

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
جامعة عمار ثليجي بالأغواط

كلية العلوم
FACULTE DES SCIENCES
قسم البيولوجيا
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Filière : Sciences Biologiques

Option : Microbiologie appliquée

THEME

**Etude comparative entre les paramètres physico
chimiques et mycologies du blé tendre de la région
de Laghouat et El Bayedh**

Présenté par:

NOUARI Messaouda

Devant le jury:

Président : CHAIBI Rachid MCA.

Rapporteur : BENACEUR Farouk MAA.

Co-Rapporteur : AOUISSI Fatima Zohra Ingénieur d'état.

Examineur : GOUZI Hichem MCA.

Soutenu publiquement le : 13/05/2018.

DEDICACES

D'abord, louange à « ALLAH » qui m'a guidé sur le droit chemin tout au long du Travail et qui m'a inspiré les bons pas et les justes réflexes, sans sa miséricorde, ce Travail n'aura pas abouti.

Mon travail se dédie :

A ma très chère mère, Autant de phrases aussi expressives

Soient-elles ne sauraient montrer le degré d'Amour et d'affection que j'éprouve Pour toi. Tu m'a soutenir et de M'encourager durant toutes les années de mes études.

Qu'ALLAH te protéger et te Donner la santé, le bonheur et longue vie.

A Mon très cher père m'avoir soutenu moralement et matériellement

Jusqu'à ce jour pour leur amour, Leurs encouragements. Que ce travail, soit pour toi.

Qu'ALLAH le tout puissant te préserve, t'accorde santé, bonheur et te protège

A mes sœurs « Aya Hibet El Rahmane, Amina, Zohra et son fil Yassine »

A mes frères « Ali, Benaouda et Abed El Rezek »

Je dédie aussi ma familles parentérales et maternelles que Dieu vous protégée.

A mes chères amies Amina, Moulati, Lilia, El batoul, zahira, fatima, houda et Samira

A tous étudiants de la promotion de M₂ microbiologie 2017-2018

et particulièrement Amina et Amira que ALLAH se protège et donner la santé et le bonheur.

Nouari Messaouda

Remerciement

Avant toute chose, je remercie Dieu de nos avoir donnés la force, la patience et le courage pour achever ce travail.

Le présent travail est réalisé au laboratoire de Microbiologie de département de biologie à l'université Amar thelidji.

J'exprime d'abord mes profonds remerciements à Mon encadreur: BENACEUR FAROUK et A ma Co-encadreur M^{elle} : AOUISSI FATIMA ZOHRA pour avoir accepté d'encadrer et diriger ce travail, pour leur disponibilité, leur conseils et la confiance qu'ils m'ont accordé afin de surpasser une telle épreuve.

J'exprime mes vifs remerciements au jury pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant de juger ce modeste mémoire.

Un grand merci aux techniciens de laboratoire de microbiologie pour leur présence continuel ainsi que leur générosité tous les moments de travail passés au laboratoire.

Et à toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Tableau des matières

	Page
Liste des tableaux	I
Liste des figures	II
Liste des abréviations	IV
Résumé	VI
Introduction générale	01

PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : Généralités sur le blé tendre

Introduction	04
I.1. Origine de blé tendre	04
I.2. Définition de blé tendre	05
I.3. Classification du blé	05
I.3.1.La classification botanique du blé tendre	05
I. 3.2 Variétés de blé tendre cultivé en Algérie	05
I.4. Histologie du grain de blé tendre	06
I.5 .Composition chimique du grain de blé tendre	07
I.5.1. L'eau	07
I.5.2. Les Glucides	07
I.5.3. Les protéines	07
I.5.4. Les lipides	08
I.5.5.Les vitamines	08
I.5.6. Les enzymes	08
I.5.7. Les minéraux	08
I.6. L'importance de blé tendre	09
I.7. Stockage du blé tendre	09
I.7.1. Stockage traditionnel	09
I.7.2. Stockage moderne	10
I.7.2.1. Stockage du blé en silos	10

I.7.2.2. Stockage en vrac	10
I.8. Les conditions de culture	10
I.9. Utilisation du blé	11
I.10. Facteurs d'altération du blé tendre	11
I.10.1. Altération d'origine environnementale	11
I. 10.1.1. L'humidité	11
I. 10.1.2. La température	11
I.10.2. Altérations enzymatiques	12
I.10.3. Altération d'origine mécanique ou physique	12
I. 10.4. Altération d'origine biologique	12
I. 10.4.1. Les microorganismes	12
I.10.4.2. Les microorganismes	13

CHAPITRE II : les moisissures du blé.

Introduction	16
II.1. Caractéristiques morphologiques des Moisissures	17
II.2.La microflore du blé	18
II. 2.1.Flore des champs	18
II 2.1.1.Le genre <i>Alternaria</i>	18
II. 2.1.2. Genre <i>Fusarium</i>	19
II.2.2. Flore intermédiaire	20
II. 2.2.1.Les <i>Mucorales</i>	20
II.2.3.Flore de stockage	21
II. 2 .3.1.Le genre <i>Aspergillus</i>	21
II. 2.3.2.Genre <i>Penicillium</i>	22
II.3. Mycotoxines	22
II.3.1. Nature et origine des mycotoxines	23
II.3.2.Différent types des mycotoxines	24
II.3.2.1.Les Trichothécènes	24
II.3.2.2. Les Zéaralénones	24
II.3.2.3.Moniliformines	24
II.3.2.4.Les Aflatoxines	24

II.3.2.5.Les Ochratoxines	24
II.4.mycotoxinogénèse	25
II.5.Effet des mycotoxines	25

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE III : Matériels et méthodes

III.1.Echantillonnage	28
III.2.Analyse physico-chimique	28
III.2.1.Détermination du pourcentage des grains cassés	28
III.2.2.Détermination de l'humidité	29
III.2.3.Mesure de pH	31
III.3.Analyse mycologique	32
III.3.1.Isolement et dénombrement	32
A. Méthode directe	32
B. Méthode de dilution	33
III.3.2. Purification et identification des souches	34
III.3.2.1. Identification du genre	34
III.3.2.2. Micro-culture (culture sur lame)	35

CHAPITRE IV: Résultats et discussions

IV .1.Qualité physicochimique de blé tendre	37
IV.1.1.Pourcentage des grains cassés (état physique des grains)	37
IV.1.2. Humidité (H)	37
IV.1.3. Le pH	38
IV .2. Qualité mycologique de blé tendre	39
IV.2.1. Détermination du taux de contamination et germination	39
IV.2.2. Corrélation entre les paramètres physicochimiques et le taux contamination	39
IV.3. Estimation de population fongique des échantillons	42

IV.4. Discussion	45
Conclusion	48

Références

Annexes

Liste des tableaux

Tableau N °01 :	Classification botanique du blé tendre05
Tableau N °02 :	Fraction protéiques du blé	07
Tableau N °03 :	Consommation moyenne (kg/ha/an) algérienne de céréales, entre 1961-2005	09
Tableau N °04 :	Effets probables des principales mycotoxines sur l'homme.	26
Tableau N °05	Origine et date de prélèvement des échantillons	28

