Rouille brune, oïdium, fusariose

La présence des insectes : escargot ; coccinelle

7. Moyens de lutte utilisés :

La lutte chimique

Le questionnaire 02 :

Destiné à l'exploitant agricole de la station Elkseur 02 qui est porte sur des données précises sur leur exploitation.

La date : 25/02/2024

1. Données de l'exploitation :

1.1. Localisation de l'exploitation : BEJAIA

Commune : Elkseur

1.2. Coordonnées GPS :

Altitude : 78.90 m 36°40'42" N

Longitude : 36°40'42" N

Latitude : 4°,52'21" E

1.3. Identification de l'exploitant :

Nom et prénom : Ayade Sofiane

Age : 40/55 ans

1.4. Formation agricole : Aucune formation

1.5. Statut juridique de l'exploitation : Personnelle (privée)

1.6. Vocation de l'exploitation : Céréales

2. Données sur la conduite

2.1. La semence :

Origine de la semence : COR R1 (importation)

La variété : COR (l'ordinaire à la consommation)

La superficie semée : 5 ha

La date de semis : 05/12/2023

La densité de levée : 1.80 kg/ha

Le précédent cultural : Céréale (blé/blé)

2.2. Type du Sol : Argileux limoneux

2.3. Travail de sol : Pas de labour c'est un travail superficiel

Date : Le début novembre

3. la fertilisation :

3.1. Type d'engrais utilisé : Profert

3.2. Nombre d'unités/hectare : 8 ka /5ha

3.3. Fertilisation azotée : Oui

3.4. Si oui, quel est le type d'engrais : Profère (engrais de fond 24/02) pendant la pluie

3.5. Mode d'apport : Un seul apport

4. Irrigation :

4.1. Type d'irrigation : Aucune irrigation

4.2. Mode d'irrigation : Pas d'irrigation

4.3. Disponibilité hydrique : La pluie

5. Désherbage :

5.1. Présence des adventices dans le champ : Oui

5.2. Quelle type d'adventices : La présence des Monocotylédones et beaucoup plus de Dicotylédones

5.3. Utilisation de désherbage chimique : Oui

5.4. Si oui, quel est le désherbant : Tracxos

Date : 22/02/2024

Unité : 1L/ha

6. Observation des maladies :

6.1. Stade de la culture : Tallage, Montaison, Epiaison, Maturation

6.2. Maladies fongiques : Septoriose, Helminthosporiose, Tache Auréolée, La Rouille brune, oïdium, fusariose

La présence des insectes : escargot ; coccinelle

7. Moyens de lutte utilisés :

La lutte chimique

Le questionnaire 03 :

Destiné à l'exploitant agricole de la station Kherrata qui est porte sur des données précises sur leur exploitation.

La date : 07/05/2024

1. Données de l'exploitation :

1.1. Localisation de l'exploitation : BEJAIA

Commune : Kherrata

1.2. Coordonnées GPS :

Altitude : 494 m

Longitude : 36°40'26,706''N

Latitude : 4°,52'30,018''E

1.3. Identification de l'exploitant :

Nom et prénom : Boukendoul Mourade

Age : 40/55 ans

1.4. Formation agricole : Technicien

1.5. Statut juridique de l'exploitation : UAC

1.6. Vocation de l'exploitation : Céréales (blé, citrouille, haricot) et Polyculture

2. Données sur la conduite

2.1. La semence :

Origine de la semence : UCA

La variété : Oued El bared /Simeto/Uitren

La superficie semée : 40 ha

La date de semis : 10/12/2023

La densité de levée : 1.60kg /ha

Le précédent cultural : Céréale

2.2. Type du Sol : Argileux

2.3. Travail de sol :

Date de labour : Débuts novembre

Profondeur du Labour : 30 cm

Outils de labour : La charrue à socs

3. la fertilisation :

