



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université des Frères Mentouri Constantine 1
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Microbiologie

قسم: ميكروبيولوجيا

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : biotechnologie des Mycètes : Fermentation et production de
Substance fongique

Intitulé :

**Etude comparative des différents contaminants fongiques de quelques cultures
du blé dur (*Triticum Durum*) et blé tendre (*Triticum aestivum*) de la région de
Constantine**

Présenté et soutenu par : Brighen Hanane

Le : 14/06/2016

Chaour Amina

Jury d'évaluation :

Président du jury : Mr. DEHIMAT L

Pr. Université Constantine 1

Rapporteur : Melle ALMI H

MAB. Université Constantine 1

Examineurs : M.OUFFROUKH A

Directeur de recherche INRA Constantine

**Année universitaire
2016 – 2017**

Remerciement

Au terme de ce modeste travail, nous tenons à Remercier en premier lieu le bon dieu le tous puissant de nous avoir donnez le courage pour accomplir ce petit projet.

Nous remercions par la suite très vivement Mr DEHIMAT L. doyen de la faculté des sciences de la nature et de la vie

Un grand merci également a M elle ALMI HIBA notre encadreur ; nous tenons à exprimer une grande considération et nous espérons pour elle un grand succès pour son stage. Nous remercions également toutes l'équipe du laboratoire de Mycologie de biotechnologie et pour leur aide.

Nous remercions s'adressent aussi aux personnages responsables du magasin de la faculté des Sciences de la Nature et de la Vie pour leurs gentilleses et aides.

Nous remercions aussi tous les enseignants de la faculté en générale et ceux de biotechnologies des mycètes en particuliers.

Enfin un grand Remerciement aux membres du jury, d'avoir accepté et d'évaluer notre travail.

Merci a tous

Dédicace

Je dédie ce travail à

*Ma mère, source de tendresse et d'amour pour leurs soutiens
tout le long de notre vie scolaire.*

*Mon père, qui me toujours soutenus et qui me fait tout
possible pour m'aider.*

Mes frères Azzadïn Hamza, Ismaïl

*Mes sœurs, Noura, Amel, Racha, Naoual et Amina
Que m'aimons beaucoup.*

*Ma grande famille
"Brighen et benazziza"*

Mes cher ami (e) s, et enseignants (e)

*Tout qu'on collaboré de prés ou de loin à l'élaboration de ce
travail.*

Que dieu leur accorde santé et prospérité.

Hanane

Dédicace

Je dédie ce travail à

*Mes parents, sources de tendresse et d'amours pour leurs
soutiens tout le long de notre vie.*

*Mon mari, qui me toujours soutenus et qui me fait tout
possible pour m'aider.*

Mon enfant,

Ma grande famille,

Mes cher ami (e) s, et enseignants (e)

*Tout qu'on collaboré de prés ou de loin à l'élaboration de ce
travail.*

Que dieu leur accorde santé et prospérité.

Chaour Amína

Sommaire

➤ Dédicaces	
➤ Remerciements	
➤ Liste des figures	
➤ Liste des tableaux	
➤ Liste des abréviations	
1. Introduction	1
2. Revue bibliographique	3
2.1. Généralité sur le blé (dur et tendre)	3
2.2. Origine et historique	3
2.3. Données botanique et génétique	4
2.4. Classification et taxonomie	4
2.5. Cycle biologique	5
2.6. Les utilisations du blé	8
2.7. Importance économique dans le monde et en Algérie	8
2.8. Phytosanitaire de blé en Algérie	10
2.9. Les maladies Fongiques de blé	12
3. Matériel et méthode	25
3.1. Présentation de la zone d'échantillonnage	25
3.2. Donnée climatique	25
3.3. Matériel	26
3.4. Milieu de culture	27
3.4.1. Les milieux de culture	27
3.4.2. Préparation des milieux de culture	27
3.5. Méthodologie	28
3.5.1. Méthode d'isolement	28
3.5.2. Méthode de purification	29
3.5.3. Méthode d'identification des isolats	29
3.5.4. Méthode de conservation	30
4. Résultats et interprétation	31
4.1. Echantillonnage	31
4.2. Relevés climatique	31
4.3. Caractéristiques macroscopiques et microscopiques des genres fongiques isolés	32
4.4. Etude statistique	49
5. Discussion	52
6. Conclusion	54
➤ Résumé	
➤ Summary	
➤ Annexe	
➤ Références bibliographiques	

LISTES DES FIGURES :

Figure 1 : Cycle biologique du blé.....	7
Figure 2 : Cycle de développement de <i>Puccinia recondita</i>	13
Figure 3 : Cycle de développement de <i>Puccinia striiformis</i>	14
Figure 4 : Cycle de développement de <i>Puccinia graminis</i>	15
Figure 5 : Cycle de développement de <i>Septoria tritici</i>	16
Figure 6 : Cycle de développement de <i>Septoria nodorum</i>	17
Figure 7 : Cycle de développement de <i>Pyrenophora tritici</i>	18
Figure 8 : Cycle de développement de l'Oïdium.....	19
Figure 9 : Pourriture racinaire.....	20
Figure 10 : Le piétin – échaudage.....	21
Figure 11 : Le piétin – vers.....	21
Figure 12 : Le charbon nu.....	23
Figure 13 : les caries.	24
Figure 14 : la fusariose de l'épi.....	24
Figure 15 : Localité des sites d'isolement : Ain Semara , Beni H'midene et El khroub.	25
Figure 16 : Vue générale de l'ensemble des champs du blé des prospectés : (A) : Ain Smara (B) : Beni Hmiden (C) : El khroub.....	26
Figure : 17 les étapes de la stérilisation superficielle et l'ensemencement des aiguilles du blé	28
Figure 18 : Donnée climatique de la wilaya de Constantine du mois d'Avril 2017 (O.N.M.C).....	32

Figure 19: Fréquences des différents genres fongiques inventoriés du blé de la région de Constantine.....	49
Figure 20 : Taux de contamination de blé en fonction du site d'échantillonnage.....	50
Figure 20 : Comparaison entre les genres fongiques isolés à partir des plantes des sites d'Ain Semara, Beni Hmiden et El khroub.....	50
Figure 22 : Principales embranchements correspondant aux genres fongiques isolés du blé.....	51

Liste des tableaux

Tableau 01 : Classification du Blé (Anguek A. et Zellagui M., 2012).....	5
Tableau 02 : Production mondiale du Blé selon (FAO, 2013).....	9
Tableau 03 : La production de blé en Algérie (1000metric tons).....	10
Tableau 04 : Les principales bactéries phytopathogènes affectant les cultures des céréales (Cours de bactériologie INA 1993).....	11
Tableau 05 : Les principales maladies fongiques du blé (Sayoud <i>et al.</i> , 1999).....	12
Tableau 06 : Identification des souches purifiées du blé dur de trois régions	
Tableau 07 : Identification des souches purifiées du blé tendre de trois régions	

1. Introduction

En Algérie, les céréales est en particulier le blé, sont les cultures prédominantes et nécessitent une amélioration continue, pour satisfaire aux besoins agroalimentaire. L'obtention des cultivars à rendement élevé, avec une résistance aux diverses maladies et insectes et une bonne qualité technologique est une exigence en recherche fondamentale (Attab et Brinis ,2012).

Aujourd'hui, le Blé est l'un des céréales les plus cultivées et les plus consommées dans le monde, il présente avec le Riz et le Maïs 85,4% de la production céréalière mondiale.

Les deux espèces du blé les plus étudié en vue de leur grande importance économique sont :

- Le blé dur (*Triticum Durum*) : il est très riche en Gluten et utilisé pour la production des semoules et des pâtes alimentaires.
- Le blé tendre (*Triticum aestivum*) : il est cultivé pour la production de la farine utilisée pour la fabrication du pain (Tizioualou, 2009).

En 2017, selon la FAO, la production mondiale du blé s'établira à 744,5 millions de tonnes, Ce volume présente un recul de 1,8 % par rapport à l'année précédente (2016) mais reste supérieur à la moyenne des cinq dernières années (Espoir Olodo, 2017).

Actuellement, l'Algérie est un grand importateur de blé et se trouve dépendante du marché international. Cette situation risque de se prolonger à plusieurs années, faute de rendements insuffisants et des besoins de consommation sans cesse croissants devant une forte évolution démographique (Chellali, 2007).

Au cours du cycle de production du blé, de nombreuses maladies peuvent survenir (surtout les cryptogamiques qui présentent 90% des maladies affectant les végétaux) (Charlotte, 2017). Ces maladies, peuvent causer des pertes importantes dans le rendement allant jusqu'à 50%, lorsque les variétés utilisées sont sensibles et les conditions environnementaux sont favorables (Tizioualou, 2009).

Selon l'OAIC (Office Algérien Interprofessionnel des Céréales) de la région EST d'Algérie, des observations sur le terrain ont confirmées que pas moins de 10 000 Hectares des cultures céréalières à Mila et Constantine, sont susceptibles d'être affectées par des

maladies cryptogamiques (Mechti, 2014). La prolifération de moisissures provoque non seulement des modifications physiques (aspect, goût, odeur...) et aussi chimiques (qualités nutritives), mais peut donner lieu aussi à la formation des mycotoxines. Ces derniers, entraînent à l'échelle mondiale des pertes estimées de 5 à 10 % des céréales et leurs dérivés (Bouafia et Touati, 2013).

Dans l'objectif de répondre au problème phytosanitaire, lies aux cultures du blé dans la région de Constantine, nous avons orienté notre travail a l'étude des différents contaminants d'origine fongique manifestants sur champs.

La première partie de notre travail portera donc sur une synthèse bibliographique rassemblant les différentes connaissances relatives à notre plante modèle (*Triticum Durum* et *Triticum aestivum*), aux différents pathogènes fongiques.

La seconde partie portera sur les travaux expérimentaux, réalisés au sein du Laboratoire de Mycologie, de Biotechnologie et de l'activité microbienne (Université des frères Mentouri Constantine). Cette partie concerne principalement les points suivants :

- Isolement de l'ensemble des souches du groupe des mycètes à partir des plantes de *Triticum Durum* et *Triticum aestivum* cultivées dans trois zones (El Khroub, Beni hemiden et Ain Smara) de la région de Constantine.
- Identification des différents isolats obtenus et leurs classifications selon l'espèce du blé ainsi que la région d'étude.
- Etude comparative entre les contaminants fongique des deux espèces du blé sujet d'étude.

Enfin une troisième partie, visera le traitement des résultats et leur discussion.

1. Revue bibliographique

2.1. Généralité sur le blé

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. Elles sont considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale (Slama *et al.*, 2005). Parmi ces céréales, le blé occupe la première place pour la production mondiale et la deuxième après le riz, comme source de nourriture pour les populations humaines, il assure 15% de ses besoins énergétiques (Bajji, 1999). Le blé est cultivé principalement dans les pays du bassin méditerranéen à climat arides et semi-arides là où l'agriculture est dans la plus mauvaise passe.

D'un point de vue production, le blé est estimé à 660 millions de tonnes, l'équivalent de 100 Kg par habitant on considérant la population mondiale. D'après Mahfoud et Lasbahani (2015), les deux espèces du Blé les plus cultivées sont :

- Le blé dur (*Triticum durum*) ;
- Le blé tendre (*Triticum aestivum*).

2.2. Origine et historique

Le terme de blé vient probablement du gaulois *Blato* (à l'origine du vieux français *blaie*, *blee*, *blaier*, *blaver*, d'où le verbe *emblaver*, qui signifie *ensemencer en blé*) et désigne les grains qui on se broyant, fournissent de la farine pour la préparation des crêpes ou du pain (Mahfoud et Lasbahani, 2015).

La saga du blé accompagne celle de l'homme et de l'agriculture, sa culture précède l'histoire et caractérise l'agriculture néolithique, née en Europe il y a 8000 ans. La plus ancienne culture semble être le blé dur dans le croissant fertile de la Mésopotamie (Feillet, 2000).

Le blé tendre est apparu entre 5000 et 6000 ans avant Jésus-Christ dans le croissant fertile puis s'est dispersé à partir de la Grèce en Europe (Doussinault et al., 1992). C'est à partir de cette zone que les blés ont été diffusés vers l'Afrique, l'Asie et l'Europe. La route la plus ancienne de diffusion des céréales vers les pays du Maghreb fut à partir de la péninsule Italienne et de la Sicile (Bonjean, 2001 *in* Boulal *et al.*, 2007).

2.3. Donnés botaniques et génétiques

Le blé est une plante herbacée monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille des Graminées (Michèle et al., 2006). Cette famille végétale compte environ 2500 espèces répandues pratiquement sur toute la surface des continents. C'est un groupe remarquablement homogène et facile à reconnaître. Les tiges, en particulier, ont un port caractéristique : ce sont des chaumes, cylindriques, souvent creux par résorption de la moelle centrale. Ils se présentent donc comme des tubes cannelés dont l'anatomie est particulière, comportant de longs et nombreux faisceaux conducteurs de sève. Ces faisceaux sont régulièrement entrecroisés et renferment des fibres à parois épaisses de sorte qu'ils renforcent comme des câbles ou des haubans (cette structure qui est à la fois résistante et souple. (Djelti, 2014).

Le blé dur *Triticum Durum* possède 28 chromosomes, dont l'aire d'extension est surtout constituée de zones arides et semi-arides, tandis que, le blé tendre *Triticum aestivum* possède 42 chromosomes dont l'adaptation agro technique est très large (Mahfoud et Lasbahani, 2015).

D'un point de vue morphologique, le blé tendre et le blé dur se diffèrent au niveau de la couleur, de forme et du sillon. En effet, le blé tendre est de couleur blanchâtre, de forme ovale et de sillon moins profond, tandis que le blé dur est de couleur vitreuse, de forme large et de sillon profond (Djelti, 2014).

2.4. Classification et taxonomie

L'appellation blé regroupe de nombreuses espèces qui appartiennent, aux angiospermes (plantes à fleurs) monocotylédones de la famille des Poaceae (Poacées en français, anciennement graminées) de genre *Triticum* de l'ordre des Poales (Mathieu CH., 2010).

De plus du blé tendre (*Triticum aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum*), il existe de nombreuses autres espèces qui se différencient par leurs degrés de ploïdie ainsi que par, le nombre de chromosome qui est varié entre 14 et 42 (Benderradji, 2013).

D'une façon générale, la classification est comme suit :

Tableau 1 : Classification du Blé (Anguek A. et Zellagui M., 2012)

Etage de classification	Nom
Sous-règne	<i>Crormophyte</i>
Embranchement	<i>Spermaphytes</i>
Sous- embranchement	<i>Angiospermes</i>
Classe	<i>Monocots</i>
Ordre	<i>Commeliniflorales</i>
Sous- ordre	<i>Poales</i>
Famille	<i>Poacées</i>
Genre	<i>Triticum</i>

2.5. Cycle biologique

Le cycle de vie du blé comporte deux phases : une phase végétative (germination, pré tallage et tallage) et une phase reproductrice (redressement, montaison, épiaison, floraison et maturation).

2.5.1. Période végétative :

➤ **La germination** : se caractérise par l'émergence du coléorhize donnant naissance à des racines séminales et du coléoptile qui protège la sortie de la première feuille fonctionnelle.

➤ **La levée** se fait réellement pendant la sortie des feuilles à la surface du sol. Au sein d'un peuplement, la levée est atteinte lorsque la majorité des lignes de semis sont visibles, l'alimentation de la plante dépend uniquement de son système racinaire primaire et des réserves de la graine.

➤ **Le tallage**, qui commence à la fin de l'hiver et se poursuit jusqu'à avril, est marqué par l'apparition d'une tige secondaire, une talle, à l'aisselle de la première feuille. Les autres feuilles poussent elles aussi leurs talles. Au moment du plein tallage, la plante est étalée ou à port tombant. A la fin, les talles commencent à se redresser. (Anonyme, 2015). Le nombre de

talles produites dépend de la variété, du climat, de l'alimentation minérale et hydrique de la plante, ainsi que de la densité de semis (Nadjem ,2012).

2.5.2. Période reproductrice :

- **La montaison**, débute à la fin du tallage fin avril à mai, elle est caractérisée par l'allongement des entre-nœuds 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. (Nadjem, 2012).
- **L'épiaison** se fait en juin, quand la gaine laisse entrevoir l'épi. Ensuite l'épi sort et se dégage complètement de la gaine.
- **La floraison** s'observe à partir du moment où quelques étamines sont visibles dans le tiers moyen de l'épi. A la fin, quelques étamines desséchées subsistent sur l'épi.
- **Maturation** : Le grain se développe en deux stades :
 - Le stade laiteux, où le grain vert clair, au contenu laiteux, atteint sa dimension définitive.
 - Le stade pâteux où le grain d'un vert jaune s'écrase facilement. Les glumes et les glumelles sont jaunes striées de vert, les feuilles sèches et les nœuds de la tige encore verts. Puis le grain mûrit. Il prend une belle couleur jaune. Il est brillant et durci. Les nœuds de la tige deviennent jaune striés de vert. A maturité complète, le grain prend la couleur typique de la variété et la plante est complètement sèche. (Anonyme, 2015).