Liste des figures

Figure 01 :	Structure du grain du blé tendre	06
Figure 02 :	Structure d'un hyphes et son développement vers la formation d'un mycelium.	17
Figure 03:	Caractères morphologiques des <i>Alternaria</i> sp	19
Figure 04 :	Caractères morphologiques des <i>Fusarium</i> sp	20
Figure 05:	Appareil reproducteur des mucorales.	21
Figure 06 :	Principaux caractères morphologiques	22
	des <i>Aspergillus</i> .	
Figure 07:	Schéma d'un pénicille.	23
Figure 08 :	La détermination du pourcentage des grains cassés. (échantillon 02)	29
Figure 09 :	La détermination du pourcentage des grains cassés. (échantillon 01).	29
Figure 10:	La détermination d'humidité (échantillon 01).	30
Figure 11 :	La détermination d'humidité (échantillon 02).	31
Figure 12 :	La mesure de PH (échantillon01).	31
Figure 13 :	La mesure de pH. (échantillon 02)	32
Figure 14 :	La méthode directe (échantillon 02)	33
Figure 15 :	la méthode de la dilution (échantillon 01)	34
Figure 16 :	La technique de culture sur lame	35
Figure 17 :	Histogramme présente le pourcentage des grains cassés ...	37
Figure 18 :	Histogramme présente le Taux d'humidité.	38
Figure 19 :	Histogramme présente le Ph	38
Figure 20 :	Histogramme présente les moyennes de taux	39
	contamination et germination.	

Figure 21 :	Planche de quelques grains contaminés échantillon 01.	40
Figure 22 :	Planche de quelques grains contaminés échantillon 02.	40
Figure 23 :	Planche de quelques grains germinés échantillon 01.	41
Figure 24 :	Planche de quelques grains germinés d'échantillon 02.	41
Figure 25 :	Histogramme présente l'apparition des genres/espèces dans les deux échantillons.	42
Figure 26 :	Planches des quelques boites de Pétri utilisée pour la méthode de dilution (échantillon 01).	43
Figure 27:	Souches fongiques obtenus par purification à partir de la dilution 10^{-1} (échantillon 01).	43
Figure 28 :	Souches fongiques obtenus par purification à partir de la dilution 10^{-2} (échantillon 01).	44
Figure 29:	Planches des quelques boites de Pétri utilisée pour la méthode de dilution. (échantillon 02).	44

Listes d'abréviations

°C :	Degré Celsius.
µl :	microlitre.
µM:	micromètre.
A1:	l'amylobacter.
A2 :	l'amylose.
Aw :	Activité d'eau.
Fig. :	Figure.
g :	gramme.
GC :	Grain cassé.
Gl :	Glycolipides.
grs :	Grammes.
H % :	Taux d'Humidité.
Ha :	Hectares.
HR :	Humidité relative.
M₀ :	poids de la tare avec échantillon.
M1 :	Masse en grs de la prise d'essai après séchage.
ml :	millilitre.
M_t :	poids de la tare.
NA :	Norme Algérienne.
OMS:	Organisation mondiale de la santé.
OTA :	ochratoxine A.
OTB :	ochratoxine B.

OTC : ochratoxine C.

PDA : Pototos Dextrose d'agar.

PDAac : Pototos Dextrose d'agar acidifié.

pH: Potentiel d'hydrogène.

TC : taux de contamination.

TG : taux de germination.

UV : ultra-violet.

Résumé

Dans ce travail nous avons étudiés la qualité physico-chimique et mycologique des deux échantillons de blé tendre stockés. L'une de la région de Laghouat (El Hadjeb, échantillon 01) et la deuxième de région d'El bayadh. (El Abiodh Sidi Elcheikh, échantillon 02).

L'étude comparative entre ces deux échantillons a été réalisée en étudiant d'une part les paramètres physico chimiques et d'autres part leur taux de contamination. Ces études montrées que les deux échantillons sont contaminés par des différents genres moisissures, dont le genre *Penicillium sp* est le dominant avec une grande fréquence d'apparition de $51,66 \pm 6,5\%$ pour le blé de l'échantillon 01 et plus faible fréquence d'apparition dans l'échantillon 2. Les genres suivants, *Fusarium sp*, *Penicillium sp* contaminent l'échantillon 02 de blé tendre avec des fréquences d'apparitions moyennes $7,33 \pm 2,08\%$ et $1,33 \pm 0,57\%$ respectivement. *Aspergillus sp* c'est le genre plus dominant avec fréquence d'apparition de $16,32 \pm 12,28\%$. Un contrôle et une démarche d'assurance de la qualité de blé tendre depuis la récolte jusqu'au produits finis et surtout au niveau du stockage seront recommandées afin de limiter les pertes du produit causées par des moisissures.

Mots clés: Blé tendre, Laghouat (El Hadjeb), d'El bayadh. (El Abiodh Sidi Elcheikh) moisissures, Isolement, qualité physico-chimique et mycologique

Introduction

Introduction

Les céréales sont un groupe de plantes cultivées appartenant, botaniquement parlant, à la famille des poacées dont les graines présentent par leur abondance et leur composition un intérêt majeur pour l'alimentation de l'Homme et des animaux. Les graines alimentaires appartiennent à une dizaine d'espèces végétales. Les plus employées sont : le blé, le maïs et l'orge (**Reed., 1992**).

Le blé est à la fois la céréale la plus consommée dans le monde et la plus échangée sur les marchés internationaux. Il constitue ainsi un élément central du système alimentaire mondial.

Le blé est la matière première principale en semoulerie et en meunerie, pour produire la semoule à partir du blé dur et la farine à partir du blé tendre, cette dernière est utilisée pour la fabrication du pain qui constitue l'élément de base dans la structure de consommation de l'Algérien. Malheureusement, de nombreux agents de détériorations (vertébrés, insectes, moisissures, acariens,...) sont la cause de la perte d'une grande partie des récoltes de céréales. Les moisissures et leurs métabolites secondaires entraînent, à l'échelle mondiale, des pertes de céréales et leurs dérivées estimées de 5 à 10% (**Pfohl-Leskowicz., 1999**).

Les moisissures constituent un agent de détérioration très important. Elles sont Omniprésentes dans la nature et possèdent un arsenal enzymatique très varié, ce qui leur permet de croître sur divers substrats. Les moisissures diminuent la qualité technologique (taux du gluten) et sanitaire (allergie, agents toxiques responsables de graves intoxications humaines et animales) réduisant la valeur nutritionnelle, modifiant l'aspect organoleptique et enfin provoquant des problèmes économiques dus aux coûts de détoxification des grains ou les rejets des produits contaminés (**Gacem., 2012**). Plusieurs espèces de moisissures filamenteuses ont été trouvées sur les grains de blé comme contaminants extérieurs. Les graines sont naturellement en contact avec des spores fongiques avant, pendant et après la récolte, durant le transport et le stockage. La croissance des moisissures sont effectuée par de différents paramètres physico-chimiques, notamment l'humidité relative (A_w), l'état physique des grains, la ventilation et le pH (**Jouany et yiannikouris., 2002**).

L'objectif de notre travail consiste à comparer entre la qualité microbiologique et physicochimique de blé tendre de deux régions El Bayadh (El Abiodh Sidi El cheikh) et Laghouat (El Hadjeb).