3.1. Type d'engrais utilisé : UPK, MPK 10% azoté

3.2. Nombre d'unités/hectare : 170 kg/ha

3.3. Fertilisation azotée : Oui

3.4. Si oui, quel est le type d'engrais : NPK

3.5. Mode d'apport : Apport fractionné

4. Irrigation :

4.1. Type d'irrigation : Pas d'irrigation

4.2. Mode d'irrigation : Aspersion

4.3. Disponibilité hydrique : L'eau de barrage

5. Désherbage :

5.1. Présence des adventices dans le champ : Oui

5.2. Quelle type d'adventices : Dicotylédones

5.3. Utilisation de désherbage chimique : Oui

5.4. Si oui, quel est le désherbant : Graminée/Zoom

Date : Les début mars 2024

Unité : 1L/ha (120kg/ha)

6. Observation des maladies :

6.1. Stade de la culture : Epiaison, Maturation

6.2. Maladies fongiques : Septoriose, helminthosporiose, Tache Auréolée, Rouille brune, Oïdium, Fusariose, Piétin échaudage

7. Moyens de lutte utilisés :

Aucune utilisation de lutte

Le questionnaire 04 :

Destiné à l'exploitant agricole de la station Seddouk qui est porte sur des données précises sur leur exploitation.

La date : 21/04/2024

1. Données de l'exploitation :

1.1. Localisation de l'exploitation : BEJAIA

Commune : Seddouk

1.2. Coordonnées GPS :

Altitude : 350 m

Longitude : 36°31'0.0732" N

Latitude : 4°36'52.2792" E

I.2. Identification de l'exploitant :

Nom et prénom : Anki moussa

Age : 60 /75 ans

I.4. Formation agricole : Formation professionnelle

1.5. Statut juridique de l'exploitation : personnelle (privée)

1.6. Vocation de l'exploitation : Céréales

2. Données sur la conduite :

2.1. La semence :

Origine de la semence : UCA

La variété : Simeto/ Oued El bared

La superficie semée : 11 ha

La date de semis : 15/12/2023

La densité de levée : 1.80 kg/ha

Le précédent cultural : Féverole

2.2. Type du Sol : Argileux limoneux sableux

2.3. Travail de sol :

Date de labour : 15/06/2023 et 18/10/2023

Profondeur du Labour : 30 cm

Outils de labour : La charrue à socs après avec un chisel

3. la fertilisation :

3.1. Type d'engrais utilisé : North White

3.2. Nombre d'unités/hectare : 1.80kg/ha

3.3. Fertilisation azotée : Oui

3.4. Si oui, quel est le type d'engrais : Azote 46

3.5. Mode d'apport : Apport fractionné

4. Irrigation :

4.1. Type d'irrigation : Irrigation d'appoint

4.2. Mode d'irrigation : Aspersion

4.3. Disponibilité hydrique : Eau de forage

5. Désherbage :

5.1. Présence des adventices dans le champ : Oui

5.2. Quelle type d'adventices : Monocotylédones et Dicotylédones

5.3. Utilisation de désherbage chimique : Oui

5.4. Si oui, quel est le désherbant : Zoom

Date : 10/02/2024

Unité : 800g/400L/ha

6. Observation des maladies :

6.1. Stade de la culture : Epiaison, Maturation

6.2. Maladies fongiques : Septoriose, Helminthosporiose, Rouille brune, Oïdium, Fusariose

Présences des criocères

7. Moyens de lutte utilisés :

Aucune lutte utilisée

Annexe 02

Tableaux 01 : la présence/absence de chaque maladie dans la station d'El kseur 01 et sa fréquence

Maladies	Nombre de quadrant employés Q=5					Nombre de quadrant ou la maladie présente (N)	Fréquence $F=N/Q \times 100$
	1	2	3	4	5		
Septoriose	x	x	x	x	x	5	100%
Helminthosporiose		x	x			2	40%
Tache auréolé				x		1	20%
Rouille brune	x	x	x	x	x	5	100%
Rouille jaune						0	0%
Oïdium	x	x	x	x	x	5	100%
Fusariose	x			x	x	3	60%
Charbon						0	0%
Carie						0	0%

Tableaux 02 : la présence/absence de chaque maladie dans la station d'El kseur 02 et sa fréquence