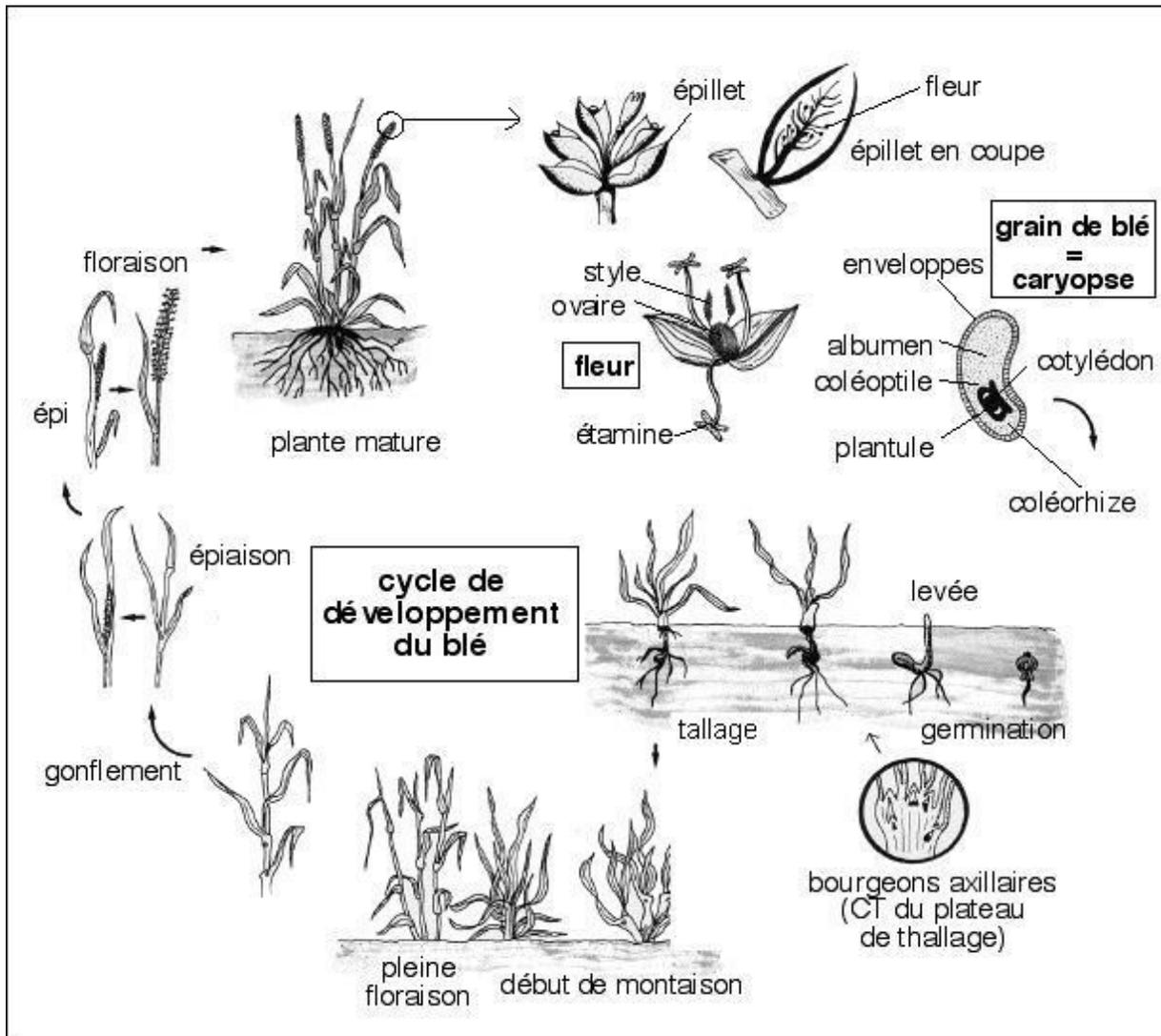


Figure 1 : cycle biologique du blé

2.6. Les utilisations du blé :

Le blé demeure la principale nourriture dans le monde vue son apport énergétique et protéique pour les humains et les animaux (Auteurs - Département SIAFEE - AgroParisTech).

Dans l'alimentation humaine, le blé dur est destiné à la biscuiterie, la fabrication de semoule, ou de pâtes. Le blé tendre quant à lui, il est utilisé principalement en meunerie pour obtenir de la farine nécessaire à la production de pains et de pâtisseries. Outre ces utilisations classiques du blé, de nouvelles utilisations à l'échelle industrielle apparaissent depuis quelques années telles que la fabrication de bioplastiques à base de gluten ou d'amidon. Les principaux débouchés sont les sacs plastiques, les plastiques agricoles, les emballages et certains produits d'hygiène. Ces bioplastiques ont l'avantage par rapport à leurs homologues d'origine fossile d'être biodégradables et renouvelables.

2.7. Importance économique dans le monde et en Algérie :

2.7.1. Dans le monde :

La production mondiale de blé s'élève à 659,6 Mt en 2013 (FAO, 2013). Ce taux de production est principalement dû à une augmentation constante des rendements à l'hectare (multiplié par 2,8 sur les cinquante dernières années) plutôt qu'à une augmentation des surfaces mondiales cultivées en blé. En effet, le nombre d'hectares cultivés en blé, après avoir connu une augmentation jusqu'en 1981 (239,2 millions d'hectares de blé), n'a pas cessé de diminuer pour atteindre 216,8 millions d'hectares en 2010 (Tableau 2).

Une grande part de la récolte mondiale de blé est produite par une dizaine de pays. En 1960, les cinq grands producteurs étaient l'URSS (25 % de la production mondiale de blé), l'Union Européenne à (15%), les Etats-Unis (16 %), la Chine (9 %) et le Canada (6 %) qui représentaient eux seuls 70 % de la production mondiale. Pour la campagne 2010-2011, les cinq plus grands producteurs de blé sont l'Union Européen, la Chine, l'Inde, les Etats-Unis et la Russie et ils représentent 66 % de la production mondiale.

Tableau 2 : Production mondiale du Blé selon (FAO, 2013).

	Production 1/MT	fournir 2/	Utilisation	commerce 3/	Les stocks 4/	Rapport stocks mondiaux utilisation Ratio
	(..... million tonnes.....)					
2002/03	574,0	812,9	611,3	103,0	206,2	34,3
2003/04	561,5	767,7	601,1	103,8	163,8	26,5
2004/05	632,7	794,4	617,9	112,4	177,9	28,4
2005/06	625,6	803,5	624,2	111,2	174,2	27,6
2006/07	601,0	775,2	627,9	113,7	150,2	23,9
2007/08	611,2	761,5	629,1	113,5	130,7	20,2
2008/09	683,9	814,6	645,7	140,9	159,9	24,4
2009/10	685,7	845,6	656,1	130,6	188,8	28,7
2010/11	655,4	844,3	658,7	125,9	185,4	26,6
2011/12	701,5	886,9	696,7	146,8	183,2	26,7

2.7.2. En Algérie :

Les céréales jouent un rôle important dans l'agriculture nationale Algérienne puisqu'elles occupent environ 80% de la superficie agricole utile (SAU) du pays. La superficie emblavée annuellement en céréales se situe entre 3 et 3,5 million d'Hectare. La majeure partie de ces emblavures se fait dans les régions de Sidi Bel Abbés, Tiaret, Sétif et El Eulma. Ces grandes régions céréalières sont situées dans leur majorité sur les hauts plateaux ; ils sont caractérisés par des hivers froids, un régime pluviométrique irrégulier, des gelées printanières et des vents chauds desséchants (Belaid, 1996; Djekoun et *al.*, 2002).

La productivité nationale est assez faible de 8 à 10 qx /ha. Les augmentations moyennes affichées montrent un passage des rendements moyens des blés de 9,4 qx /ha à 13,1 qx/ha pour le blé dur au cours de la période 1991-1995 à 2001-2005. La faiblesse des rendements est dû à l'influence des conditions pédoclimatiques et aux techniques culturales (Chabi et *al.*, 1992) et à certaines tendances socio-économiques comme l'exode rural et la priorité donnée à l'industrie durant les années 1970 qui ont marqué durablement la céréaliculture Algérienne (Selmi, 2000). Malgré les efforts consentis, les rendements restent très bas.

Le tableau 3 montre l'évolution de la production du blé ; il en résulte une augmentation de la production de blé tendre de 569.42 en 2005 à 626.44 en 2013. Cependant, la production moyenne de blé dur a enregistré une augmentation de 993.14 en 2005 jusqu'à 1118.76 en 2013. Cette augmentation est imputable surtout à l'amélioration des rendements. Cependant la superficie réservée aux blés a connu une chute de l'ordre de -9,64% en passant de 1,969 à 1,779 millions d'ha en moyenne durant la même période.

Tableau 3: La production de blé en Algérie (1000metric tons).

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Blé tendre	569.42	576.26	583.1	590.1	597.25	604.42	611.67	619.01	626.44
			7	7					
Blé dur	993.14	1008.0	1023.	1038.	1054.0	1069.8	1085.9	1102.23	1118.76
		3	1	5	8	9	4		
Total	1562.5	1584.2	1606.	1628.	1651.3	1674.3	1697.6	1721.24	1745.20
	6	9	33	67	3	1	1		

2.8. Phytosanitaire du blé en Algérie :

2.8.1. Les ravageurs :

- **Les oiseaux :** les plus redoutables en Algérie sont les Moineaux qui sont des oiseaux de petite taille, affectant d'une manière sévère les céréales un moineau cause une perte réelle sur la récolte de céréales estimée à 300 g de graines ce qui correspond a 150.000 quintaux sur une population de 50 millions de moineaux (BELLATRECHE, 1985). il existe également les Corneilles, tel que le Corbeau Freux qui fait des dégâts sur les jeunes plantes.

Un destructeur occasionnel de blé, non négligeable peut être l'Alouette qui s'attaque au blé à la levée.

- **Les rongeurs :** ils appartiennent à deux groupes bien distincts :
 - ✓ Les Muridés : qui regroupent les Rats noir (*Rattus rattus*), les Surmulots(*Rattus novegicus*), les Mulots(*Apodemus sylvaticus*) et les Mériones de Shaw (*Meriones shawi*).
 - ✓ Les Microtidés : ce sont les campagnols des Mulots qui n'occasionnent des dégâts sur les céréales que si leur densité est importante. (Clement-Grandcourt et Prat, 1970).

- **Les Nématodes :** un complexe d'au moins 10 espèces de nématodes est inféodé aux céréales dans le monde (Rivoal et *al.*, 1985). Parmi les nématodes les plus dangereux, le *Heterodera avenae* est considéré actuellement comme étant l'espèce la plus dommageable en raison de sa large distribution géographique et ses spécificités aux granulées (Rivoal et *al.*, 1978).
- **Les Insectes :** les insectes susceptibles de s'attaquer au blé sont fort nombreux, parmi les plus redoutables on trouve *Les pucerons* (*Sitobion avenae* et *Rhopalosiphum padi* sont les plus importantes) (Capisano, 1997 ; Anonyme, 2004), Les Punaises (l'espèce la plus courante et la plus déprédatrice qui est *Aelia germari*) (Ouffroukh et Hamadi, 1993 ; Pastre et Roa, 1993), les vers blancs (*Geotrogus deserticola* est espèce la plus couramment observer sur le blé) (Ouffroukh et Hamadi, 1993), Les criocères des céréales (l'espèce la plus dangereuse est *Lema melanopa*) (Balachowsky et Mesnil, 1936 ; Pastre et Roa, 1993) et la mouche de Hesse qui est appelée également la Cécidomyie destructrice (*Mayetiola destructor*) (Balachowsky et Mesnil, 1936 , Matile, 1993).

2.8.2. Les bactéries :

Les bactéries sont des microorganismes couramment rencontrés sur les cultures dont le blé. Le tableau au-dessous résume les principales espèces bactériennes contaminants les céréales.

Tableau 4 : Les principales bactéries phytopathogènes affectant les cultures des céréales (Cours de bactériologie INA 1993).

Maladies	Symptômes	Agent causal
Maladies à <i>Pseudomonas</i>	Nécrose bactérienne des céréales	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>syringae</i> . <i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>strafaciens</i>
	Nécrose bactérienne de l'avoine	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>coronofaciens</i>
	Pourriture basale des glumes	<i>Pseudomonas syringae</i> pv. <i>atrofaciens</i>
Maladies à <i>Xanthomonas</i>	- Rayure bactérienne	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>translucens</i>
Maladies à <i>Clavibacter</i>	- Brûlure du blé	<i>Clavibacter tritici</i>
	Gommose bactérienne des graminées	<i>Clavibacter rathayi</i>
	Mosaïque bactérienne du blé	<i>Clavibacter michigenensi</i> subsp. <i>Tessellarius</i>

2.9. Les maladies fongiques du blé :

La culture de blé est fréquemment exposée aux contraintes de l'environnement et soumise à une multitude de stress abiotiques et biotiques. Parmi les stress abiotiques qui limitent le rendement du blé sont de nature climatique (gel, températures excessives et sécheresse) ou édaphique (acidité du sol entraînant une toxicité par l'aluminium ou le manganèse). De plus, les stress biotiques sont ceux causés par les organismes pathogènes. Les champignons sont les plus répandus et les plus dommageables pathogènes des cultures cultivées (Ezzahiri, 2001 ; Zahri *et al.*, 2014). Les principales maladies fongiques répandues dans le monde et en Algérie sont regroupées dans le tableau ci-dessous (Sayoud *et al.*, 1999).

Tableau 5: Les principales maladies fongiques du blé (Sayoud *et al.*, 1999).

Nom de la maladie	L'agent causal
Rouille jaune	<i>Puccinia striiformis</i>
Rouille noire	<i>Puccinia graminis</i> f.sp.tritici
Rouille brune	<i>Puccinia triticina</i>
Oïdium	<i>Erysiphe graminis</i> f.sp.tritici
Tache helminthosporienne	<i>Pyrenophora tritici-repentis</i>
Caries	<i>Tilletia caries</i> et <i>Tilletia foetida</i>
Charbon foliaire	<i>Urocystis agropyri</i>
Charbon nu	<i>Ustilago tritici</i>
Pourriture racinaire	<i>Cochliobolus sativus</i>
	<i>Fusarium culmorum</i>
	<i>Fusarium graminearum</i>
	<i>Fusarium avenaceum</i>
Septoriose	<i>Septoria nodorum</i> ou <i>Stagnospora nodorum</i>
	<i>Septoria tritici</i> ou <i>Mycosphaerella graminico</i>

La classification des maladies du blé selon Aouali et Douici-Khalfi (2009), se fait en fonction des symptômes induites par le pathogène, ainsi qu'en fonction de la partie qu'elle affecte. De ce fait, on distingue trois groupes :

- Maladies causant des symptômes localisés sur feuillage.

- Maladies causant des pourritures racinaires.
- Maladies causant des symptômes sur les épis.

2.9.1. Maladies sur feuillage :

- Les rouilles : ils sont divers :
- ✓ *La rouille brune* : cette maladie est causée par *Puccinia recondita* f.sp. *tritici*, elle se caractérise par la formation de petites pustules circulaires ou ovales de couleur orange ou brune (urédospores), sur la face supérieure des feuilles (Lamari et al., 1991 ; Sayoud et al., 1999 ; Ezzahiri, 2001) et parfois sur la face inférieure des feuilles. En fin de saison, ces pustules prennent une couleur noire (téleutospores) (Aouali et Douici-Khalfi, 2009 ; Ezzahiri, 2001).

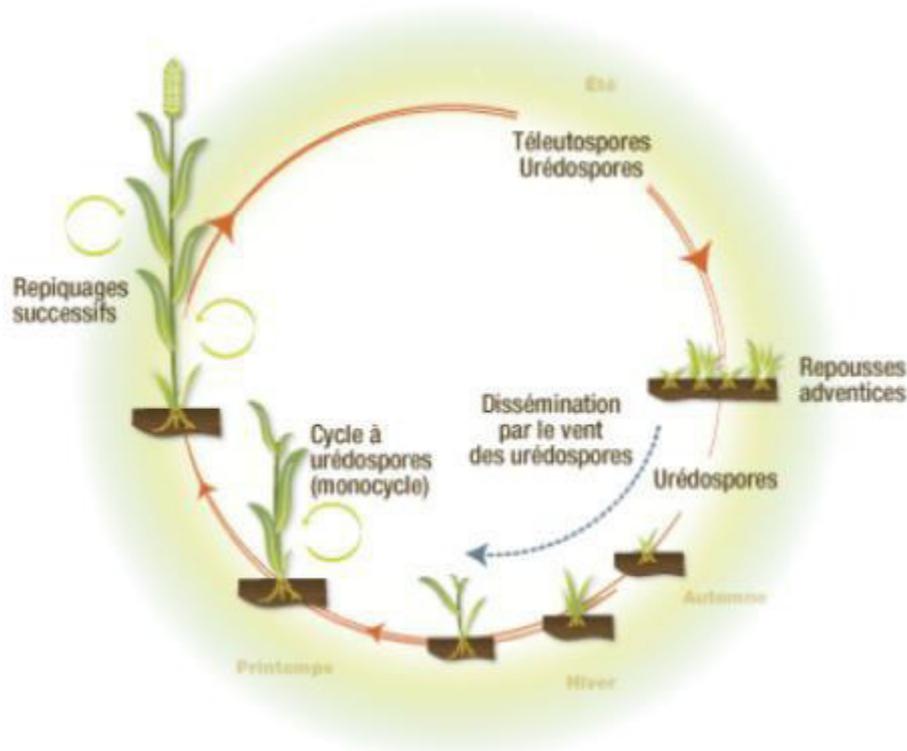


Figure 2 : Cycle de développement de *Puccinia recondita*

- ✓ *La rouille jaune* : causé par *Puccinia striiformis*, cette maladie se traduit par l'apparition des pustules de forme globuleuse et de couleur jaune ou orange, disposées en stries le long des nervures des feuilles d'où le nom de l'espèce. Elles peuvent aussi se développer sur la face inférieure des feuilles sur les épis et les grains (Aouali et Douici-Khalfi, 2009 ; Ezzahiri, 2001 ; Jlibene, 2011).

La rouille jaune, peuvent engendrer des pertes de rendement pouvant atteindre 75 %. Selon Belaid, 1996, l'aire de dispersion de la rouille jaune correspond aux zones littorales humides et tempérées.

Cette maladie bien connue depuis 2004 par nos agriculteurs, elle est présente chaque année à des degrés variés. Elle est prévalant dans les régions froides comme les hauts plateaux (Anonyme, 2007).