Le travail se déroulé au niveau de laboratoire de microbiologie de l'université AMAR THLEDJI.

Mon travail est subdivisé en deux parties :

- Une première partie bibliographique regroupant en deux chapitres le premier contient une généralité sur le blé et la deuxième les moisissures du blé.
- Une deuxième partie qui rassemble certaines analyses physicochimique et microbiologiques du blé tendre suivis par les résultats et discussion et en fin une conclusion.

Première partie

Chapitre I

Introduction

Les produits céréaliers constituent la base de l'alimentation humaine dans la plupart des pays du monde, du fait qu'ils apportent la plus grande partie des Protéines de la ration.

Les céréales fournissent 57 % de protéines consommées contre 23 % apportées par les tubercules et les légumineuses ainsi que 20 % par les produits d'origine animale (**Godon., 1982**).

Les principales céréales sont représentées par le blé, l'orge, le maïs et le riz. Le blé occupe actuellement la première place dans la production mondiale des céréalière (environ 40 %) et présente une importance nutritionnelle et économique considérable. Depuis 1945, la production et la consommation moyenne du blé ont pratiquement quadruplé passant de 140 à 570 millions de tonnes. (**Chardouch., 1999**).

D'après **Anonyme (juin 2002)**, les pays du Maghreb, notamment L'Algérie importent ses besoins en céréales et constituent de ce fait, le premier importateur mondiale du blé tendre, donc il est un pilier de notre alimentation.

I.1. Origine de blé tendre (*Triticum aestivum L. ou Triticium vulgare*) :

Le blé est l'une des principales ressources alimentaires de l'humanité. 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 (**Boulal et al., 2007**).

En Algérie, **Léon Ducellier (1878-1937)** en particulier, parcourant le blé, fit au début du siècle le recensement d'une flore mal connue. Il découvrit et analysa les nombreuses variétés, qui peuplaient les champs cultivés, recueillit les échantillons les plus caractérisés, les plus productifs, les plus résistants à la sécheresse ou à quelques maladies. Le blé tendre était inconnu en Afrique du Nord avant l'arrivée des français (**Lery., 1982**). Les blés ont d'abord évolué en dehors de l'intervention humaine, puis sous la pression de sélection qu'ont exercée les premiers agriculteurs (**Henry et de Buyser., 2001**).

I.2. Définition du blé tendre :

Le blé est une plante herbacée monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la Famille des graminées. Les deux espèces dominantes sont le blé tendre et le blé dur. Ce fruit sec est constitué d'une graine unique intimement soudée à l'enveloppe du fruit qui la contient. Sur l'épi, le grain est entouré d'enveloppes qui n'adhèrent pas à la graine et qui sont éliminées au moment du battage (Surget et Barron., 2005).

Le grain de blé mesure de 4.8 mm à 9.5 mm de long, selon les variétés et le degré de maturité, sa forme varie de sphérique à allongée, sa surface est parcourue d'un sillon longitudinal dont la profondeur atteint près de la moitié de l'épaisseur du grain. (Paul., 1984).

I.3 .Classification de blé tendre :

I.3.1. La classification botanique du blé tendre

A été faite comme il est montré dans le tableau 01 :

Tableau N °01 : Classification botanique du blé tendre (Paul., 1984).

Famille	Graminée
Sous –famille	Festoiement
Tribu	Trichineuse
Sous – tribu	Trichineuse
Genre	<i>Triticum</i>
Nom commun (espèce)	<i>Triticum aestivum</i>

I.3.2. Variétés de blé tendre cultivées en Algérie :

Selon l'institut technique des grandes cultures, 3 à 4 variétés sur une vingtaine de variétés de blé tendre sont cultivées en Algérie (Doumandji et al., 2003) ; il s'agit de :

- ✓ **Mahon Demias** : C'est un blé introduit par les premiers colons français en Algérie. Il est rustique et tardif. Doté d'une paille haute, cette variété est à semer en zones sèches et sur les sols légers.
- ✓ **Anza** : D'origine américaine (Californie), est la variété de blé tendre connu partout en Algérie. C'est une variété précoce (plus précoce que Hidhab), elle est productive grâce à son tallage épi élevé.
- ✓ **Florence Aurore** : C'est une variété obtenue par le Pr. Schribaux. La variété se caractérise surtout par la présence de trois arrêtes longues bien différenciées au sommet de l'épi. Elle est de moins en moins cultivée en Algérie.

- ✓ **Hidhab** : La variété précoce à paille moyenne et à épi long. Elle est résistante à la verse et à la rouille brune. Hidhab présente de bonnes caractéristiques technologiques pour la panification.

I.4. Histologie du grain de blé tendre :

Le grain de blé est de forme ovoïde plus ou moins allongée, son examen révèle :(figure 01)

- Une face dorsale plus ou moins bombée.
- Une face ventrale, comportant un sillon profond.
- à sa partie supérieure, de courts poils forment la brosse.
- à sa partie inférieure, le germe est visible sur la face dorsale. La couleur des blés varie du roux au blanc, en rapport avec le pays d'origine, le sol, la culture, et le climat (Calvel., 1984).

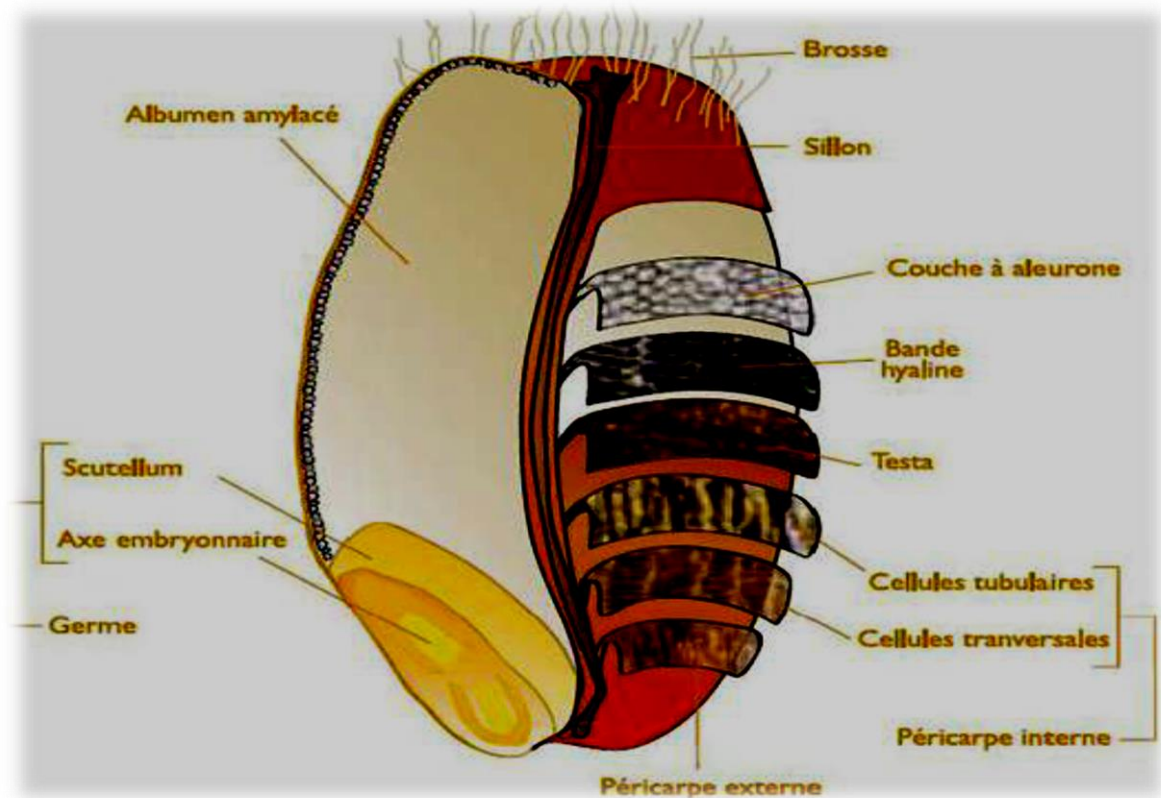


Figure 01: Structure du grain du blé tendre (Surget et Barron., 2005).