Maladies	Nombre de quadrant employés Q=5					Nombre de quadrant ou la maladie présente (N)	Fréquence $F=N/Q \times 100$
	1	2	3	4	5		
Septoriose	x	x	x	x	x	5	100%
Helminthosporiose		x	x	x	x	4	80%
Tache auréolé		x				1	20%
Rouille brune	x	x	x		x	4	80%
Rouille jaune						0	0%
Oïdium	x	x	x	x	x	5	100%
Fusariose	x	x	x	x	x	5	100%

Charbon						0	0%
Carie						0	0%

Tableaux 03 : la présence/absence de chaque maladie dans la station de Kherrata et sa fréquence

Maladies	Nombre de quadrant employés Q=5					Nombre de quadrant ou la maladie présente (N)	Fréquence $F=N/Q \times 100$
	1	2	3	4	5		
Septoriose	x	x		x	x	4	80%
Helminthosporiose	x	x	x	x	x	5	100%
Tache auréolé		x		x		2	40%
Rouille brune	x		x			2	40%
Rouille jaune						0	0%
Oïdium	x	x	x		x	4	80%
Fusariose	x	x	x	x	x	5	100%
Charbon						0	0%
Carie						0	0%

Tableaux 04 : la présence/absence de chaque maladie dans la station de seddouk et sa fréquence

Maladies	Nombre de quadrant employés Q=5					Nombre de quadrant ou la maladie présente (N)	Fréquence $F=N/Q \times 100$
	1	2	3	4	5		
Septoriose	x	x	x	x	x	5	100%
Helminthosporiose	x	x		x	x	4	80%
Tache auréolé						0	0%
Rouille brune					x	1	20%
Rouille jaune						0	0%
Oïdium	x		x	x		3	60%
Fusariose		x		x	x	3	60%
Charbon						0	0%
Carie						0	0%

Résumé

Ce travail a été effectué durant la campagne agricole (2023-2024) sur la culture du blé dur (*Triticum durum* Desf) dans la région de Béjaïa. L'objectif de cette étude était d'inventorier les maladies cryptogamiques dans 4 exploitations agricoles (Seddouk, Kherrata et El Kseur). Les résultats de la prospection ont permis d'identifier 6 maladies fongiques, classées par ordre de prédominance : la septoriose, l'oïdium, la fusariose, l'helminthosporiose, la rouille brune et les taches auréolées. La confirmation et l'identification des champignons phytopathogènes ont été réalisées soit par examen macroscopique direct, soit après isolement sur le milieu PDA.

Mots clés : *Triticum durum* Desf, identification, maladies cryptogamiques.

Abstract

This work was carried out during the agricultural campaign (2023-2024) on the cultivation of durum wheat (*Triticum durum* Desf) in the Béjaïa region. The aim of this study was to inventory cryptogamic diseases in 4 agricultural farms (Seddouk, Kherrata, and El Kseur). The survey results identified 6 fungal diseases, ranked in order of prevalence: septoria, oidium, fusarium wilt, helminthosporiosis, brown rust and Tan spot. Confirmation and identification of phytopathogenic fungi were performed either through direct macroscopic examination or after isolation on PDA medium.

Keywords: *Triticum durum* Desf, identification, cryptogamic diseases.

ملخص

أجريت هذه الدراسة خلال الموسم الزراعي 2024-2023 على القمح الصلب (*Triticum durum* Desf) في منطقة بجاية. وكان الهدف من هذه الدراسة هو جرد الأمراض الفطرية في 4 مزارع (صدوق ، خراطة والقصر). وقد حددت نتائج لبحثنا 6 أمراض فطرية مرتبة حسب درجة انتشارها وهي : ،لسبتوريوزا البياض ،الدقيقي الفيوزاريوم ، ،الهلينثوسبوريزو الصدأ البني و البقع الهالة.

تم التأكد من الفطريات المسببة للأمراض النباتية وتحديدها إما عن طريق الفحص المجهرية

المباشر وأ بعد عزلها على وسط PDA.

الكلمات المفتاحية: *Triticum durum* Desf، التعرف الأمراض الفطرية.