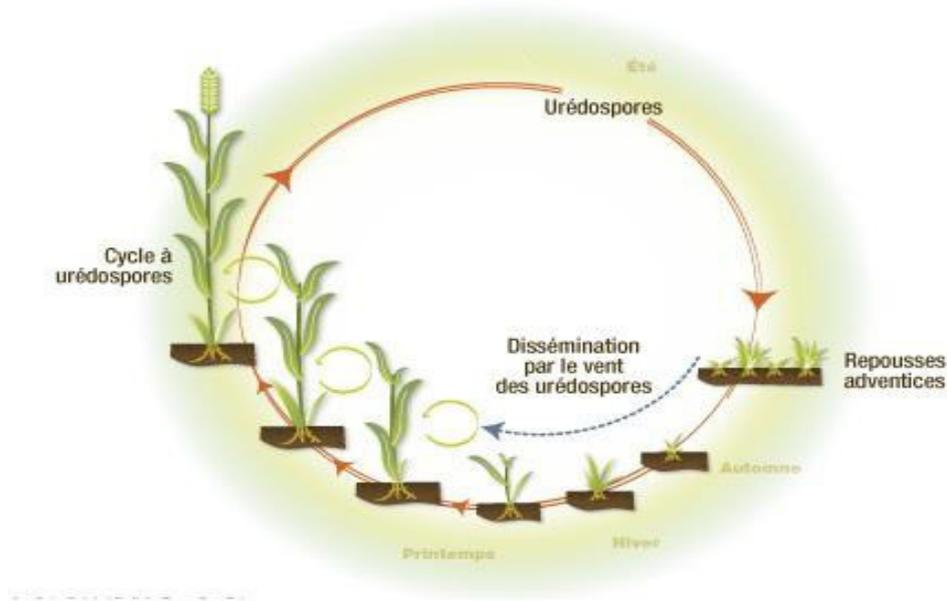


Figure 3 : Cycle de développement de *Puccinia striiformis*

- ✓ *La rouille noire* : l'agent causal est *Puccinia graminis* f.sp. *tritici* qui se manifeste par la formation des pustules plus longues que celles de la rouille brune, elles sont de couleur rouge-brique à marron foncé. Elles se développent sur les feuilles, les tiges et les épis (Aouali et Douici-Khalfi, 2009 ; Ezzahiri, 2001). Selon Belaid (1996), la rouille noire est favorisée par l'eau et la chaleur. Les blés à courte paille tels que *Strampelli Inia*, *Siete-Cerros* et *Saba* sont résistants à cette maladie.

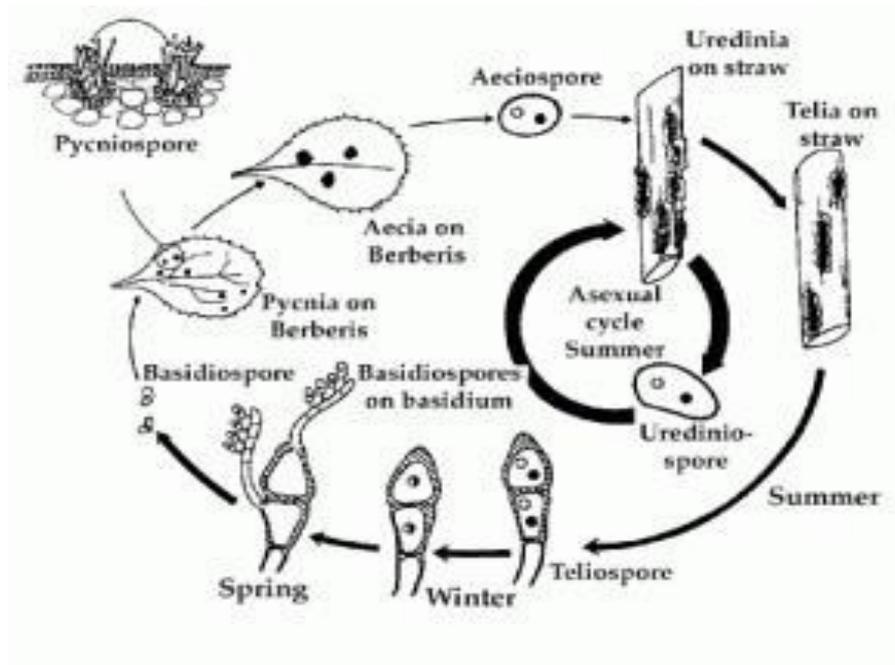
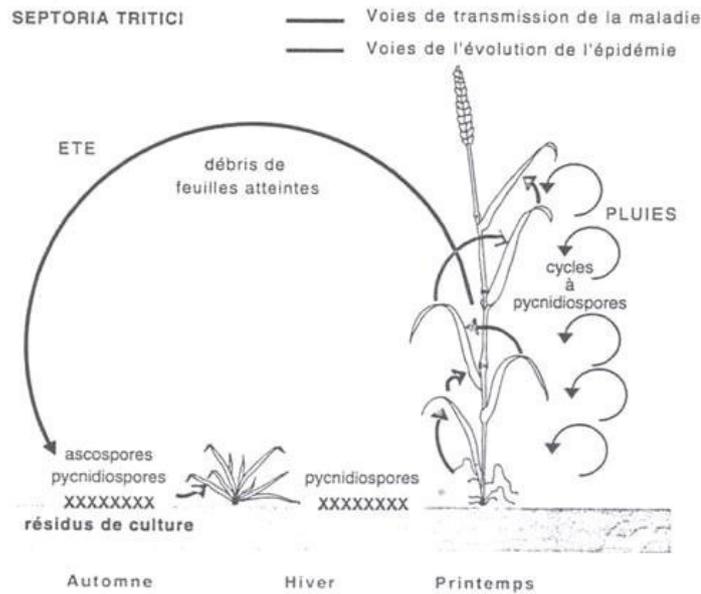


Figure 4 : Cycle de développement de *Puccinia graminis*

- Les septorioses : les pertes de rendement engendré par cette maladie peuvent aller jusqu'à 40 % (Ezzahiri, 2001). En effet, deux types de septorioses se manifestent sur le blé : la tache septorienne (*Septoria tritici*) et la septoriose des feuilles et des épis (*Septoria nodorum*) (Belaid, 1996 ; Ezzahiri, 2001 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009 ; Jlibene, 2011).
- ✓ *La tache septorienne* : les symptômes de *Septoria tritici* 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, ensuite, elles s'étendent longitudinalement de 5 à 15 mm et prennent une couleur grise claire (Ezzahiri, 2001 ; Michel, 2002 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009). Après l'apparition des nécroses sur les feuillages, on observe des ponctuations noires alignées parallèlement qu'on appelle pycnides (Ezzahiri, 2001 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009). Cette maladie est la deuxième maladie la plus répandue en Algérie après la tache auréolée. Elle est beaucoup plus importante dans les zones littorales. Elle a eu un impact important en 2006, aussi bien sur les blés durs que sur les blés tendres dans les wilayas de Skikda, Annaba, Constantine et Guelma (Anonyme, 2007).



Source: Caron, 1993.

Figure 5 : Cycle de développement de *Septoria tritici*

- ✓ *Septoriose des feuilles et épis* : les symptômes de *Septoria nodorum* se manifestent sur le feuillage et sur 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. 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). Plus tard, ces pycnides virent au gris foncé, et à ce moment-là, leur distinction de celles de *Septoria tritici* devient moins apparente et seul un examen microscopique les différencierait. Sur les glumes, la maladie se développe lorsque l'attaque est importante.
- Les symptômes se manifestent par de petites taches grises qui vont disparaître et présentent des colorations brunes ou des symptômes d'échaudage (Ezzahiri, 2001). Les variétés mexicaines sont sensibles à cette maladie (Belaid, 1996).

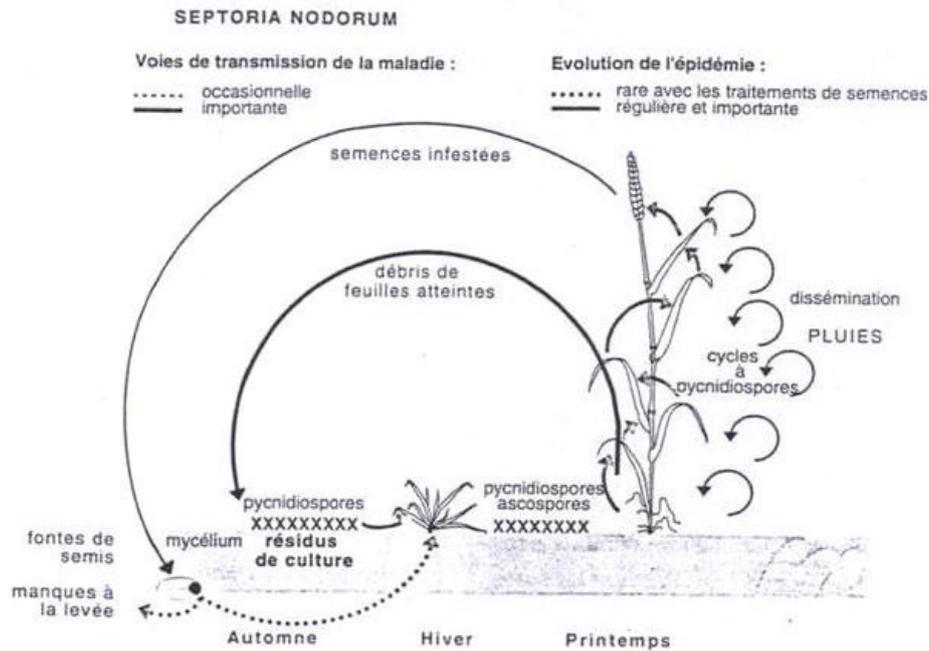


Figure 6 : Cycle de développement de *Septoria nodorum*

- Helminthosporioses : la tache helminthosporienne est une grave maladie foliaire du blé causée par *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). Huit races de *P. tritici-repentis* ont été identifiées à ce jour, en se basant sur leur capacité à provoquer la nécrose ou la chlorose dans un groupe d'hôtes différentiels chez le blé (Benslimane et al., 2011 ; Aboukhaddour et al., 2013). Cette maladie s'attaque principalement au blé. En Algérie, l'helminthosporiose est surtout répandue dans les zones du Nord.

L'agent pathogène se conserve sous forme de spores et de mycélium sur les résidus du blé infecté à la surface du sol. Sur les chaumes, les périthèces structures de reproduction sexuée et le mycélium constituent la principale source d'inoculum primaire. En présence d'humidité, les périthèces libèrent les ascospores et le mycélium produit des conidies. Les deux types de spores sont disséminés pour initier l'infection primaire sur les plantules de blé en début de saison. Au cours de la saison, l'infection secondaire est assurée par les conidies qui sont facilement disséminées par le vent. La germination des conidies et l'infection des tissus sont favorisées par une durée d'humectation du feuillage de 24 à 48h. Les températures optimales pour l'infection se situent entre 18 et

28 °C. La sporulation au niveau des taches foliaires est favorisée par des conditions humides (Ezzahiri, 2001 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009).

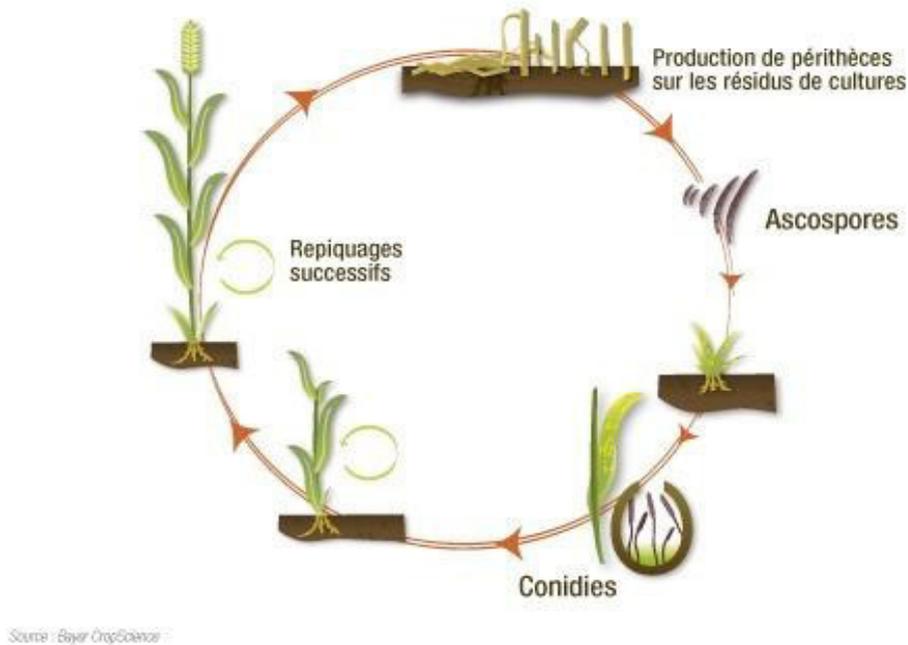


Figure 7 : Cycle de développement de *Pyrenophora tritici*.

- Oïdium : toutes les céréales y compris le blé, peuvent être attaquées par l'oïdium. Plusieurs formes de la maladie sont cependant spécifiques à des cultures précises, et ne provoquent pas d'infections croisées (Anonyme a, 2014). Les premiers symptômes d'*Erysiphe graminis f.sp.tritici* apparaissent sous forme d'un duvet blanchâtre ou gris pâle sur les limbes des feuilles basales, puis se développent sur les feuilles des étages supérieurs (Ezzahiri, 2001 ; Anonyme, 2008 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009). En cas d'attaque sévère les taches apparaissent aussi sur les gaines des feuilles et les glumes des épis (Ezzahiri, 2001 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009). Cette maladie du blé hiverne essentiellement sous forme de mycélium sur les repousses.

En présence d'une forte hygrométrie, les cléistothèces libèrent les ascospores produites par voie sexuée, qui peuvent alors provoquer des infections automnales. On estime par ailleurs que les cléistothèces ont une importance secondaire pour le mycélium (Anonyme a, 2014). Au printemps, avec les montées de température, le mycélium en dormance commence à se développer, et des spores sont rapidement produites. Leur germination se produit dans une large fourchette de températures (5 °C à 30 °C), même si 15 °C, elle reste la température optimale, avec un taux d'humidité relativement supérieur à 95 %. L'eau libre inhibe la germination des spores. Dans des conditions de

sécheresse, des spores fraîches peuvent se former au bout de sept jours (Anonyme a, 2014).

À la fin de la saison, les repousses de céréales et les cultures à semis automnal précoce peuvent à leur tour être contaminées, constituant ainsi l'inoculum pour la culture suivante (Anonyme a, 2014).

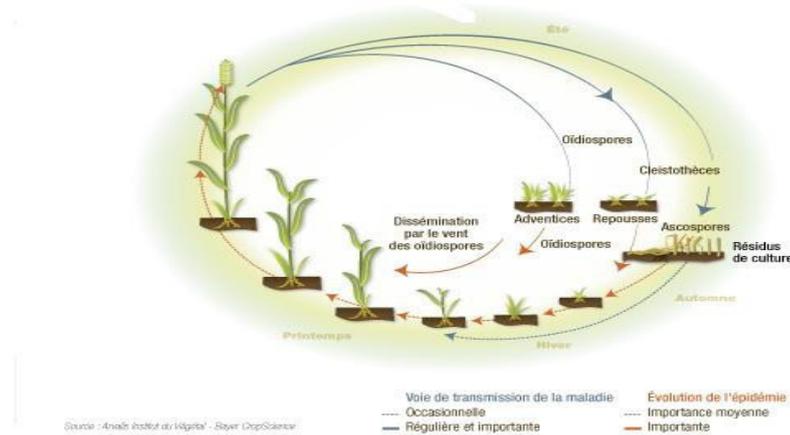


Figure 8 : Cycle de développement de l'Oïdium

2.9.2. Maladies racinaires :

- Les pourritures racinaires : la pourriture racinaire ou la pourriture de pied ou encore la pourriture commune, sont des appellations décrivant d'une même maladie due à différents agents fongiques du genre *Fusarium* (*Fusarium culmorum* ; *Fusarium graminearum*, *Fusarium avenaceum*) et *Cochliobolus* (*Cochliobolus sativus*). L'importance des dégâts est intimement liée au type de culture, à la région et surtout aux conditions climatiques (El hadj Hammiche, 2013).

Les symptômes de cette maladie se traduisent par un manque à la levée, fonte des semis, lésion au niveau de la coléoptile, racines peu ou pas développées, déformation du germe, dessèchement brutal des jeunes plantes et la coloration brune foncée des nœuds inférieurs sur les plantes âgées. Une infection par la fusariose peut produire une vraie pourriture du pied, ou la base de la tige devient brune et pourrie, ce qui entraîne l'émergence d'épis blancs, ce symptôme est très observé dans les saisons très sèches (El hadj Hammiche, 2013).



Figure 9 : Pourriture racinaire

- Le piétin – échaudage : causé par *Gaeumannomyces graminis* est surtout présent dans les sols cultivés en blé et orge, plus particulièrement sur les parcelles de monoculture. Cette maladie est favorisée par les conditions humides du sol (Ezzahiri, 2001 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009). Le parasite peut attaquer les racines dès la germination. Après ce stade, la présence du champignon entraîne un arrêt de la montée de la sève brute et il s'ensuit une nécrose des racines, du pied et des tiges qui deviennent fragiles, ce qui les rend plus cassantes. Ces premiers symptômes sur les racines sont difficiles à identifier sur les plantes en début d'attaque. Pendant la phase végétative, un début de décoloration des feuilles qui tend au jaune et la présence de plantes chétives sont les premiers signes de la maladie. A partir de la floraison, les signes de contamination deviennent visibles sur les épis qui seront stériles et prennent une couleur blanchâtre bien avant la récolte. La présence de barbes sur les épis d'orge peut rendre difficile l'identification du parasite, en le confondant à une maturité précoce. Dans ce dernier cas, il est recommandé d'examiner le système racinaire des plantes présentant les signes d'attaque de la maladie pour observer et confirmer s'il existe des nécroses (Zillinsky, 1983 ; Ezzahiri, 2001 ; Michel, 2002 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009).



Figure 10 : Le piétin – échaudage

- Le piétin – vers : les symptômes d'*Oculimacula yallundae* ou *O. aciformis* 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). Des Verses peuvent être provoquées par les lésions en fin de végétation. Et des épis blancs sont disséminés au hasard dans la culture (Zillinsky, 1983).



Figure 11 : Le piétin – vers

2.9.3. Maladies sur épi :

- Le charbon nu : cette maladie se développe aussi bien sur le blé tendre que sur le blé dur. Des attaques sporadiques du blé par ce champignon sont observées de temps en temps.

Les symptômes causés par *Ustilago tritici* sont visibles entre la floraison et la maturité. Au début, les épis infectés sont noircis, et apparaissent un peu plus vite que les épis sains. Les enveloppes de la graine, ainsi que leur contenu sont détruites et remplacés par une masse noirâtre, constituée de spores du champignon (Belaid, 1996 ; Ezzahiri, 2001 ; Anonyme, 2008 ; Aouali et Douici-Khalfi, 2009).

L'origine de l'infection du blé par le charbon se trouve dans la semence. En effet, le champignon responsable du charbon nu se conserve dans l'embryon du grain sous forme de mycélium dormant. Certains agriculteurs exposent les graines au soleil afin de détruire le mycélium (Belaid, 1996). Au moment de la germination de la semence, le mycélium est activé.