Un grain de blé est formé de trois régions (Debiton., 2010) :

- Les enveloppes
- L'endosperme ou albumen
- Le germe.

I.5. Composition chimique du grain de blé tendre :

Le grain de blé mur contient de nombreuses substances telles que : les glucides, les lipides, sels minéraux, les vitamines, les enzymes et d'autres substances susceptibles de jouer un rôle dans l'alimentation humaine (**Cheriet., 2000**).

La composition chimique des différentes parties d'un grain de blé, dépend d'un certain nombre de facteurs tels que : le climat, la variété de blé la nature du sol, les amendements et les technique culturales (**Selselet., 1991**).

I.5.1. L'eau :

L'eau est un constituant instable et son taux susceptible de varier dans le temps, par suite des échanges avec l'atmosphère, ou entre les particules constituant le produit (**I.T .C.F., 1995**).

Un taux d'humidité inférieur à 14 % prolonge la durée de conservation sans risque d'altération par les micro-organismes (**Bouleghie et Ouabed., 2002**).

I.5.2. Les Glucides :

Les glucides son pondéralement, les constituant majeurs du grain de blé. Ils représentent environ **80%** de la matière sèche totale répartie en polysaccharides (Amidon **65 à 75 %**) (**Godon et Guinet., 1994**).

L'amidon constitue **70 %** du grain, il se présente sous forme de poudre blanche, il est composé de deux molécules ; l'amylobacter (**A1**) et l'amylose (**A2**) dont le rapport (**A1/A2**) est d'environ **41**.

I.5.3. Les protéines :

Le blé a généralement une teneur en protéines de l'ordre de **11 à 14 %**, une partie de ces protéines se présente sous forme de gluten (**FAO, 1990**). L'albumine et globulines sont des protéines cytoplasmiques souvent regroupées (**Sauvant., 1979**). Il existe 4 groupes protéiques chez le blé se distinguant par leur solubilité dans divers milieux d'extraction sous l'appellation des protéines solubles.

Tableau 02 : Fraction protéiques du blé.

Fraction protéiques	Solvants	Composition en %
Albumines	Eau	9
Globulines	Na Cl 0.5 M	8
Gliadines	Ethanol à 70 %	43
Glutamiques	Insoluble dans les solvants précédents	40

I.5.4. Les lipides :

Les lipides du blé sont un mélange complexe de composants. Ils sont inégalement répartis dans les différentes parties du grain de blé. Le tiers de la fraction lipidique total est situé dans le germe. Plus de 20 classes de lipides existent dans le grain de blé et peuvent être divisées en deux groupes, les lipides polaires et non polaires. Les triglycérides sont les principaux lipides non polaires qui représentent environ 50% des lipides non polaires totaux dans le blé. Ils sont déposés en sphérosomes (gouttelettes d'huile) délimités par une membrane monocouche (**Feillet., 2000**).

Les restes sont principalement des mono et des diglycérides, des esters de stérols et des acides gras libres. Les principaux composants des lipides polaires sont les glycolipides et les phospholipides. Les principaux glycolipides dans le grain entier et l'album en amylicé sont les monogalactosyl glycérides et les digalactosyldiglycérides, avec des petites quantités de lipides monoacyles. Les phospholipides majeurs sont les phosphatidylcholines, les phosphatidyléthanolamines et les phosphatidylinositol (**Haard et al., 1999**).

I.5.5 .Les vitamines :

Ce sont des composés chimiques complexes surtout concentrés dans péricarpe et le germe à des teneurs très faibles le grain de blé contiennent des vitamines du groupe B à l'exception de la vitamines B12 et sont dépourvus de vitamines D et A (**Bonneau.,2003**).

I.5.6 .Les enzymes :

Ce sont aussi des substances complexes ,mais dont le rôle est très important ; ils sont responsables des transformations qui subissent les autres substances (hydrolyse l'amidon et les protéines,destruction des sucres simples et des acides aminés (**Feillet., 2000**).

I.5.7.Les minéraux :

Les minéraux formant une petite partie du grain de blé, et en proportion encore plus faible dans l'albumine moins de 1% (**Matz., 1991**). Le blé contient du fer, du magnésium, du manganèse, du cuivre et du zinc etc .Ces constituants sont distribués principalement dans les couches extérieures et dans le germe (**Manay et Shadaksharaswamy., 2001**).

I.6. L'importance de blé tendre :

Les céréales et en particulier sont des sources alimentaires nécessaires pour les êtres humains et les animaux. Actuellement, l'Algérie est un grand importateur de blé et se trouve dépendante du marché international (**Anonyme., 2006**).

Cette situation risque de se prolonger à plusieurs années, faute de rendements insuffisants et des besoins de consommation sans cesse croissants (Tableau 03) devant une forte évolution démographique (Chellali., 2007).

Tableau 03 : Consommation moyenne (kg/ha/an) algérienne de céréales, entre 1961-2005 (Fao., 2007)

Périodes	1961	1970	1980	1990	2000	2003	2005
Consommation	110	120	182	193	190	201	215

I.7. Stockage du blé tendre :

La consommation quotidienne est assurée par une seule récolte, quelquefois deux dans l'année d'où la nécessité du stockage. En outre, les grains stockés sont utilisées comme des semences en attendant la saison suivante (Druvefors., 2004).

Plus l'humidité des grains est importante à la récolte, plus les conditions sont favorables au développement des microorganismes. De bonnes pratiques de conservation consistent à éviter son altération en contrôlant les principaux facteurs de détérioration (Molinie et al., 2005).

I.7.1. Stockage traditionnel :

Le paysan algérien, sur les hauts plateaux, conservait surtout le produit de ses champs d'orge et de blé, dans des enceintes creusées dans un sol argileux ; c'est ce qu'on appelle « El Matmour » ou dans des sacs en toile de jute, entreposés dans divers locaux, magasins ou hangars. La trop forte humidité et les eaux d'infiltration sont les inconvénients majeurs de cette méthode de stockage favorisant le développement des moisissures et les phénomènes de fermentations bactériennes (Doumandji et al., 2003).

Parmi les avantages de ce mode :

- Il est intéressant du fait de sa relative facilité de construction.
- son faible coût.
- sa bonne isolation thermique.
- la protection qu'il apporte contre les attaques de rongeurs.
- la diminution de l'activité des insectes.
- la protection contre une infestation grâce à l'étanchéité relative à l'aire qui réduit les échanges gazeux avec l'extérieur.