L'agent pathogène infecte la jeune plantule du blé et poursuit son développement au niveau de l'apex. Au moment de l'épiaison, tout le tissu de l'épi, sauf le rachis, est transformé en une masse sporifère. Les spores produites sont libérées et infectent les fleurs des plantes voisines. Le mycélium issu des spores va infecter le jeune embryon du grain. Celui-ci ne montre aucun symptôme et évolue normalement. Pour détecter l'infection au niveau de son embryon, il faut recourir aux techniques histologiques et microscopiques appropriées. Les conditions favorables à l'infection correspondent à un temps doux (entre 16 et 22 °C) (Ezzahiri, 2001).



Figure 12 : Le charbon nu.

- Les caries : en 1875 Tillet, a été le premier à démontrer que les spores de caries, remplaçant la masse amylacée du grain, étaient responsables de la maladie. En plus des pertes de rendement, les caries diminuent la qualité de la farine et celle des semences (Besri, 1989). La carie commune du blé est causée par le champignon *Tilletia caries*, ou dans une moindre mesure par *Tilletia foetida* (Aouali et Douici-Khalfi, 2009). La contamination se produit lors de la germination du blé ; cependant, les symptômes ne sont visibles que plus tardivement, au stade de remplissage des grains. Un épi contaminé s'identifie à l'ouverture des grains par la présence de spores noires très volatiles à odeur de poisson pourri. Cette poudre altère l'aspect et la saveur de la farine qui devient immangeable. À la récolte, les grains cariés émettent souvent une odeur rédhibitoire de poisson pourri, même à un taux très faible (Philippe du Cheyron *et al.*, 2009). Le vent peut transporter les spores sur plusieurs centaines de mètres (Belaid, 1996).



Figure 13 : les caries.

- La fusariose de l'épi : c'est une maladie fongique qu'on trouve sur toute une gamme d'hôtes, dont le blé (Richard, 2004 ; Wegulo *et al.*, 2008 et Mathieu *et al.*, 2012). L'importance économique de la fusariose est attribuée aux pertes de rendements considérables telles que l'avortement des fleurs, diminution du nombre et du poids des grains et à l'altération de la qualité des grains (Prescott *et al.*, 1987 ; Pirgozliev *et al.*, 2003 in Ballois., 2012) ; ce qui a des conséquences néfastes lors des processus de transformations industrielles des grains. En plus des pertes de production, certaines espèces de *Fusarium* présentes sur les céréales peuvent conduire à la contamination des grains par diverses mycotoxines (Prescott *et al.*, 1987 ; Ballois, 2012).



Figure 14 : La fusariose de l'épi

3. Matériel et méthode

3.1. Présentation de la zone d'échantillonnage

Le présent travail est réalisé au niveau du laboratoire de Mycologie, de Biotechnologie et de l'Activité Microbienne (LaMyBAM) Chaab Erssas, Université des frères Mentouri 1, Constantine, il porte sur l'identification macroscopique et microscopique des principales maladies cryptogamiques rencontrées durant la saison agricole 2017 chez le blé (dur et tendre) et la comparaison entre les maladies fongique du blé dur et blé tendre, dans trois sites agricoles situés respectivement à Ain Smara (West), El khroub, Beni Hmidene (Nord) relevant de la wilaya de Constantine avec une altitude (694 mètre) et un climat continental.

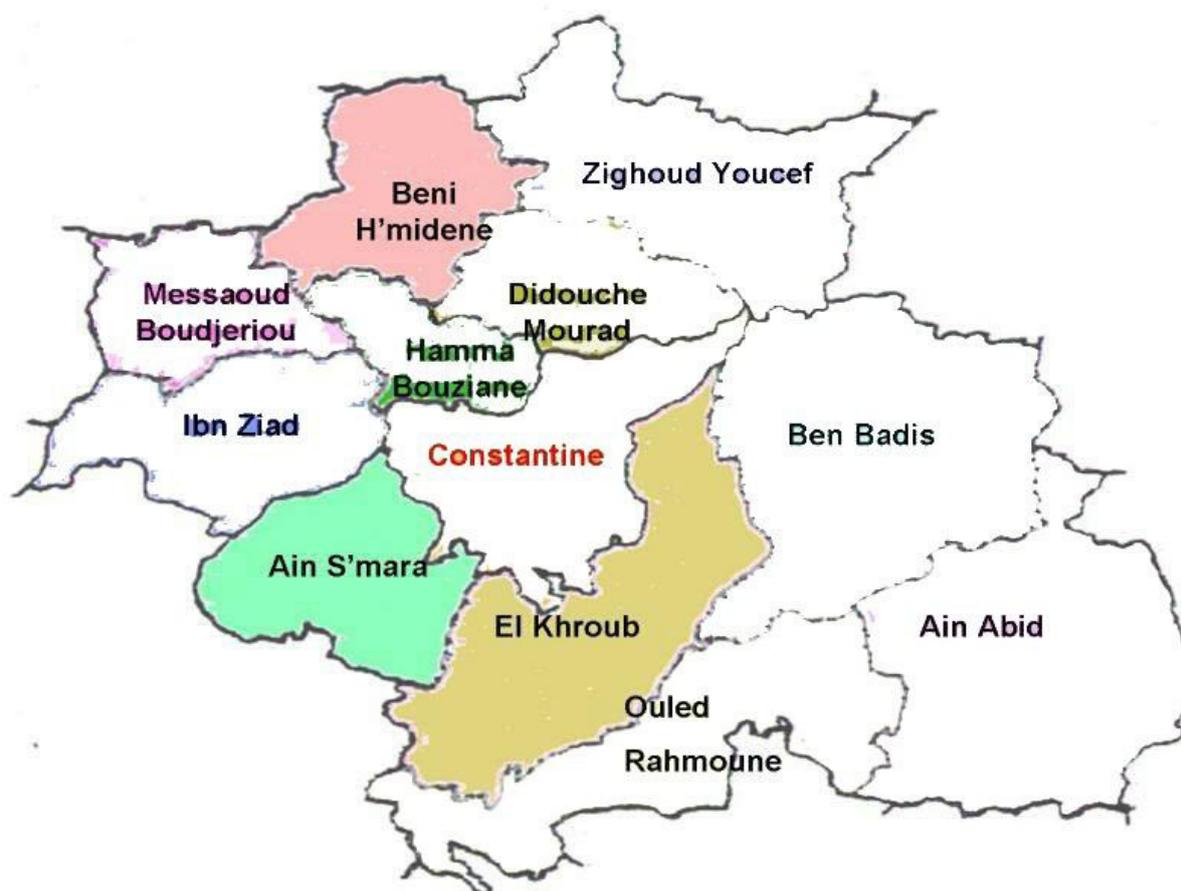


Figure 15 : Localité des sites d'isolement : Ain Semara , Beni H'midene et El khroub

3.2. Donnée climatique

Le climat est l'ensemble des actions de l'atmosphère: humidité, pluies et température. Il agit par ses facteurs sur le développement des céréales. Il peut donc expliquer en partie la faiblesse

des rendements et surtout leur irrégularité. D'autre part, l'apparition de certaines maladies cryptogamiques qui sont étroitement liées aux variations climatiques.

Pour caractériser l'état climatique de la Wilaya de Constantine nous avons pris en considération les données climatiques journalières du Mois d'Avril 2017 collectées à partir de la base de données de l'office national de la métrologie (ONMC ,2017).

3.3. Matériel

3.3.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans l'étude expérimentale est constitué de:

- Plantes du blé tendre (*Triticum aestivium*),
- Plantes blé dur (*Triticum durum*),

Ces plantes ont été prélevées durant le Mois d'Avril 2017 à partir des trois champs situés dans la région de Constantine, à savoir : Ain Smara, Beni Hmiden et El khroub. Les prélèvements ont été effectués dans des conditions aseptiques à l'aide des gants stériles et des sacs stériles pour conservation.

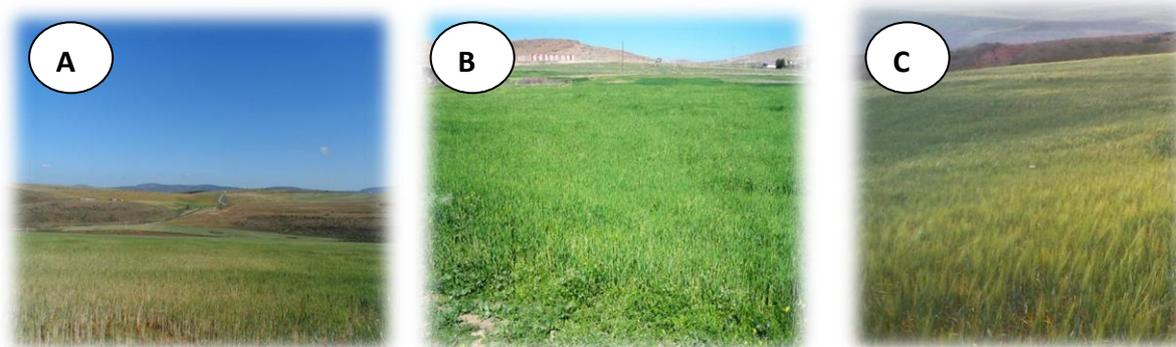


Figure 16 : Vue générale de l'ensemble des champs du blé des prospectés : (A) : Ain Smara (B) : Beni Hmiden (C) : El khroub

3.4. Milieux de culture

3.4.1. Les milieux utilisés

L'isolement des champignons phytopathogènes à partir des plantes de blé jugées infectés, a été effectué sur le milieu ordinaire Potato Dextrose Agar (PDA). Par ailleurs, la purification des isolats a été réalisée sur plusieurs milieux conçus pour culture des champignons : le milieu Sabourad, le milieu Czapeck dox et le milieu gélose à l'extrait de malt.

3.4.2. Préparation des milieux de culture

- Le milieu PDA : la gélose dextrose à la pomme de terre (en abrégé PDA , pour Potato dextrose agar) est un milieu de culture microbiologique courant produit à base d'infusion de pomme de terre et de dextrose. Le milieu PDA, est le milieu le plus largement utilisé pour cultiver des mycètes et des bactéries qui attaquent les plantes vivantes ou la matière organique végétale en décomposition.

Ce milieu (Annexe) a été préparé à partir d'un mélange de pommes de terre lavés et découpés en petits morceaux et d'eau distillée. Le mélange est mis à ébullition au bain-marie et la bouillie obtenue est filtrée. L'agar (20g) et le glucose (20g), sont ajoutées et la quantité d'eau est complété jusqu'à 1000 ml.

- Le milieu Sabouraud : la gélose Sabouraud permet la croissance et l'isolement d'une grande variété de levures et moisissures, Ce milieu est également nommé Sabouraud Dextrose Agar (SDA).

La préparation de ce milieu, consiste à dissoudre les différents ingrédients (Annexe) dans 1000ml d'eau distillé.

- Le milieu Czapek dox : milieu solide, défini pour la culture des champignons et bactéries utilisant le nitrate de sodium comme seule source d'azote.

Pour le préparé, il faut dissoudre les différents ingrédients (Annexe) dans 1000ml d'eau distillé.

- Le milieu gélose à l'extrait de malt ou Malt-Agar : c'est un milieu de culture utilisée pour le dénombrement des levures et des moisissures dans les produits alimentaires et les produits pharmaceutiques. ils convient également pour l'isolement et l'entretien des souches.

Le mode de préparation de ce milieu est simple. Il suffit uniquement de dissoudre les différents ingrédients (Annexe) dans 1000ml d'eau distillé.

3.5. Méthodologie

3.5.1. Méthode d'isolement

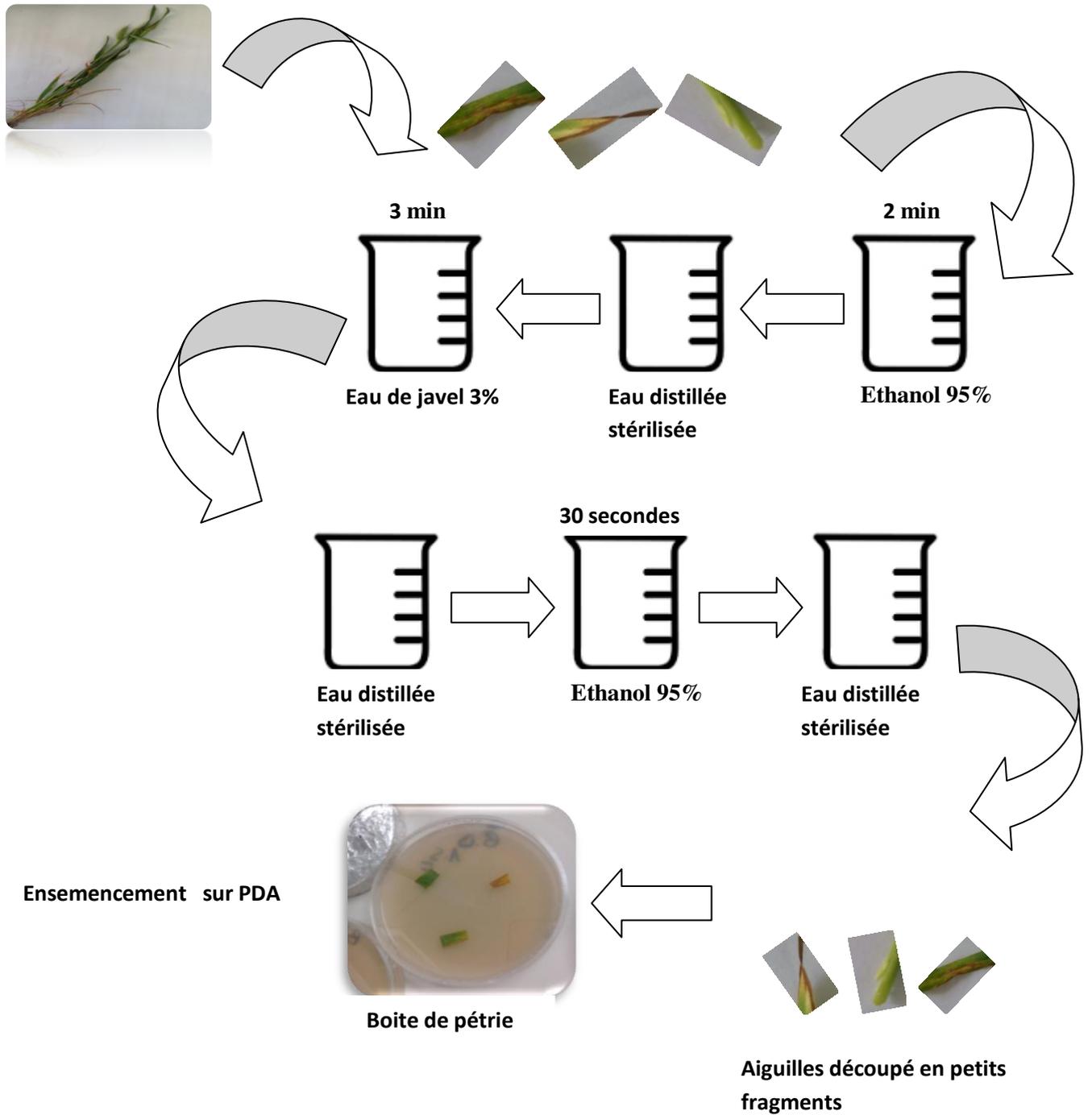


Figure : 17 les étapes de la stérilisation superficielle et l'ensemencement des aiguilles du blé

3.5.2. Méthode de purification

Les boîtes issues d'isolement comprennent plusieurs colonies d'aspects, de couleurs et de texture différentes. La purification des colonies a concerné les colonies dont les caractères culturels correspondent à ceux des souches recherchées dans cette étude (souches pathogènes). La technique consiste à prélever quelques spores ou une petite bouture mycélienne à la marge du thalle à repiquer, à l'aide d'une Anse de platine stérile et transférer aseptiquement dans une boîte de Pétri contenant l'un des milieux : Sabouraud, gélose à l'extrait de malt ou bien Czapek Dox. Afin d'obtenir un développement typique du champignon, l'inoculation est réalisée en un seul point au centre de la boîte (Botton et *al.*, 1990).

3.5.3. Méthodes d'identification des isolats

L'identification d'une souche représentative est effectuée par deux techniques classiques :

Une observation macroscopique (aspect des colonies et leur revers) et une observation microscopique (nature des filaments, aspect des spores, des conidiophores ...), ceci est largement suffisantes pour déterminer le genre des moisissures isolées (Botton et *al.*, 1990 ; Cahagnier et Richard –Molarde, 1998).

- **Identification macroscopique :** l'examen macroscopique permet de déterminer la texture (velouté, laineux, etc..) et la couleur du thalle (pigmentation du mycélium, couleur des conidies) pendant le développement ainsi que la couleur du revers de la culture et son odeur (Botton et *al.*, 1990).
- **Identification microscopique :** les caractères microscopiques sont révélés suite à une préparation simple pour microscope optique qui se fait comme suit :
 1. Un petit morceau de scotch est appliqué par sa face collante sur la colonie à l'aide d'une pince, puis déposé sur une goutte de Lactophenol bleu coton sur une lamelle propre.
 2. on chauffe l'égerment en passant la lame sur une flamme faible de bec bunsen sans laisser sécher le colorant sur la lame.
 3. enfin les lames préparées seront observées au microscope optique aux différents grossissements jusqu'à l'immersion (G x 100).

Ce type d'identification est fondé essentiellement sur l'étude morphologique du mycélium

(Absence ou présence de cloisons, couleur, mode de ramification, différenciation des thallospores,..) Et des spores (forme, couleur, texture des parois, groupement en chaînes, etc..) (Botton *et al*, 1990 ; Chabasse *et al*, 2002).

3.5.4. Méthode de conservation

Pour la conservation des souches prélevées on a utilisé le milieu PDA avec addition du Glycérol. La méthode de conservation des souches la plus communément utilisée, consiste à repiquer les souches en tube sur gélose liquide, les cultures sont maintenues pendant 7 jours à 28°C, puis elles sont stockées à 4°C pour favoriser leur viabilité et limiter les possibilités de variations (Botton *et al*, 1990).

4. Résultat et interprétation

Le présent travail porte sur, l'identification des différents contaminants fongiques isolés à partir du blé dur et du blé tendre, suivie par une étude comparative de ces contaminants et la mise en valeur des effets sur le champ du blé.