I.7.2. Stockage moderne :**I.7.2.1. Stockage du blé en silos :**

De nos jours, les silos permettent de stocker les différents types de céréales en même temps ; il s'agit de multi-produits (**Duron., 1999**). Ce sont des enceintes cylindriques en béton armé ou en métal inoxydable. L'emploi des silos réduit la main d'œuvre, augmente l'aire de stockage et supprime l'utilisation des sacs onéreux (**Doumandji et al., 2003**).

I.7.2.2. Stockage en vrac (courte durée) :

Dans ce cas les grains en tas sont laissés à l'air libre dans des hangars ouverts à charpente métallique. Malheureusement les contaminations sont possibles ; d'autant plus que dans ce type de construction. Ils demeurent toujours des espaces entre les murs et le toit, ainsi le libre passage des souris, des rats, des moineaux des pigeons et des insectes demeure possible. Par ailleurs l'influence des intempéries est encore assez forte et le développement des moisissures et des bactéries est toujours à craindre (**Doumaindji et al., 2003**).

I.8. Les conditions de culture :

Le blé est une plante qui se développe bien dans une terre argileuse. La topographie du terrain doit être dégagée et légèrement onduleuse afin de fournir un drainage adéquat et faciliter l'utilisation de machines agricoles. La préparation du sol est importante, dont la terre doit être nettoyée des mauvaises herbes, labourée afin de l'ameublir, de l'aérer et d'enfouir les éléments de surface et enfin enrichie au moyen d'engrais. Pour l'emblavage, le choix des semis à planter ainsi que la date à laquelle ils seront mis en terre revêtent une grande importance. Les recherches scientifiques sur le génome du blé, entre autres, ont permis la mise au point de variétés adaptées au besoin du marché en fonction de leur utilisation future et résistantes à certains virus. Pour le blé d'hiver par exemple, semer trop tôt risquerait d'entraîner un levage précoce du blé qui pourrait conduire à l'interruption de sa croissance du fait des gelées. Pour un bon développement du blé, la température est un facteur important. Elle doit être comprise entre - 6°C et +20°C. L'idéal étant un temps chaud avant la croissance et des conditions d'ensoleillement au cours des étapes ultimes. Les précipitations peuvent varier entre 300 millimètres et 1000 millimètres par an, répartis de manière à fournir beaucoup d'eau à la plante durant sa période de croissance et de fines pluies vers la fin de manière à faire gonfler les grains. (**Debiton.,2010**).

I.9. Utilisation du blé :

La majorité des utilisations du blé tendre concerne l'alimentation humaine et animale. 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 est utilisé principalement en meunerie pour obtenir de la farine nécessaire à la production de pain, de viennoiseries ou 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. L'amidonnerie, troisième secteur valorisant le blé en France, utilise l'amidon pour faire des épaississants alimentaires. Par l'intermédiaire de la chimie, l'amidon a de multiples usages. Par exemple dans l'industrie pharmaceutique, il est utilisé en tant que dragéifiant, liant ou encore principe actif tel que le sorbitol. Dans de moindres proportions, l'amidon transformé peut être employé dans la fabrication de papier, de carton mais aussi de détergents. L'amidon du blé tendre est également utilisé depuis plusieurs années comme matière première pour la fabrication de biocarburants (**Debiton., 2010**).

I.10. Facteurs d'altération du blé tendre :**I.10.1. Altération d'origine environnementale :****I.10.1.1. L'humidité :**

La faible teneur en humidité est le facteur le plus important pour la conservation des grains lors du stockage. Les grains, stockés avec le contenu d'humidité élevé, sont soumis à des pertes élevées causées par l'attaque des insectes et des champignons (**Mahideb et Merrouche., 2015**).

I.10.1.2 .La température :

La température joue un rôle important dans la conservation des grains .Elle est le facteur le plus important qui affecte la qualité du grain au cours de stockage. Elle intervient d'une part sur la valeur de l'Aw et d'autre part sur les vitesses de réactions chimiques et enzymatiques et donc la croissance des microorganismes Au cours de la conservation, plus la température est élevée plus les réactions biologiques des microorganismes sont rapides (**Mahideb et Merrouche., 2015**).

I. 10.2. Altérations enzymatiques :

Les altérations enzymatiques dues aux enzymes propres aux grains se manifestent de façon variée. Ce sont d'abord des hydrolases, agissant sur les protéines, les lipides et les glucides donnant des produits qui peuvent se dégrader ensuite par autres voies (**Multon., 1982**).

I. 10.3. Altération d'origine mécanique ou physique :

Les atteintes mécaniques du grain durant le stockage sont favorables aux développements des champignons et à l'attaque des insectes. Les grains endommagés deviennent un terrain favorable à l'infestation et à la pénétration de l'inoculum d'*Aspergillus* et de *Penicillium* à l'intérieur de la graine.

Les altérations d'origine mécanique sont dues à des chocs entraînant des cassures et favorisant les autres causes d'altération. L'utilisation des radiations telles que les rayons gamma et les rayons UV peuvent provoquer des altérations radiochimiques tels que la pyrolyse, redistribution de l'eau dans le grain et l'adhésion de l'amidon et des constituants protéiques (**AFNOR., 1986**).

I.10.4. Altération d'origine biologique :

Un lot de grains entreposé comporte inévitablement au moins deux entités vivantes : les grains eux-mêmes et les micro-organismes. De façon non obligatoire, mais cependant fréquente, on y trouve également associés des insectes, des acariens, voire de petits vertébrés (rongeurs, oiseaux) (**Multon., 1982**).

La microflore des grains est banale, à tendance xérophile et cosmopolite. Les bactéries, les levures et les mycètes filamenteux constituent un envahisseur interne et/ou contaminant externe qui font l'objet d'altération biologique (**Magan et al., 2003**). Les virus paraissent négligeables, et les lichens sont parmi les rares organismes vivants capables de supporter sans dommage une grande sécheresse : leurs teneurs en eau se situent entre 5 et 40%, contre 75 à 97% pour le reste du monde vivant (**Multon., 1982**).

I.10.4.1. Les macro organismes :

Divers petits vertébrés rongeurs (souris, rats et oiseaux) peuvent vivre aux dépens des stocks de grains mal protégés, dont ils peuvent consommer des quantités considérables (**Multon., 1982**). De plus ils peuvent jouer le rôle d'un vecteur de germes pathogènes provoquant des contaminations et des lésions physiques dans les tissus végétaux qui favorisent donc la pénétration des spores (**Jouany et Yiannikouris., 2002**).

La présence de la plupart des arthropodes, et singulièrement d'acariens, est révélatrice de mauvaises conditions de conservation. Les acariens vivant sur les grains moisiss, récupèrent et transportent les spores de champignons sur leur corps, mais également dans leur tube digestif et leurs fèces. Beaucoup d'acariens consomment les moisissures, préférant d'ailleurs les espèces les plus abondantes (**Molinie et al., 2005**).

Les insectes, endommagent l'enveloppe des grains, ce qui favorise la pénétration des moisissures à l'intérieur de la graine. Quelques insectes disséminent des espèces mycotoxigéniques. Là où les insectes et les rongeurs sont contrôlés, les moisissures sont souvent la cause unique de la détérioration (**Magan et al., 2003**).

Les cécidomyies ont été reconnues depuis plusieurs années comme les principaux ravageurs des céréales, blés et orges, au Maroc (**Anonyme., 1934**). Plusieurs chercheurs ont travaillé sur la biologie et la systématique de ces insectes, et ces travaux ont été publiés au cours des années avec des résultats plus ou moins contradictoires.

Ainsi (**Mesnil., 1934**) avait conclu de son travail conduit au Maroc et en Europe que la mouche de Hesse, *Mayetiola destructor*, existait seulement en Europe, et attaquait aussi bien les blés que l'orge, alors qu'en Afrique du Nord, une autre espèce, qu'il avait nommée *Mayetiola mimeuri* (Mesnil) attaque les blés, les orges et l'avoine. Sa conclusion a été basée sur une différence anatomique découverte entre la mouche de Hesse d'Europe et les spécimens de cécidomyies collectés au Maroc. Ce résultat a été corroboré par (**Balachowsky et Mesnil., 1935**) qui ont redécrit l'espèce *M. mimeuri*, et confirmé les résultats trouvés par (**Mesnil., 1934**).

I.10.4.2. Les microorganismes :

Les grains fraîchement récoltés constituent une niche écologique pour plusieurs types de bactéries. La population bactérienne est essentiellement constituée par des eubactéries qui renferment une très forte proportion d'entérobactéries, notamment de coliformes qui sont toujours abondantes sur les céréales (**Withlow et Hagler., 2001**).

Les populations de levures dépendent fortement des conditions climatiques au moment de la récolte. Les genres rencontrés sont : *Saccharomyces*, *Candida*, *Hansenula*...etc. Ces genres ne donnent généralement lieu qu'à de faibles niveaux de contaminations, ne dépassant que rarement quelques centaines de germes par gramme de grain. Au contraire, des quantités élevées de levures sont souvent le signe d'une humidité élevée (**Bourgeois et al., 1996**).

Des très grands nombres de moisissures sont capables de détériorer les denrées alimentaires. Ces moisissures sont le plus souvent des saprophytes banaux. La mycoflore est

estimée entre 200000 et 300000 espèces (**Pfohl-Leszkowicz., 1999**). Les plus répandues sont les *Penicilliums* et les *Aspergillus* qui sont aérobies strictes (omniprésentes dans la nature), hétérotrophes, peu exigeantes et possédant un potentiel élevé de sécrétion d'enzymes exocellulaires. Ces types de moisissures sont capables de se développer sur toutes sortes de nourriture : céréales, viande, lait, fruits, légumes,... etc. (**Filtenborg et al., 1996**).

Chapitre II

Introduction :

Depuis le moment de leur initiation au sein de l'épi jusqu'au passage au moulin ou à l'usine, les grains de blé sont soumis à des proliférations de bactéries, de levures, de moisissures ou de parasites. Pendant la conservation, la microflore du grain à l'origine et celle du produit de mouture subissent des modifications au cours du temps. Différents schémas évolutifs sont possibles : du plus souhaitable qui correspondent au grain sec dont les microorganismes disparaissent ; témoin d'une altération profonde et à l'extrême à la destruction pure du grain par auto-combustion (**Bourgeois et al., 1996**).

Les moisissures sont des champignons filamenteux hétérotrophes : certains vivent en symbiose avec des végétaux, d'autres sont des parasites des végétaux ou des animaux, d'autres encore sont des saprophytes qui se développent sur des déchets organiques ou contaminent les produits alimentaires (**Meyer et al., 2004**).

Les moisissures peuvent être :

- Nuisibles, car agents d'altérations d'aliments ;
- Utiles, car intervenant dans la production d'aliments, d'antibiotiques, d'enzymes et dans diverses fermentations. (**Leyral et Vierling., 2007**).

Ce sont des organismes hétérotrophes et jouent un rôle essentiel dans la décomposition de la matière organique. Les sources de carbone les plus utilisées sont les glucides. La flore glucidolytique dans de nombreuses denrées se développe dans un premier temps aux dépens d'oses et ultérieurement à partir des polyosides : l'amidon, la cellulose, la chitine etc. sont dégradés, par l'action d'enzymes glucidolytiques exocellulaires (**Leyral et Vierling., 2007**).

Certaines moisissures ne se développent que sur substrat humide et d'autres peuvent proliférer sur des substrats dont l'humidité est très faible (**Leyral et Vierling., 2007**). La végétation maximale est produite entre 20°C et 30°C. Certaines espèces sont très résistantes à la chaleur (supérieur à 50°C). A l'opposé, il existe des moisissures psychrophiles supportant des températures basses et même négatives (**Leyral et Vierling., 2007**).

La plupart des moisissures sont aérobies strictes, c'est-à-dire qu'elles ont besoin d'oxygène pour se développer. Les moisissures vont donc croître préférentiellement en surface des aliments. Néanmoins, certaines souches sont microaérophiles : elles sont capables de se développer même à de très faibles taux d'oxygène résiduel.

De telles souches sont donc aptes à se développer dans la masse. Certaines peuvent même supporter une anaérobiose très stricte (**Delacharlerie et al., 2008**).

Les moisissures sont extrêmement tolérantes aux différents pH puisqu'elles sont susceptibles de se développer dans une gamme de pH allant de 2 à 9, avec un optimum de 4 à 6,5 (Delacharlerie *et al.*, 2008).

II.1. Caractéristiques morphologiques des Moisissures :

La structure des moisissures repose sur leur appareil végétatif appelé thalle, constitué d'hyphes ou cellules allongées en forme de filaments tubulaires de 2 à 10 μm de diamètre. Ces hyphes comprennent les organites classiques d'une cellule : noyau, mitochondrie, cytoplasme, vésicules. Ils peuvent être cloisonnés ou non et leur association forme le mycélium (**fig 02**). Comme pour tout substrat, la colonisation des supports papiers est réalisée par extension et ramification des hyphes parfois visibles sous forme de petites tâches colorées à leur surface. Les hyphes puisent l'eau et les substances organiques dans les différents substrats qu'ils colonisent pour leur développement.