4.1. Echantillonnage

Des prospections ont été réalisées sur plusieurs champs dans la région de Constantine notamment au niveau de trois sites (Ain smara, Beni Hmiden et El khroub) pré identifiés pour leur cultures du Blé. Les premières observations effectuées à l'œil nue montraient que les champs visités avaient subis des contaminations variantes .En effet les examens effectués sur place sur les cultures à l'aide d'une loupe manuelle montraient que les plantes portaient de nombreuses symptômes. Ces symptômes sont caractérisés principalement par la présence de taches grisâtres ovales entourées d'un halo blanchâtre sur les tiges et les feuilles de dimensions plus petites, en nombre inférieur, par rapport à d'autres plantes normales (saines). Par ailleurs, les examens effectués sur les plantes récoltées, présentaient un système racinaire plus réduit de taille et de nombre de racines secondaires, en comparaisant avec les plantes saines et vigoureuses .Tous ces symptômes observés, laissent supposer que nous sommes en présence de maladies fongiques pouvant affecter les cultures de blés.

4.2. Relevés climatique

Le jour du prélèvement d'échantillon été le 07 avril 2017. Selon les données climatiques journalières du mois d'Avril fournies par l'Office National de Météorologie (2017), cette journée a été caractérisée par une moyenne de précipitations de 1.6 mm, une température de 9.9°C et une humidité de 83.1% (Figure 21).

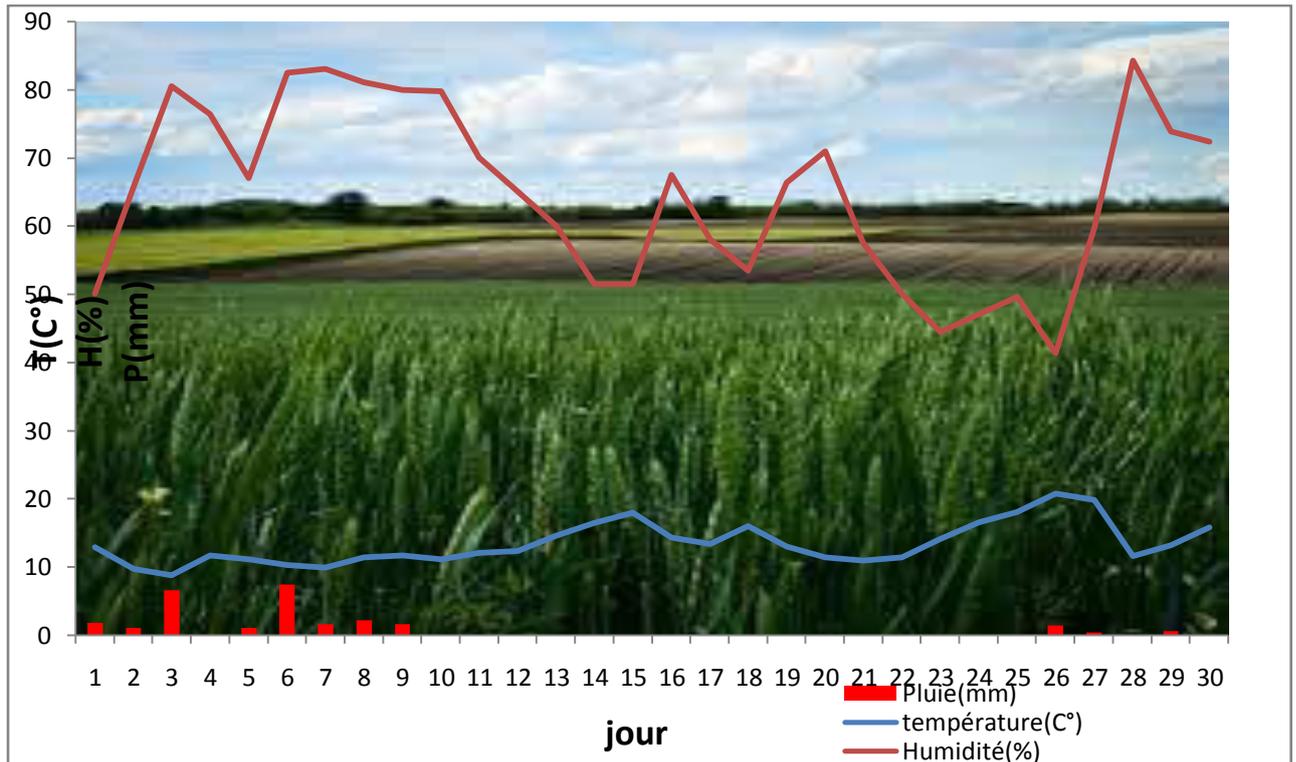


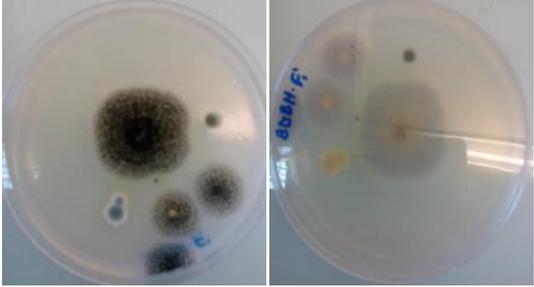
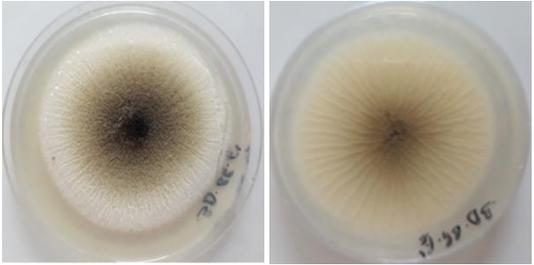
Figure 18 : Donnée climatique de la wilaya de Constantine du mois d'Avril 2017 (O.N.M.C).

4.3. Caractères macroscopique et microscopique des genres fongiques isolés

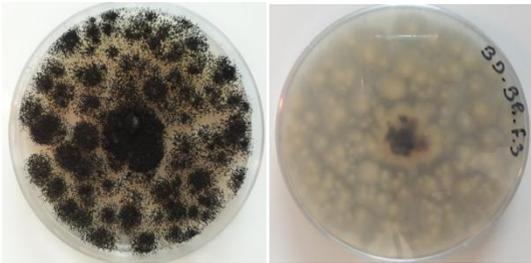
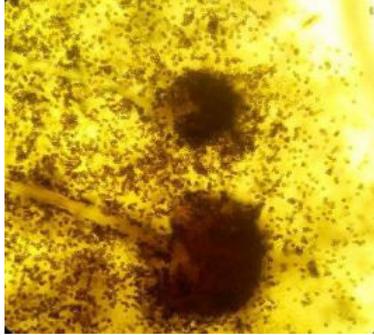
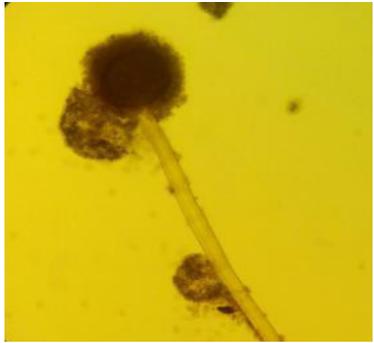
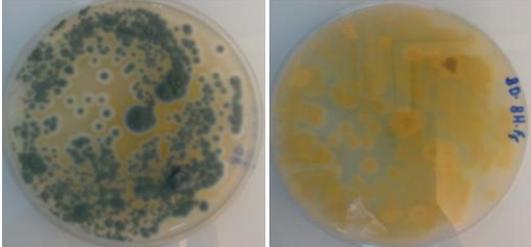
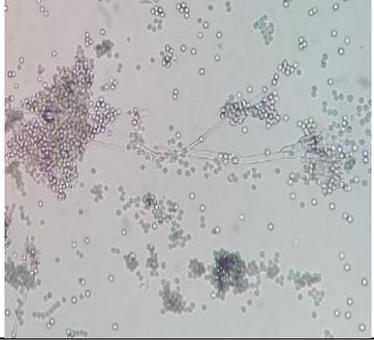
La description des caractères morphologiques de tous les genres fongiques isolés a été effectuée sur le milieu de culture PDA. Il est à noter qu'il s'est révélé difficile, voir impossible de caractériser d'autres mycotaxons eut égard aux limites imposées par le temps et la disponibilité des clés d'identification.

Les résultats d'identification des 17 isolats fongiques des trois sites de prélèvements variété blé dur sont exposés dans le tableau suivant :

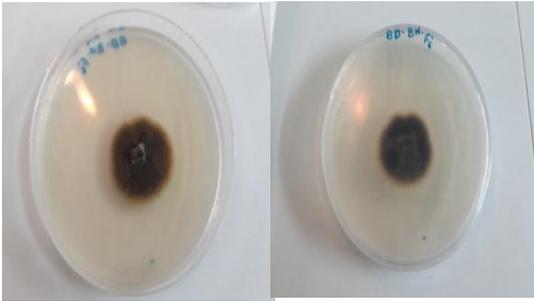
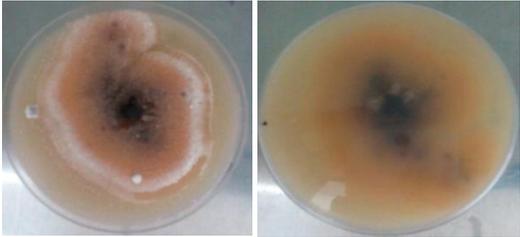
Tableau 6 : identification des souches purifiées du blé dur de trois régions

Partie de plante	Code de la souche	Observation macroscopique (Recto et verso)	Aspect macroscopique	Observation Microscopique	Aspect microscopique	Identification Prémisée
Feuille	BD.BH.F1		colonies noirâtres granuleuses, verso incolore.		Les hyphes septés ,sont pigmentés. Ils produisent des conidiophores de taille variable.	<i>Aspergillus sp</i>
	BD.BH.F2		Les colonies mycéliennes sont poudreuses ; observé un mycélium plumeaux vert brun avec une bordure blanchâtre verso Pigment très diffusible blanc à brun au centre.		Tête conidienne unisériée ou bisériée, Vésicules globuleuses.	<i>Aspergillus sp</i>

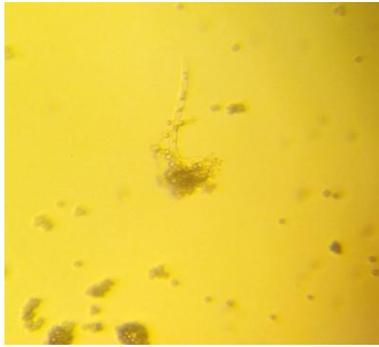
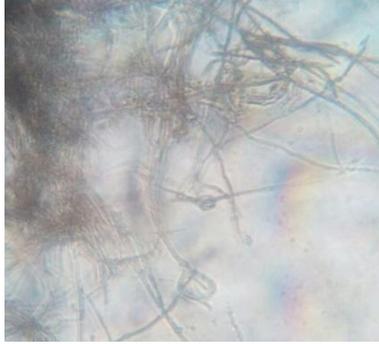
Résultats et Interprétations

BD.BH.F3		colonies noirâtres granuleuses, verso incolore à jaune		Tête conidienne unisériée ou bisériée, Vésicules globuleuses.	<i>Aspergillus sp</i>
BD.BH.F4		Colonies noirâtres granuleuses, verso incolore à jaune.		Tête conidienne unisériée ou bisériée se scindant généralement en plusieurs colonnes, Vésicules globuleuses.	<i>Aspergillus sp</i>
BD.BH.F5		le thalle est caractérisé par une croissance rapide d'aspect velouté, vert-bleu Le revers de la colonie est de couleur jaune.		le mycélium est septé conidiophore est septé et porte des phialides, Les conidies forment de longues chaînes irrégulières.	<i>Penicillium sp</i>

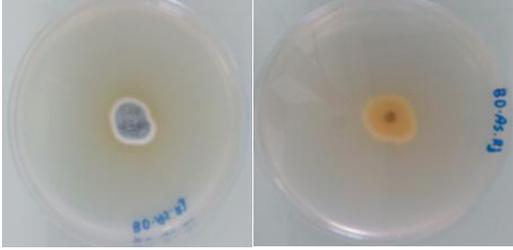
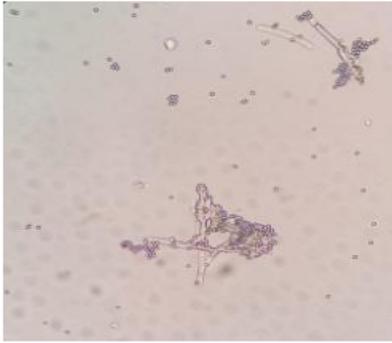
Résultats et Interprétations

	BD.BH.F6		<p>La couleur de la colonie est blanc-gris au départ, devient rapidement foncée (marron foncé à noir) au recto comme au verso. La texture est duveteuse à laineuse.</p>		<p>Les conidies sont brunes pluricellulaires d'aspect piriforme ou ovoïdes avec une partie basale arrondie et une extrémité apicale allongée en bec plus ou moins important.</p>	<p><i>Alternaria sp</i></p>
Feuille	BD.AS.F1		<p>Colonie pourpre, au centre violet. Revers foncé au centre.</p>		<p>Nombreuses microconodies ovoïdes.</p>	<p><i>Fusarium sp</i></p>
Tige	BD.BH.T1		<p>colonie aplatie, blanche revers incolore.</p>		<p>Nombreuses microconodies ovoïdes.</p>	<p><i>Fusarium sp</i></p>

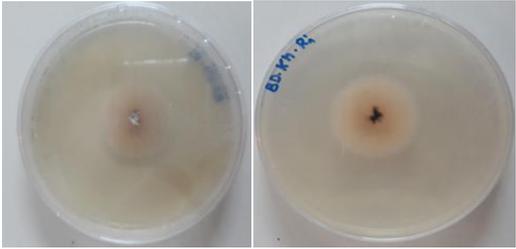
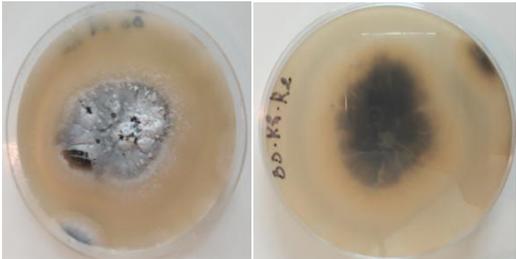
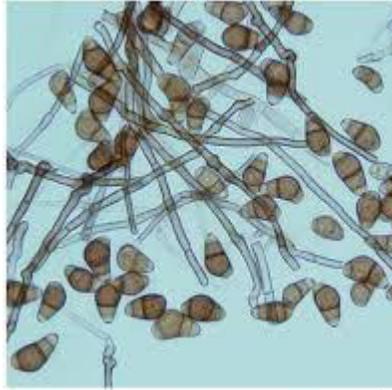
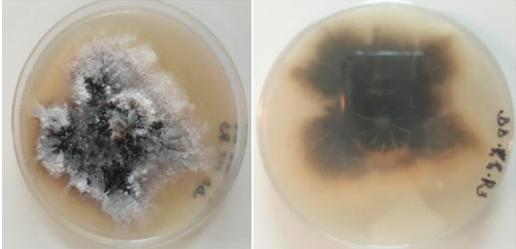
Résultats et Interprétations

	BD.BH.T2		<p>Recto : colonies duveteuse à cotonneuse , de couleur blanche à crème. Verso : incolore.</p>		<p>Des hyphes septés hyalins apparaissent des petits conidiophores bien différenciés simples ou ramifiés.</p>	<i>Aspergillus sp</i>
	BD.AS.T1		<p>Surface poudreuse, blanche à bleu-vert -Revers incolore à jaunâtre.</p>		<p>le mycélium est septé conidiophore est septé et porte des phialides, Les conidies forment de longues chaînes irrégulières.</p>	<i>Penicillium sp</i>
Racine	BD.BH.R 1		<p>Colonie grise, verte au centre. Revers noire.</p>		<p>Des hyphes septés hyalins apparaissent des petits conidiophores bien différenciés simples ou ramifiés.</p>	<i>Aspergillus sp</i>

Résultats et Interprétations

BD.BH.R 2		<p>Recto : colonie floconneuse grise noire. Verso : noire.</p>		<p>Les hyphes sont réguliers, septés, hyalins.</p>	<i>Scytalidium sp</i>
BD.AS.R1		<p>Veloutée à poudreuse, Pas de pigment, revers jaune à pale.</p>		<p>le mycélium est septé conidiophore est septé et porte des phialides, Les conidies forment de longues chaînes irrégulières.</p>	<i>Penicillium sp</i>
BD.AS.R2		<p>Veloutée à poudreuse, Pas de pigment, revers jaune à pale.</p>		<p>le mycélium est septé conidiophore est septé et porte des phialides, Les conidies forment de longues chaînes irrégulières.</p>	<i>Penicillium sp</i>

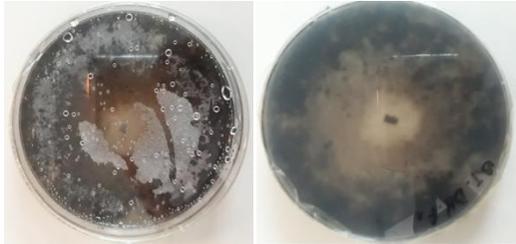
Résultats et Interprétations

	BD.KH.R 1		<p>Colonie floconneuse, pale au center, blanche a l'extrimitee. Revers incolore.</p>			<p><i>Stachybotrys sp</i></p>
	BD.KH.R 2		<p>Colonie laineuse, d'une couleur blanche au départ, puis brun olive. Revers foncé.</p>		<p>Les hyphes septés, foncé, les conidiophres sont brun.</p>	<p><i>Curvularia sp</i></p>
	BD.KH.R 3		<p>Colonie d'une texture mucoide, d'une couleur noire et blanche. Revers noire.</p>		<p>Hyphes septés, sont hyalins au départ, devenant brun foncé.</p>	<p><i>Aureobasidium sp</i></p>

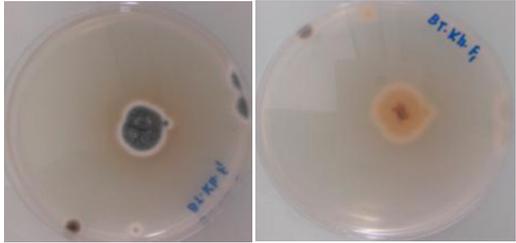
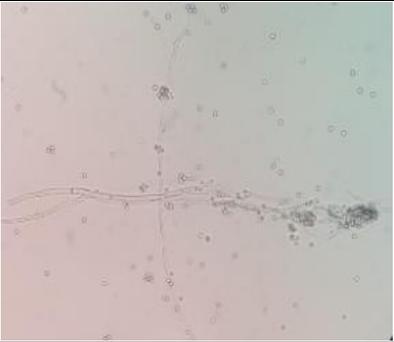
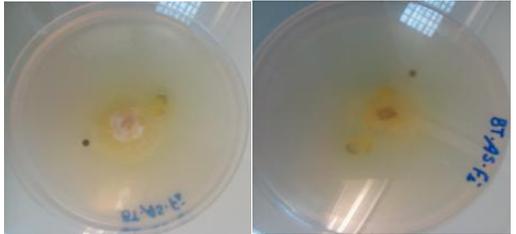
Résultats et Interprétations

La purification des isolats issue d'isolement des mycètes à partir des différents fragments de blé tendre, a permis de sérier 27 isolats fongiques (Tableau 2).

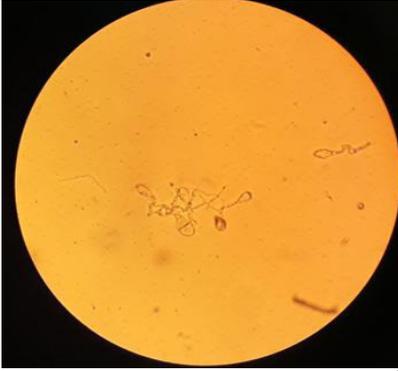
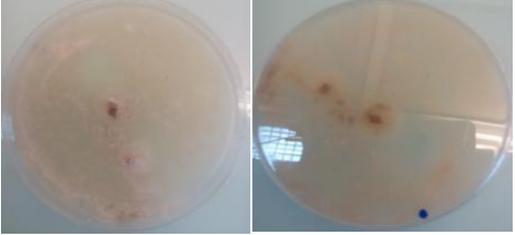
Tableau 7 : identification des souches purifiées du blé tendre de trois régions

Partie de plante	Code de la souche	Observation macroscopique (Recto et verso)	Aspect macroscopique	Observation Microscopique	Aspect microscopique	Identification Présumée
Feuille	BT.BH.F1		Colonie laineuse, varie du brun au gris en surface. Revers : noir, incolor au centre.		Filaments larges peu ou pas septés, Spores rondes à ellipsoïdales, lisses ou ornementées de spicules	<i>Mucor sp</i>
	BT.BH.F2		Colonie d'une texture duveteuse a laineuse, d'une couleur blanc gris au départ devient rapidement foncé. Revers : foncé.		Les conidies sont brunes, pluricellulaires d'aspect ovoïde.	<i>Alternaria sp</i>

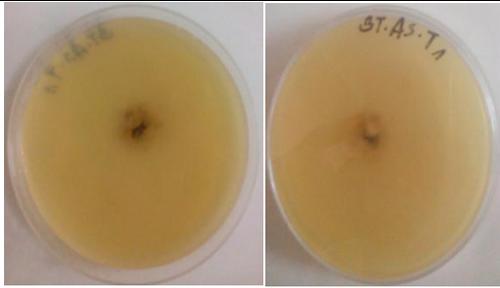
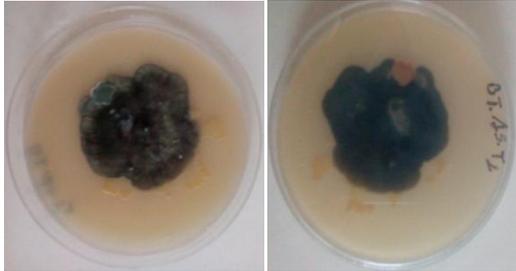
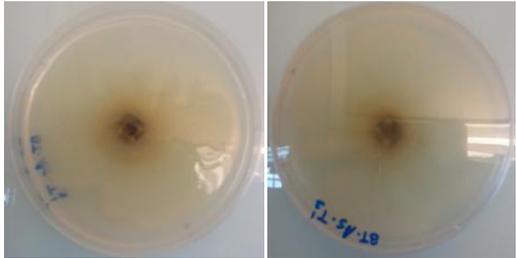
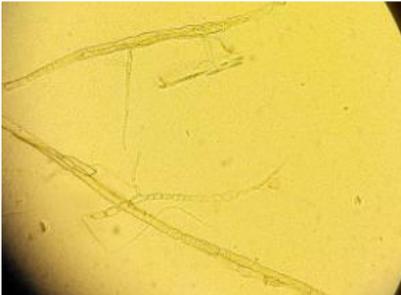
Résultats et Interprétations

BT.KH.F1		<p>Surface poudreuse, blanche à bleu-vert -Revers incolore à jaunâtre.</p>		<p>le mycélium est septé conidiophore est septé et porte des phialides, Les conidies forment de longues chaînes irrégulières.</p>	<i>Penicillium sp</i>
BT.AS.F1		<p>Les colonies présentes une texture, laineuse duveteuse à poudreuse La couleur est brun olive à noire, et le recto noir.</p>		<p>Les conidies sont bruns, ovoïdes à paroi lisse produite isolément rarement en chaînes, et sont cloisonnés à la fois longitudinalement et transversalement.</p>	<i>Ulocladium sp</i>
Bt.AS.F2		<p>Les colonies duveteuse ou cotonneuse de couleur blanche, le verso est jaune pale.</p>		<p>conidies unicellulaires ovales, des conidies pluricellulaires falciformes, phialides cylindriques solitaires ou groupées</p>	<i>Fusarium sp</i>

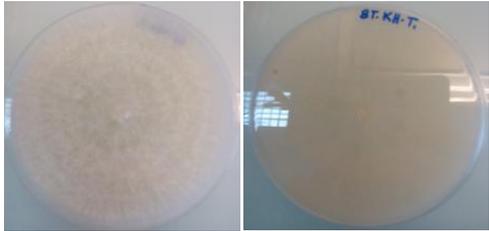
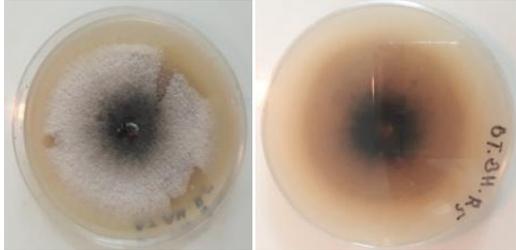
Résultats et Interprétations

Tige	Bt.BH.T1		<p>Colonie blanche, cotonneuse. Revers d'une extrémité blanche et jaune foncé au centre.</p>		<p>Les hyphes septés sont ramifiés, les conidiophores sont cloisonnés, septés, simple ou ramifiés Les conidies sont brunes pluricellulaires d'aspect piriforme ou ovoïdes avec une partie basale arrondie et une extrémité apicale allongée en bec plus ou moins important.</p>	<i>Alternaria sp</i>
	BT.BH.T2		<p>Colonies duveteuse, blanche a crème. Revers pale.</p>		<p>Nobreuses microconidies ovoïdes.</p>	<i>Fusarium sp</i>
	BT.BH.T3		<p>Colonie poudreuse, D'une couleur Grise. Revers foncé.</p>		<p>Du thalle végétatif naissent des conidiophores courts.</p>	<i>Fusarium sp</i>

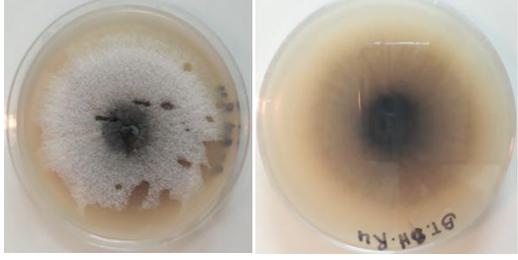
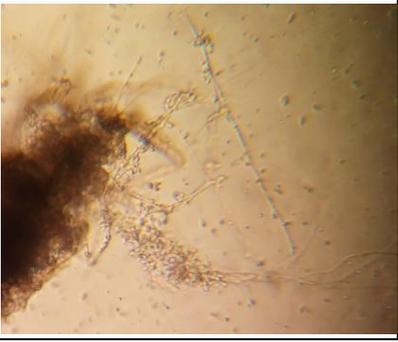
Résultats et Interprétations

BT. AS.T1		<p>Colonie jaune. Revers incolore.</p>		<p>Conidiophores ramifiés, plus courts vers l'apex qu' à la base.</p>	<p><i>Thielaviopsis</i> <i>sp</i></p>
BT.AS.T2					<p><i>Non identifié</i></p>
BT.AS.T3		<p>Colonie jaune. Revers est pale.</p>		<p>Les hyphes sont réguliers, septés, hyalins.</p>	<p><i>Scytalidium</i> <i>sp</i></p>

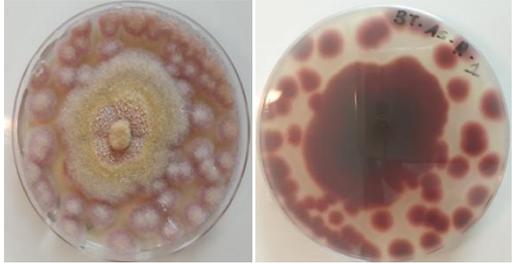
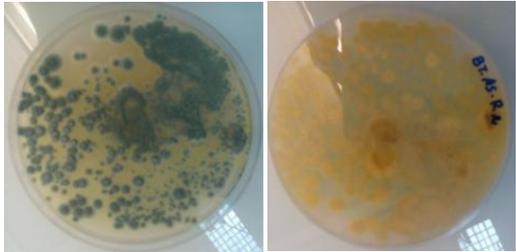
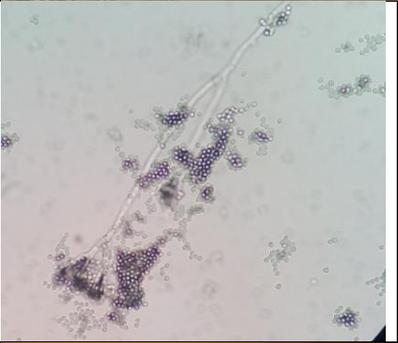
Résultats et Interprétations

	BT.KH.T1		<p>Surface cirreuse ou duveteuse, blanche -Revers incolore</p>		<p>Mycélium septé (eumycélium) -Arthrospores à paroi épaisse</p>	<p><i>Geotrichum sp</i></p>
	BT.KH.T2		<p>Colonie laineuse blanche. Revers foncé au centre et une extrémité jaune.</p>			<p><i>Pseudocercos porella sp</i></p>
Racine	BT.BH.R1		<p>colonie aplatie blanche, noire au centre. - revers brun, noire au centre.</p>			

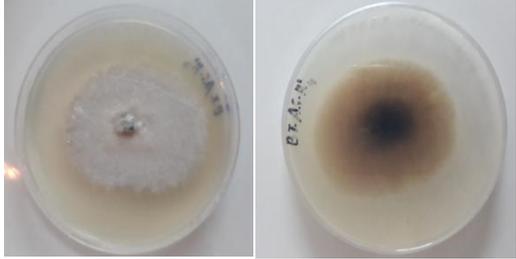
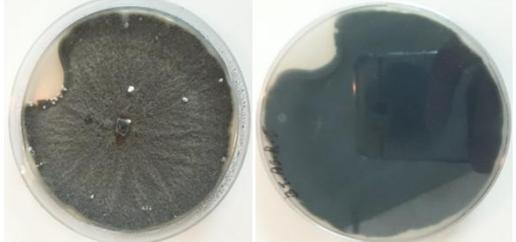
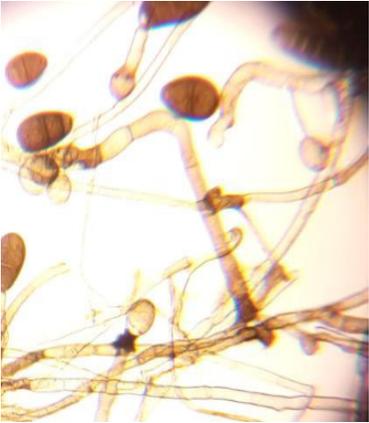
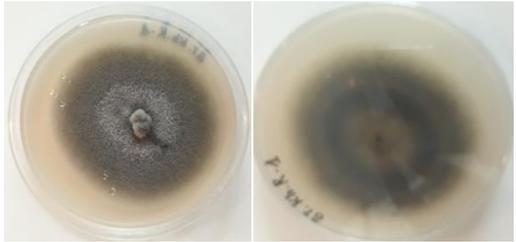
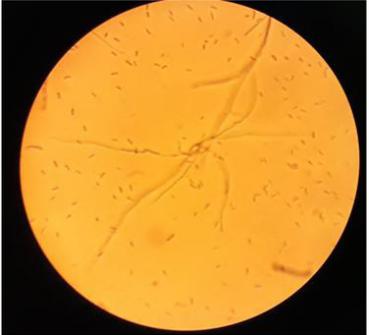
Résultats et Interprétations

BT.BH.R2		<p>Colonie duveteuse a cireuse, jaune. Revers incolore.</p>		<p>Du thalle végétatif naissent les conidiophores courts.</p>	<p><i>Fusarium sp</i></p>
BT.BH.R3		<p>colonie aplatie blanche, noire au centre. - revers noire.</p>		<p>Présence d'arthroconidies cylindriques uni ou bicellulaires se formant en longues chaines disposées perpendiculairement au filament qui les porte.</p>	<p><i>Onychocola sp</i></p>
BT.BH.R4		<p>colonie aplatie blanche, noire au centre. revers Beige virant au Brun, noire au centre.</p>		<p><i>Hyphes septés, hyalins, portent des conidiophores.</i></p>	<p><i>Penicillium sp</i></p>

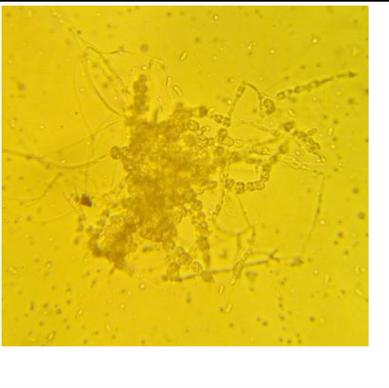
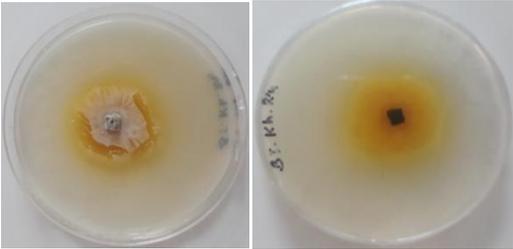
Résultats et Interprétations

BT.AS.R1		<p>Les colonies floconneuses, sont au début rose et après rouge à pourpres Le revers est rouge à pourpre.</p>		<p>Du thalle végétatif naissent les conidiophores courts.</p>	<i>Fusarium sp</i>
BT.AS.R2		<p>le thalle est caractérisé par une croissance rapide d'aspect velouté, vert-bleu Le revers de la colonie est de couleur jaune.</p>		<p>le mycélium est septé conidiophore est septé et porte des phialides, Les conidies forment de longues chaînes irrégulières.</p>	<i>Penicillium sp</i>
BT.AS.R3					<i>Non identifié</i>

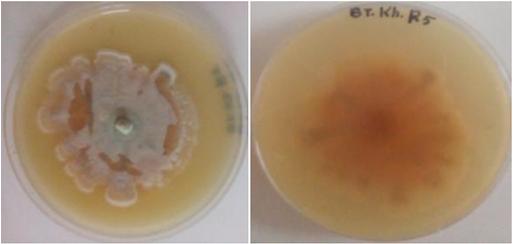
Résultats et Interprétations

BT.AS.R4		<p>Colonie cotonneuse blanche. Revers jaune, noire au centre.</p>		<p>Des filaments superficiels régulièrement courbés en arc. Chaque rameau se termine par un appareil fructifère constitué par un sporange, le plus souvent sphérique, rarement piriforme.</p>	<i>Absidia sp</i>
BT.AS.R5		<p>Texture est laineuse de couleur brun olive, le verso est foncé.</p>		<p>Les hyphes septés foncés, conidies pluricellulaires, cloisonnées transversalement, disposées en grappes ou sommet d'un conidiophore à aspect géniculé, Les spores brunes légèrement incurvées, présentent une cellule centrale plus grosse.</p>	<i>Curvularia sp</i>
BT.KH.R1		<p>Colonie verte, grise au centre. Revers : beige au centre, puis noire, puis vert.</p>		<p>De la talle végétative naissent des conidiophores courts et ramifiés.</p>	<i>Fusarium sp</i>

Résultats et Interprétations

BT.KH.R2		<p>Colonie laineuse, de couleur blanche au départ puis apparaissent en vieillissant des touffes verdâtres.</p>		<p>Conidiophores en touffes compactes, très ramifiés, irrégulièrement verticillés avec des ramifications à angle droit</p>	<p><i>Trichoderma</i> <i>sp</i></p>
BT.KH.R3		<p>Colonie floconneuse. Revers incolore.</p>		<p>Hypes septés, certains sont étroits hyalins, alors que d'autres plus larges ont une paroi épaisse et pigmentée.</p>	<p><i>Scytalidium</i> <i>sp</i></p>
BT.KH.R4		<p>Colonie duveteuse à laineuse, jaune et blanche au centre.</p>		<p>Les hyphes septés sont ramifiés, les conidiophores sont cloisonnés, septés, simple ou ramifiés. Les conidies sont brunes pluricellulaires d'aspect piriforme ou ovoïdes avec une partie basale arrondie et une extrémité apicale allongée en bec plus ou moins important.</p>	<p><i>Alternaria</i> <i>sp</i></p>

Résultats et Interprétations

	BT.KH.R5		Colonie duveteuse, blanche. Revers jaune.		Thalle à croissance rapide -Conidiophores parfois très ramifiés	<i>Fusarium sp</i>
--	----------	---	---	---	--	--------------------