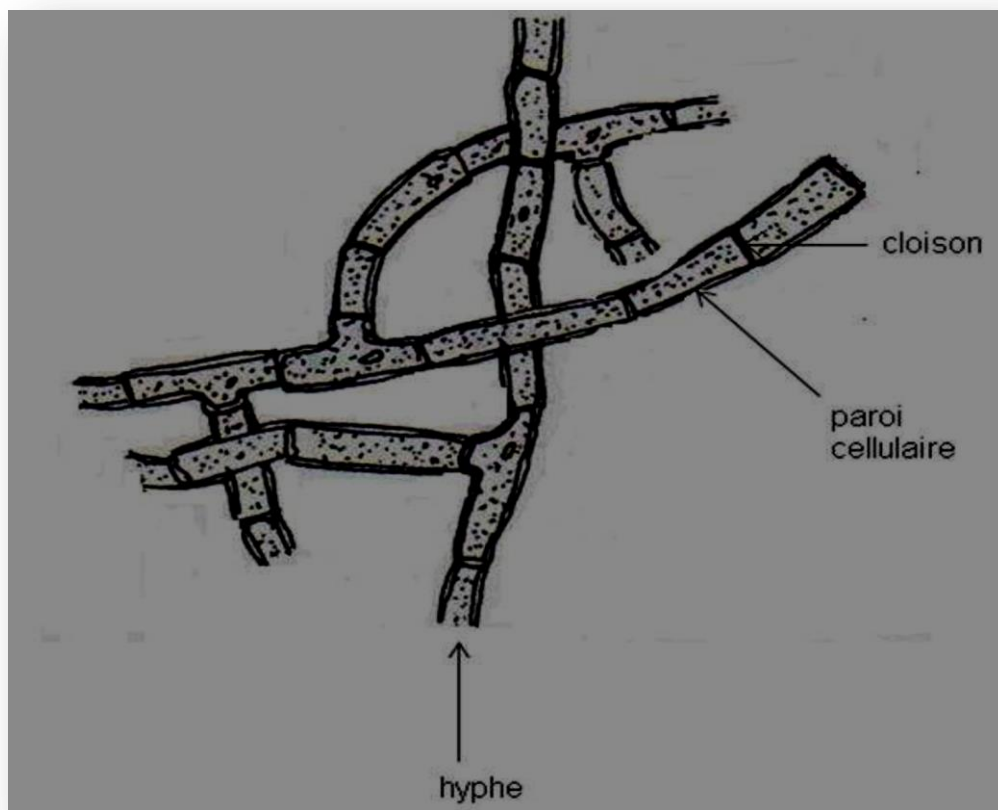


Fig. 02 : Structure d'un hyphe et son développement vers la formation d'un mycélium, (d'après Chabasse *et al.*, 2002 modifié).

II.2. La microflore du blé :

Plus de 150 espèces de moisissures filamenteuses ont été trouvées sur les grains de céréales comme contaminants extérieurs. Les graines sont naturellement en contact avec des spores fongiques avant, pendant et après la récolte, durant le transport et le stockage.

La croissance fongique est régie par de nombreux paramètres physico-chimiques, notamment la quantité d'eau libre (A_w), la température, la présence d'oxygène, la nature du substrat et le pH (Jouany *et al.*, 2002).

Les moisissures ont été classifiées dans trois groupes, connus sous le nom de moisissures de champ, de stockage et la flore intermédiaire.

II.2.1. Flore des champs :

Les grains de blé sont contaminés par microorganismes dans le champ, et cette microflore est dominée par des moisissures (Deàk., 2008). Les spores des champignons de champ les envahissent les grains et croissent dans le champ ou attendent le battage (Dendy et Dobraszczyk., 2000).

II.2.1.1. Le genre *Alternaria* :

Il est fréquent, même dans le blé cultivé dans les zones arides (Dendy *et al.*, 2000).

Les espèces les plus fréquentes sont : *Alternaria alternata* est connue par la production des mycotoxines ; *Alternaria tenuissima* est capable de produire des toxines tel que l'acide tenuazonique (Andersen *et al.*, 2002) et *Alternaria infectoria* cause la décoloration et la dévalorisation du grain mais elle est non toxigénique (Webley *et al.*, 1997).

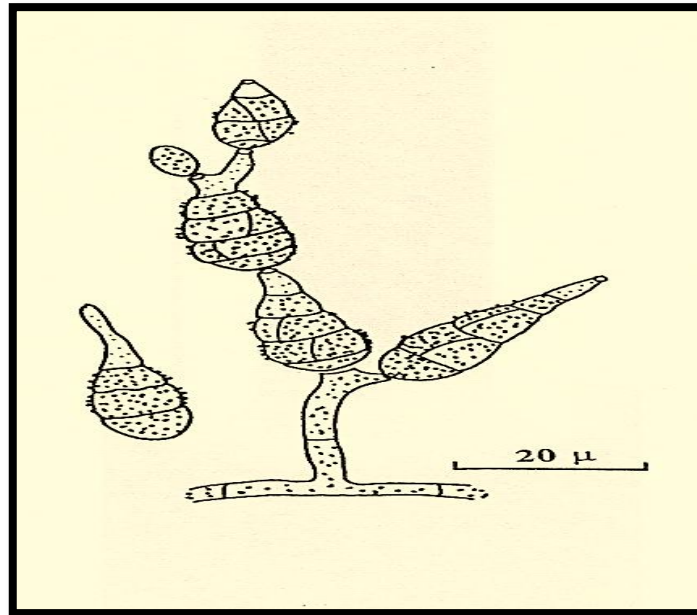


Fig .03 : Caractères morphologiques des *Alternaria sp.* (Source: <http://mycota-crcc.mnhn.fr/site/accueil.php>).

II.2.1.2. Genre *Fusarium* :

Il comprend les espèces qui ont à la fois des pouvoirs pathogènes et saprophytes. Les espèces rencontrées sont surtout : *Fusarium culmorum*, *Fusarium graminearum*, *Fusarium avenaceum*, *Fusarium poae* (**Van der Burgt et al., 2009**).

Les deux espèces *Fusarium culmorum* et *Fusarium graminearum* peuvent causer la pourriture de la tige et la brûlure de l'épi du blé et ces infections de champ peuvent conduire à l'altération post récolte plus importante de ce produit s'il est stocké à une trop forte activité de l'eau (**Adams et al., 2008**).

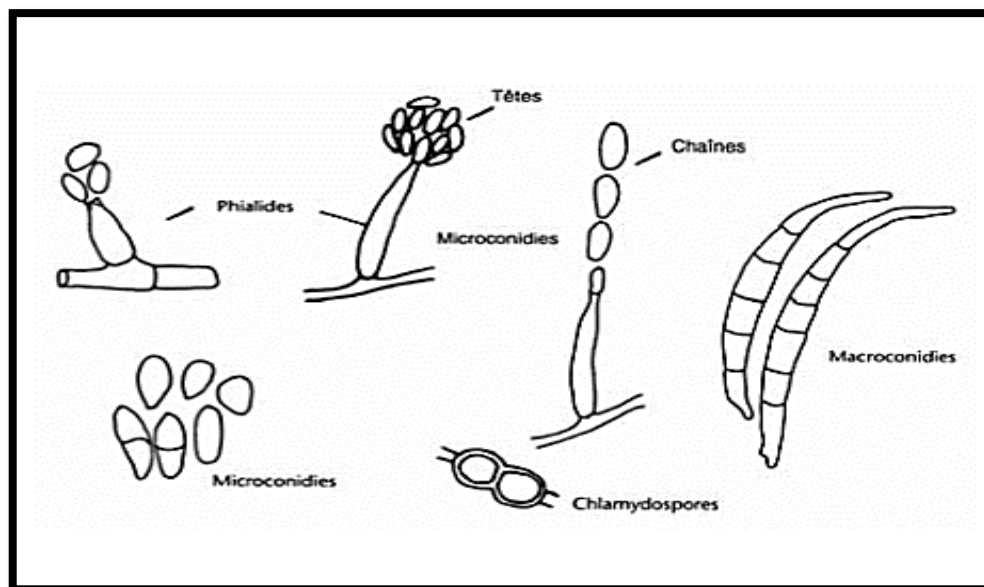


Fig 04 : Caractères morphologiques des *Fusarium sp.* (Nelson et al., 1983).