4.4. Etude statistique

Les échantillons du blé tendre et dur prélevés, révèlent des taux de contamination très important. En effet, 44 souches fongiques (dont 39 souches identifiées et 3 souches non identifiés), ont été isolées à partir des différents fragments des blés (feuilles-tiges-racines). L'identification macroscopique et microscopique des isolats, a permis de répartir les isolats en 16 genres à savoir : *Aspergillus sp*, *Absidia sp*, *Alternaria sp*, *Aureobasidium sp*, *Curvularia sp*, *Fusarium sp*, *Geotrichum sp*, *Mucor sp*, *Oychocola sp*, *Penicillium sp*, *Pseudocercospora sp*, *Stachybotrys sp*, *Scytalidium sp*, *Thielaviopsis sp*, *Trichoderma sp* et *Ulocladium sp*. Les genres prédominants sont : *Fusarium sp*, (21.95 %), *Penicillium sp* (17.07%), *Aspergillus sp* (14.06 %), *Alternaria sp* (9.75 %), puis *Scytalidium sp* (7.31 %), et *Curvularia* (4.87 %). Le reste des genres fongiques isolés sont représentés par des fréquences faibles de (2.43 %) (Figure 18). Cette identification a été réalisée essentiellement selon les clefs de détermination de Chabasse et *al.*, (2002) ainsi que celles de Rui,T (2012)

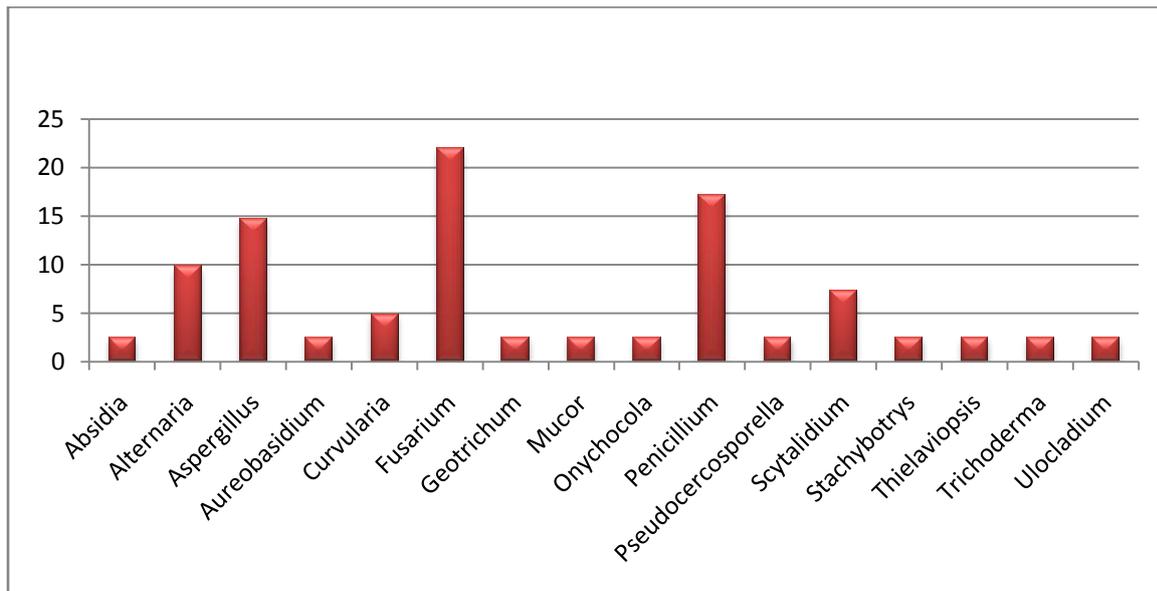


Figure 19: Fréquences des différents genres fongiques inventoriés du blé de la région de Constantine.

La recherche des souches fongiques à partir des échantillons du site de Beni Hmiden a permis d'obtenir un nombre de souches supérieur (43.18%) à celui des deux autres sites Ain smara (31.81 %) et El khroub (25%).

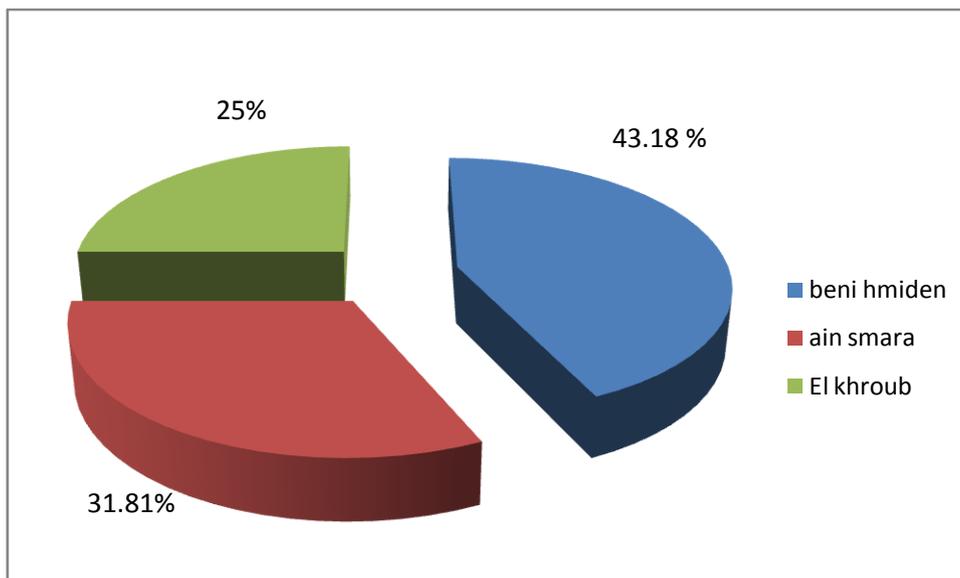


Figure 20 : Taux de contamination de blé en fonction du site d'échantillonnage.

La comparaison des résultats entre les trois sites d'étude (Figure 20), révèle la présence de trois genres en commun, à savoir : *Penicillium sp*, *Fusarium sp* et *Scytalodium sp*

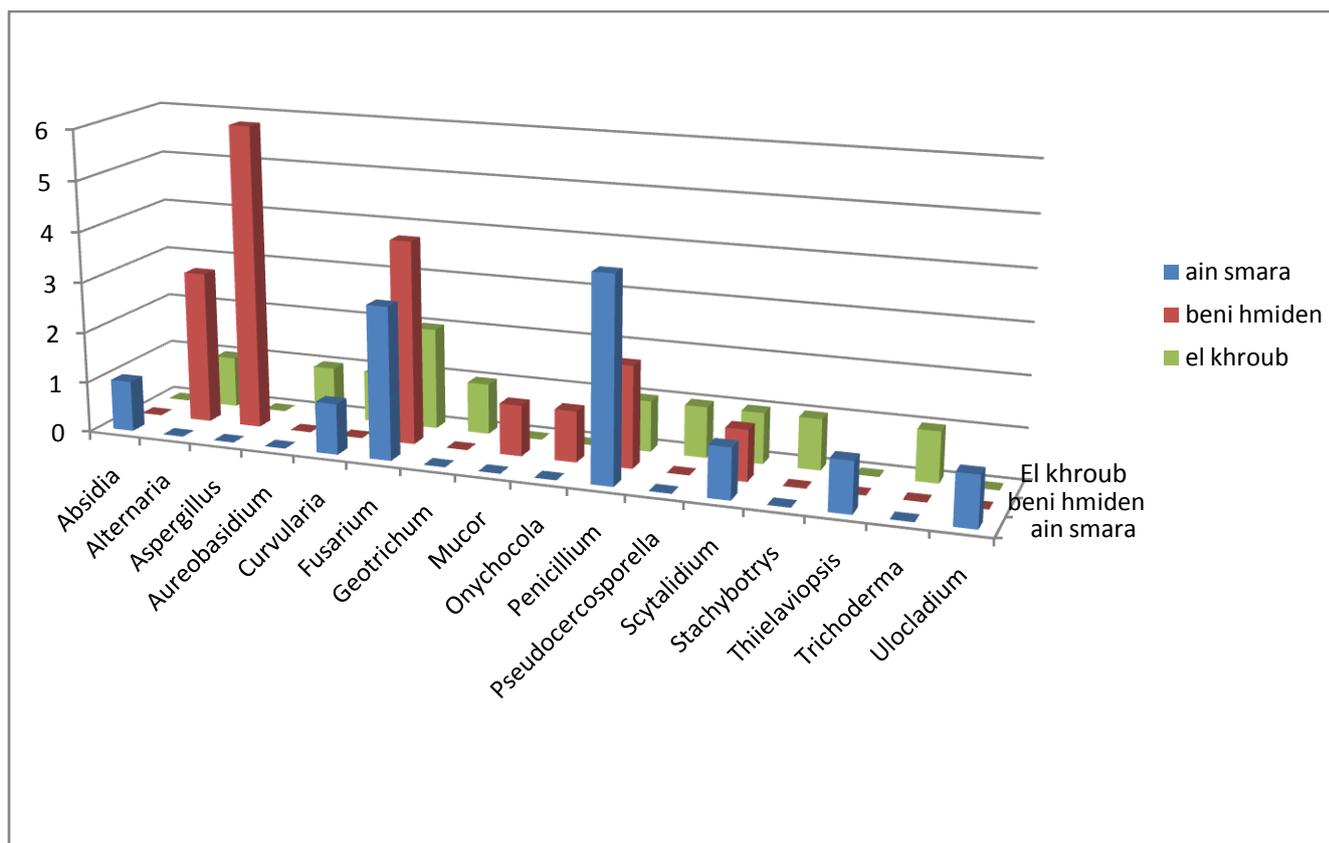


Figure 21 : Comparaison entre les genres fongiques isolés à partir des plantes des sites d'Ain Semara, Beni Hmiden et El khroub.

D'un point de vue nombre, la région du Beni Hmidene occupe la première place avec 19 isolats fongiques représentant 7 genres : *Alternaria*, *Aspergillus*, *Fusarium*, *Mucor*, *Omychcola*, *Penicillium* et *Scytalidium*, où le genre *Aspergillus* est majoritaire, alors que *Scytalidium*, *Omychocola* et *Mucor* sont les moins représentés

Par ailleurs, la recherche des mycètes dans les plantes infectés provenant du site El Khroub, a permis d'obtenir 11 isolats fongiques groupés en 10 genres : *Alternaria*, *Aureobasidium*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Penicillium*, *Pseudocercosporielle*, *Scytalidium*, *Stachybotrys* et *Trichoderma*. L'analyse des résultats montre que le genre *Fusarium* est majoritaire, alors que les autres genres présentent un pourcentage équivalent.

En outre la recherche des champignons dans les plantes infectes de la région Ain Smara permis l'obtention de 14 isolats groupés en 7 genres : *Absidia*, *Curvularia*, *Fusarium*, *Penicillium*, *Scytalidium*, *Thielevisopsis* et *Ulocladium* ; le genre *penicillium* est le plus dominant, suivie par le genre *Fusarium*, puis les genres *Absidiaie*, *Curvularia*, *Scytalidium*, *Thielevisopsis* et *Ulocladium* ont un pourcentage équivaux.

Les résultats d'identification microscopique montre que les isolats identifiés appartiennent aux trois embranchements suivants : Deuteromycètes, Ascomycètes, Zygomycètes (Figure 20).

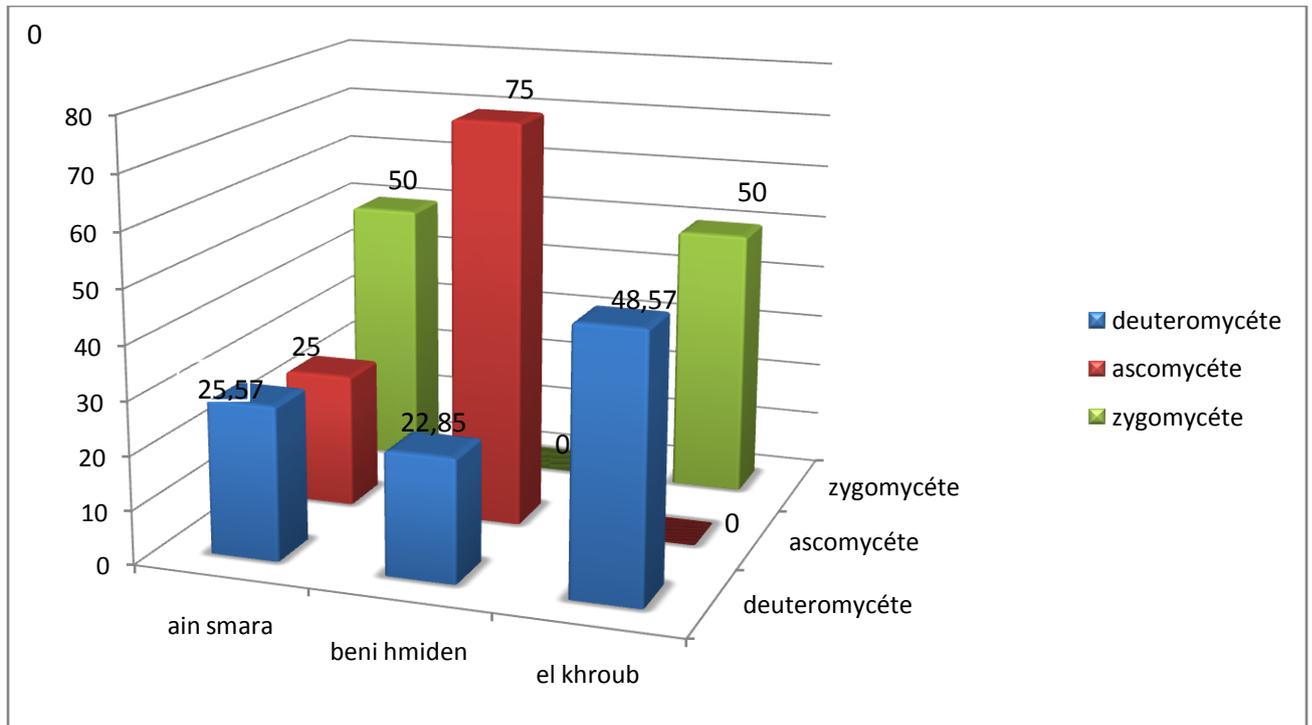


Figure 22 : Principales embranchements correspondant aux genres fongiques isolés du blé.

5. Discussion

L'interaction entre la céréale hôte et l'agent pathogène est nettement lié à plusieurs conditions mais les facteurs agro-météorologiques, notamment les précipitations et les températures semblent être les principales conditions pour entraîner le déclenchement et le développement des maladies.

L'analyse des données météorologiques relevées au niveau de la région de Constantine, ont favorisés le développement des maladies cryptogamiques et en particulier les maladies fongiques.

L'échantillonnage est effectué pendant le mois d'Avril qui à marqué un taux d'humidité élever 83,1% ; les résultats obtenus montre que plusieurs souches fongiques pathogène on été détectées malgré que les blés étudiés était dans la phase de floraison ce qui favorise le risque de perdre la plante avant maturation ; ça indique que les conditions environnementaux influx sur le développement des mycètes.

Ces résultats montre que les maladies fongiques sont favorisées par des températures comprises entre 10 et 20°C et par des conditions d'humidité élevées permettant la germination des conidies du pathogène et sa pénétration dans la plante

L'apparition de différents genres et espèces fongiques avec des fréquences variables, peuvent être attribuées à l'humidité et la température favorables à la croissance des moisissures. Il semble que ces facteurs physiques affectent directement ou indirectement le développement de la flore fongique de blé au cours de tout la duré de développement du blé.

L'analyse des résultats montre que les racines sont les plus contaminés par les souches fongiques 59.09% suivie par les feuilles 27.27% et en finales les tiges d'un pourcentage 59.09% ces champignons terrestres sont présents partout, dans n'importe quelle terre horticole. Certains s'introduisent dans les tissus au niveau des racines. , la propagation des champignons vivant dans le sol est favorisée par une terre trop compacte, un excès d'eau et d'engrais ce qu'explique le taux de contamination élevé dans les racines.

La présence des champignons (*Aspergillus sp*), dans les feuilles peut être du a des pores transportées par le vent et s'attaquant de préférence aux plantes affaiblies ou celles dont les feuilles ont été blessées, les champignons se propagent surtout lors de forts écarts de températures.

On a marqué qu'il n'y a pas une différence significative entre les deux types de blé analysés. En effet, les mêmes genres ont été retrouvés dans les deux échantillons avec des proportions différents, les genres dominants sont *Fusarium* et *Penicillium* quoique le blé tendre est plus sensible aux attaques fongiques (27 isolats).

La plus grande trame de genres fongiques que nous avons identifiés est rangée au sein du groupe des Deutéromycètes ou, et dont la plupart des taxons appartiennent à la classe des Hyphomycètes (*Penicillium sp*, *Aspergillus sp*, *Alternaria sp*, *Onychocola sp*, *Scytalidium sp*, *Curvularia sp*, *Auriobasidium sp*, *Ulocladium sp*, *Trichoderma sp*), D'autre part, le reste des genres est attribué au Phylum des Ascomycota. Les genres *Thielaviopsis sp*, *Pseudocercospora sp*, *Stachybotrys sp*, *Geotrichum sp* à la classe Saccharomycètes, et les 2 genres *Mucor sp* et *Absidia sp* sont les seuls identifiés au sein du Phylum des Zygomycota.

L'identification des champignons filamenteux présents sur le blé a montré que les moisissures du genre *Fusarium sp* ont été les plus abondamment isolées dans la majorité des échantillons dans les trois zones géographiques étudiées.

Les céréales et plus particulièrement le blé, sont des substrats naturellement favorables au développement des champignons filamenteux pathogènes. Cependant, le traitement des champs de blé est indispensable pour lutter contre les champignons et pour protéger les jeunes plantes contre les parasites naturellement présents dans le sol. Il assure également une protection contre des attaques précoces de maladies et de parasites en végétation.

6. Conclusion

Les céréales et plus particulièrement le blé, sont des substrats naturellement favorables au développement des champignons filamenteux pathogènes, le développement fongique sur ces substrats peut avoir plusieurs conséquences : altération des propriétés organoleptique, diminution des qualités nutritives, apparitions de maladies ou l'accumulation de composés toxiques.

Cette étude a été conduite dans le but d'évaluer le taux de contaminations fongiques de deux variétés de blé (Dur et Tendre), de chercher les principaux genres et espèces de moisissures contaminant le blé.

L'analyse mycologique effectuée sur nos échantillons nous a permis d'isoler 44 souches à partir des trois échantillons de blé analysées appartenant à 16 genres, classés aux trois grands embranchements des *Deutromycotina*, *Ascomycotina* puis *zygomycotina* et ceci à partir de trois régions d'études : El Khroub, Beni Hmiden et Ain Smara de la wilaya de Constantine.

Le taux de contamination le plus élevé est observé chez le site de Beni Hmide, qui peut être plus sensible aux attaques fongiques. La purification des souches isolées nous a donné la possibilité d'identifier des genres de moisissures à savoir : *Fusarium sp*, *Penicillium sp* et *Aspergillus sp* sont les plus dominants dans les trois variétés.

Au terme de cette étude, il serait peut être intéressant de fixé les perspectives suivants:

- Approfondir l'étude sur les conditions de contaminations fongiques du blé.
- Informer les Agriculteurs par les maladies saisonnières à fin de protéger la récolte.
- Etablir des sociétés nationales spécifiques de production des bio fongicides dans l'objectif protégé les cultures des céréales en Algérie.

Résumé

La recherche des moisissures pathogènes dans les plantes blé dur et blé tendre dans les trois sites d'étude : Beni Hmiden, El Khroub et Ain Smara à révélé la présence de 44 souches fongiques appartenons à 16 genres (*Absidia sp* ; *Alternaria sp* ; *Aspergillus sp* ; *Aureobasidium sp* ; *Curvularia sp* ; *Fusarium sp* ; *Geotrichum sp* ; *Mucor sp* ; *Omychocola sp* ; *Pseudocercosporielle sp* ; *Scytalidium sp* ; *Stachybotrys sp* ; *Theilaviopsis sp* ; *Trichoderma sp* ; *Ulocladium sp*) descendant de trois familles *Deuteromycotina*, *Ascomycotina* et *Zygomycotyna*.

Nos résultats indiquent la possibilité d'infection des deux espèces du blé (blé dur, blé tendre) au niveau des différente partie de plante et aux différents stades de la croissance de la plante par plusieurs genres des champignons ce qui constitue une menace pour la culture

Mots clés : *Triticum durum*, *Triticum aestivum*, contamination fongique, identification macroscopique, identification microscopique

Summary

The research of pathogenic molds in hard and soft wheat plants in the three study sites: Beni Hmiden, El Khroub and Ain Smara revealed the presence of 44 strains.

Fungi belong to 16 genera (*Absidia sp*, *Alternaria sp*, *Aspergillus sp*, *Aureobasidium sp*, *Curvularia sp*, *Fusarium sp*, *Geotrichum sp*, *Mucor sp*, *Omychocola sp*, *Penicillium sp*, *Pseudocercosporielle sp*, *Scytalidium sp*, *Stachybotrys sp*, *Theilaviopsis sp*, *Trichoderma sp*, *Ulocladium sp*) Descendant of three families *Deuteromycotina*, *Ascomycotina* and *Zygomycotyna*.

Our results indicate that both species of wheat (durum wheat, soft wheat) can be infected at the different parts of the plant and at different stages of plant growth by several genera of fungi, which constitutes a threat to the crop

Key words: *Triticum durum*, *Triticum aestivum*, fungal contamination, macroscopic identification, microscopic identification.

Annexes 1

Préparation des milieux de culture

En dehors de quelques parasites dénommés « Parasites obligatoires » on peut isoler un grand nombre de champignons sur des substrats nutritifs (milieux de culture) dont leurs compositions sont variées.

La préparation de ces milieux consiste à dissoudre les substances qui entrent dans leurs compositions dans une solution liquide puis stériliser par autoclavage à 120° pendant 20minutes.

❖ Milieu PDA

Composants	Quantité g /L
Extrait de pomme de terre	200g
Agar	20g
Glucose	20g
Eau distillée	1000ml

Peler, laver, couper en tranches minces les pommes de terre. Cuire 15 à 20minutes dans 200ml d'eau, filtrer et ajouter le glucose et l'agar puis compléter le volume à 1000ml. Agiter le mélange sur un agitateur puis autoclaver.

❖ Milieu MEA

Composants	Quantité g/l
Glucose	5g
Extrait de malt	20g
Agar	15g

Annexes 2

❖ Milieu Czapek dox

Composants	Quantité g/l
Sucrose	30
Extrait de levure	5
NaNO ₃	3
K ₂ HPO ₄	1
KCL	0.5
MgSO ₄ .7H ₂ O	0.5
FeSO ₄ .7H ₂ O	0.01

Milieu Sabouraud : pH final à 25°C : 5,6 +/-0,2

Composants	Quantité g/l
Peptone	10
Chloramphénicol	0.5
Glucose	20
Agar	20

Annexes 3

Donnée climatique de la wilaya de Constantine du mois d'Avril 2017 (O.N.M.C)

Stationn : Constantine

Mois : Avril 2017

I : rouini@gmail.com

Jour	Temperature moyenne en °C	Humidité relative en %	Pluie en mm
1	12,9	50.1	1,8
2	9,7	65.8	1,0
3	8,8	80.6	6,6
4	11,1	76.4	0,0
5	11,7	67.1	1,0
6	10,3	82.5	7,4
7	9,9	83.1	1,6
8	11,4	81.1	2,2
9	11,7	80.0	1,6
10	11,1	79.8	0,0
11	12,1	70.1	0,0
12	12,4	65.1	0,0
13	14,6	60.0	0,0
14	16,5	51.5	0,0
15	18,0	51.5	0,0
16	14,3	67.5	0,0
17	13,4	58.1	0,0
18	16,0	53.5	0,0
19	13,0	66.4	0,0
20	11,4	71.0	0,0
21	11,0	57.5	0,0
22	11,4	50.1	0,0
23	14,1	44.5	0,0
24	16,6	47.1	0,0
25	18,1	49.6	0,0
26	20,8	41.4	1,4
27	19,9	59.8	0,4
28	11,6	84.3	0,0
29	13,2	73.9	0,6
30	15,8	72.4	0,0

Références bibliographiques :

1. **Attab,S ., and Brinis ,L.** (2012). Etude comparative de la réponse physiologique de deux variétés de blé dur (*triticum durum Desf.*)à l'infection par blumeria graminis f.sp.tritici agent causal de l'oïdium. Thèse de Doctorat, Université de badji mokhtar annaba.
2. **Tizioulou, G. (2009).** Recherche de marqueurs de la spécialisation parasites de pyrenophora tritici-repentis (died) Drechs, agent de la tache bronzée sur blé dur (*triticum durum Desf*) et blé tendre (*triticum aestivum L.*). Mémoire de Magister, Ecole EL Harech National Supérieure Agronomique d'EL Harech,
3. **Charlotte.** Maladies cryptogamique : définition et caractéristique [en ligne]. (page consulté le 08/03/2017)
<https://www.rustica.fr/articles-jardin/maladie-cryptogamique-definition-caracteristiques,4104.html>
4. **Mechti,L . (2017).** maladies affectant les céréales : des pertes de rendement allant jusqu'à 50% [en ligne] (page consulté le 15/03/2017)
<http://fr.africatime.com/algerie/articles/maladies-affectant-les-cereales-des-pertes-de-rendement-allant-jusqua-50>
5. **Bouafia, A., and Touati,Y .** (2013). Analyse de la microflore fongique de quelques variétés des semences de blé dans la région de bordj Bou-Arredj. Mémoire de Master, Université de bordj Bou-Arredj, 2p.
6. **Anguek,A.,and Zellagui,M.** (2012).contribution à la connaissance des maladies foliaires des céréales d'hiver de la région de Constantine : cas d'étude de la maladie Septorienne des blés, Mémoire Master, Université Mentouri constantine ,4p.
7. **Djelti,H.** (2014).Etude de la qualité du blé tendre utilisé en meunière Algérienne, Projet de fin d'étude ,Université Abou beker Belkaid, TELEMCCEN ,8p.
8. **Dib, A.** (2013).Aptitudes technologiques et culinaires de pates alimentaires enrichies au germe de blé : Mémoire de Magister., Université Mentouri 1institut de la nutrition de l'alimentation et des technologies agro-alimentaire I.N.A.T.A.A.

9. **Benderradji,L.** (2013). Sélection in vitro pour la tolérance aux stress salin et thermique chez le blé tendre (*triticum aestivum*) : Thèse de doctorat, Université Constantine 1,24p.
10. **Zouaoui,N.** (2012).Effet des poly phénols sur la résistance à l'infection fongique dans le grain de blé dur : Mémoire de Magister. Biotechnologie alimentaire : Université Mentourie , Constantine,4p.
11. **Lounes,Y., and Guerfi,A.** (2010).Contribution à l'étude du comportement agronomique de 27 nouvelles variétés de blé dur en vue de leur inscription au catalogue officiel national, Mémoire de fin d'étude : phytotechnie, Tiziouzou Algérie , Université Moumoud Mammeri,12p.
12. **Michèle,M. and all,.** (2006).Du blé au pain [en ligne] page consultée le 21/04/2017 <http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/blepain/1ble/11plant/plante.htm>
13. **Mahfoud, A. and Lasbuhani, A.** (2015). Approche de la lutte contre les maladies fongiques du blé : étude de l'efficacité de trois molécules antifongiques (in vitro et in situ) et l'effet antagoniste de certaines microorganismes fongiques (in vitro).Mémoire de master, Université des frères Mentouri,14p.
- 14.**Neched,H.** (2015).Etude comparative des traitements de semences sans fongicide chez les céréales à l'aide de l'ozone et de l'oxygène pur. Mémoire, Université Laval, 52p.
- 15.**Mathieu,CH.** (2010).Evolution des génomes du blé (genre *Aegilops* et *triticum*) au sein des Poaceae. Thèse de Doctorat ,Ecole Doctoriale GAO : Université d'Evry d'Essonne, 12p.

16. **Nadjem, K.** (2012). Contribution à l'Etude des effets du semis direct sur l'efficience d'utilisation de l'eau et le comportement variétal de la culture de Blé en région Semi-aride .Mémoire ,Université Ferhat Abbas Sétif, 7p.
17. **Anonyme,** (2015). Agence wallonne pour la promotion d'une Agriculture de qualité.
18. **Belaid, D.** (1996). Aspects de la céréaliculture
19. **Djekoun A., Ykhlef N., Bouzerzour H., Hafsi M., Hamada Y., Kahali L.,** 2002. Production du blé en zones semi-arides : identification des paramètres d'amélioration du rendement. Act des 3ème Journées Scientifiques sur le blé dur. Constantine.
20. **Selmi, R.** (2000). Fin du mythe de l'autosuffisance alimentaire et place aux avantages comparatifs. *Revue Afrique Agriculture*. N°280. Pp.30-32.
21. **BELLATRECHE, M.** (1985)- Approche économique des dégâts aviaires en Algérie. Premières journées d'étude sur la biologie des ennemis des cultures, dégâts et moyens European Journal of Plant Pathology de lutte .I.N.A. El-Han-Ach (Alger), 8p.
22. **RIVOAL,** (1985)- Genetic and phenotypic diversity in the graminaceous cyst nematode, complex, inferred from PCR-RFLP of ribosomal DNA and morphometric analysis., **109**, PP227-241
23. **CAPISANO,** (1997)- Orges de brasserie, les préférées des malteurs - Cultivar, no 392-PP27-28.
24. **ANONYME,**(2004)- Inventaire myrmécologique de la réserve naturelle volontaire trésor. Rapport de mission 10 au 25 janvier 2004, PP13-15.
25. **OUFROUKH F, and HAMADI, M.** (1993)- Maladies et ravageur des céréales. In benchabane K.D. et Ould-Mekgloufi L. 1998. Evaluation phénologique de quelques variétés d'orge (

- hordeum vulgare L.) et leur sensibilité vis-à-vis de drechslera graminea Rab.Mém. Ing Agro.INA.El-harrach.PP59-62.
26. **PASTRE, and ROA**, (1993)- The control of insect pests in oil seed rape : deltamethrin file,PP192-201.
27. **BALACHOWSKY, A.** (1936)- Insectes nuisibles aux plantes cultivés, leur
28. **Moeurs**, leur destruction.Ed. Basson, Paris, Tome 1, PP11-37.
29. **MATILE**, (1993). Les mauvaises herbes d’Afrique du nord. . Publication 948 d’AgricultureMaroc. 217p.
30. **Ezzahiri, B.** (2001). Les maladies du blé Identification, facteurs de développement et méthodes de lutte. Transfert de technologie en Agriculture. Bulletin mensuel d’information et de liaison du PNTTA 77, 4p.
31. **Zahri S., Farih A., Badoc A. and Douira A.**, (2014). Statut des principales maladies,cryptogamiques foliaires du blé au Maroc en 2013. Journal of Applied Biosciences77, 6543–6549.
32. **Sayoud R., Ezzahiri B.and 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.
33. **Aouali S. and Douici-Khalfi A.**, (2009). Recueil des principales maladies fongiques des céréales en Algérie : symptômes, développement et moyens de lutte ; ITGC, EL Harrach, Alger. 56p.
34. **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.
35. **Belaid, Dj.** (1996). Aspects de la céréaliculture Algérienne. Offices de publications Universitaires. 203p.
36. **Anonyme**, (2007). La gestion des principales maladies foliaires des blés. Syngenta. Notice technique 5, 4p.
37. **Lamari L., Bernier CC. And Smith RB.**, (1991). Wheat genotypes that develop both tan Necrosis and extensive chlorosis in response to isolates of Pyrenophora tritici-repentis. Plant Diseases. *vol 75*. 121–122.

38. **Lamari L and all.**, (2005). Virulence of *Pyrenophora tritici-repentis* in the countries of the Silk Road, Canadian journal of plant pathologie. 27 (3), 383-388.
39. **Benslimane H and all.**, (2011).Distribution of races of *Pyrenophora tritici-repentis* in Algeria and identification of a new virulence type. *Phytopathol. Mediter.* 1-9.
40. **Aboukhaddour R T., Kelly T. and Stephen E., Strelkov.**, (2013). Race structure of *Pyrenophora tritici-repentis* (tan spot of wheat) in Alberta, Canada Canadian Journal of Plant Pathology. (35). 256-268.
41. **Anonyme a**, (2014). Problématique de la fusariose des céréales en Algérie
Identification des espèces et leurs répartitions dans les zones potentiellement céréalières. Bulletin d'informations phytosanitaires N° 33. Infos phyto. INPV. 3p.
42. **Anonyme**, (2008). Maladies et insectes des céréales en Algérie. Syngenta. Guide de Champ.
43. **El hadj Hammiche, F.** (2013). Problématique. 1er Workshop international sur La fusariose des céréales en Algérie. INPV Institut National de la Protection des végétauxSYNGENTA.
44. **Zillinsky, FJ.** (1983). Maladies communes des céréales à paille : Guide d'identification.Mexico,CIMMYT. 141 p.
45. **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.
46. **Besri, M.** (1989). Etat sanitaire des semences de blé et d'orge utilisées au Maroc, Céréales en régions chaudes AUPELF-UREF, Ed John Lebbey Eurotext,Paris. 85-94.73
47. **Philippe dC., Laurence Itab. P., Morand S. et Skiker.**, (2009). Agriculture biologique. Les résistances variétales pour lutter contre la carie du blé in perspectives agricoles, 50-53.
48. **Richard, M.** (2004). La Fusariose chez les céréales dans le Canada atlantique.1-3. <http://www2.gnb.ca/content/dam/gnb/Departments/10/pdf/Agriculture/FieldCrops-GrandesCultures/FUSARI%20f3.pdf>
49. **Wegulo S and all.**, (2008).Fusarium Head Blight of Wheat. 8p.
50. **Pirgozliev SR., Edwards SG., Hare MC. And Jenkinson P.**, (2003). Strategies For thecontrol of Fusarium head blight in cereals / European Journal of Plant Pathology. 109.731–742.

51. **Philippe dC., Laurence Itab. P., Morand S. and Skiker.,** (2009). Agriculture biologique. Les résistances variétales pour lutter contre la carie du blé in perspectives agricoles, 50-53.
52. **Ballois, N.** (2012). Caractérisation de la diversité des espèces de fusarium et de leur potentiel mycotoxinogène sur céréales françaises. Master Fage Biologie et Ecologie pour la Forêt, l'Agronomie et l'Environnement. Spécialité. BIPE. 36p.
53. **Clair,C.** (2013).biodiversité/cycle de vie du blé [en ligne] page consultée le 29/04/2017
<http://aces.ens-lyon.fr/evolution/biodiversite/dossiers-thematiques/plantes/poacees/ressources-pour-le-dossier-ble/cycle-vie.jpg/view?searchterm=None>
54. Pharmacopée Européenne(2011). Contrôle de la contamination microbienne dans les produits non obligatoirement stériles - Solution et milieux de culture recommandés. Conseil de l'Europe.

THEME

ETUDE COMPARATIVE Des DIFFERENTS CONTAMINANTS FONGIQUES DE QUELQUES CULTURES DE BLE DUR (*Triticum durum*) ET BLE TENDRE (*Triticum aestivum*) DE LA REGION DE CONSTANTINE

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en biotechnologie des Mycètes, Fermentation et production des substances fongiques

La recherche des moisissures pathogènes dans les plantes blé dur et blé tendre dans les trois sites d'étude : Beni Hmiden, El Khroub et Ain Smara a révélé la présence de 44 souches fongiques appartenant à 16 genres (*Absidia sp* ; *Alternaria sp* ; *Aspergillus sp* ; *Aureobasidium sp* ; *Curvularia sp* ; *Fusarium sp* ; *Geotrichum sp* ; *Mucor sp* ; *Omychocola sp* ; *Penicillium sp* ; *Pseudocercosporielle sp* ; *Scytalidium sp* ; *Stachybotrys sp* ; *Theilaviopsis sp* ; *Trichoderma sp* ; *Ulocladium sp*) descendant de trois familles *Deuteromycotina*, *Ascomycotina* et *Zygomycotina*.

Nos résultats indiquent la possibilité d'infection des deux espèces du blé (blé dur, blé tendre) au niveau des différentes parties de la plante aux différents stades de la croissance par plusieurs genres de champignons ce qui constitue une menace pour la culture.

Mots clés : *Triticum durum* , *Triticum aestivum*, contamination fongique , identification macroscopique, identification microscopique.

Laboratoire de recherche : Laboratoire de Mycologie de Biotechnologie et Activité Microbienne (LaMyBAM).

Jury d'évaluation :

Président du jury : Mr. DEHIMAT L. (Prof. Univ. Frères Mentouri, Constantine).
Rapporteur : Melle ALMI H (MAB, Constantine).
Examineur : OUFFROUKH L (Directeur de recherche INRA Constantine).

Date de soutenance : 14/06/2016