II.2.2. Flore intermédiaire :

Elle est une catégorie à comportement plus diversifié et regroupe des germes capables d'un développement limité, au début de stockage, en condition particulière et notamment sur grains insuffisamment secs. Les genres les plus rencontrés sont : *Cladosporium*, *Rhizopus*, *Absidia* et *Mucor* (Godon et al., 1997).

II.2.2.1. Les Mucorales :

Cette sous famille regroupant les genres *Absidia* sp, *Mucor* sp, *Rhizomucor* sp et *Rhizopus* sp (Reboux et al., 2010). Les mucorales sont des champignons cosmopolites très répondeurs, saprophytes du sol où ils se nourrissent à partir de végétaux, ils contaminent fréquemment les denrées alimentaires comme les céréales, les fruits et légumes, certaines espèces sont pathogènes de plantes. La Fig 05, montre que le champignon émet généralement des stolons qui courent à la surface du support gélosé et adhèrent au substrat par de sorte de racines appelées rhizoïdes, le thalle est constitué de filaments siphonnés non cloisonné, à partir des stolonsse forment des filaments dressés appelés sporangiophores porteurs de sporanges où sont produites les spores (Chabasse et al., 2002).

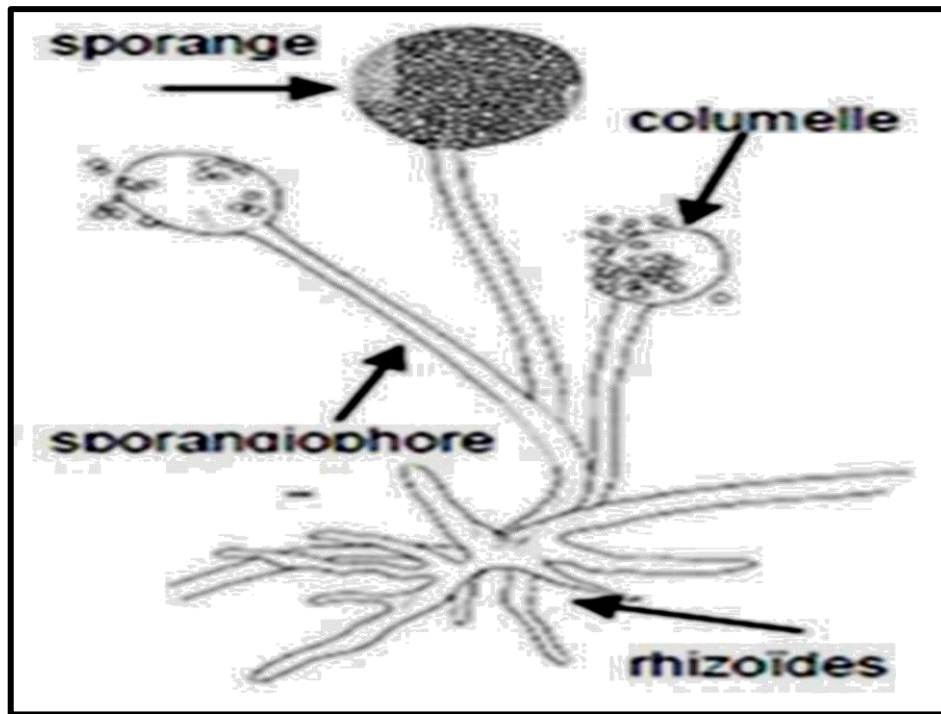


Fig. 05. Appareil reproducteur des mucorales (Dufresne et St-Germain., 2013).

II.2.3. Flore de stockage :

Les moisissures des grains de blé stockés sont présentes sous forme de mycélium dormant sous le péricarpe ou spores en dormance sur la surface du grain. Cependant, un certain nombre de moisissures sont superficiellement associées aux grains stockés. Les principaux genres rencontrés sont : *Aspergillus* et *Penicillium* en raison de leurs capacités de se développer sur tous substrats possibles et dans une large gamme de température et d'humidité (Mathew *et al.*, 2011).

II.2.3.1. Le genre *Aspergillus*:

Dans le blé stocké, les moisissures du genre *Aspergillus* se multiplient d'autant plus rapidement que la température (jusqu'à 40°C) et l'activité de l'eau sont élevées (Feillet, 2000). Les espèces d'*Aspergillus* les plus fréquemment observées dans le grain de blé stocké sont surtout : *Aspergillus niger* et *Aspergillus fumigatus* (Mathew *et al.*, 2011).

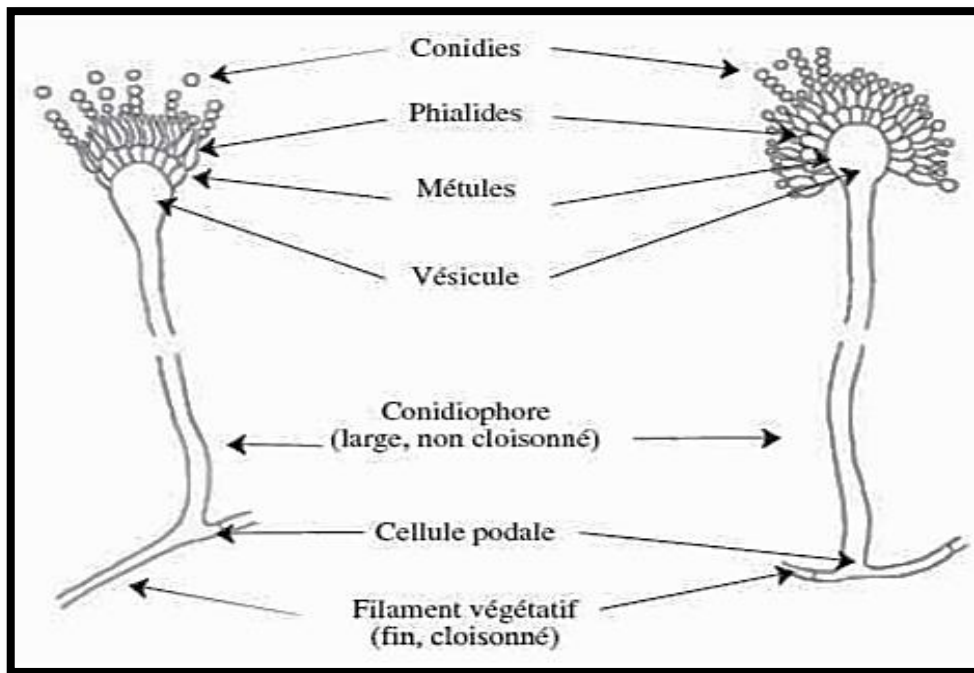


Fig. 06 : Principaux caractères morphologiques des *Aspergillus*. (Botton et al., 1990).

II.2.3.2. Genre *Penicillium* :

Les moisissures de ce genre sont moins fréquentes avant la récolte mais commencent à croître rapidement pendant le stockage, quand les conditions appropriées sont réunies. Elles se développent même lorsque la teneur en eau est relativement basse, mais elle doit être au-dessus d'un seuil de 14% environ et d'un taux d'humidité de 75% (Neergaard., 1977 ; Boudreau et Ménard., 1992).

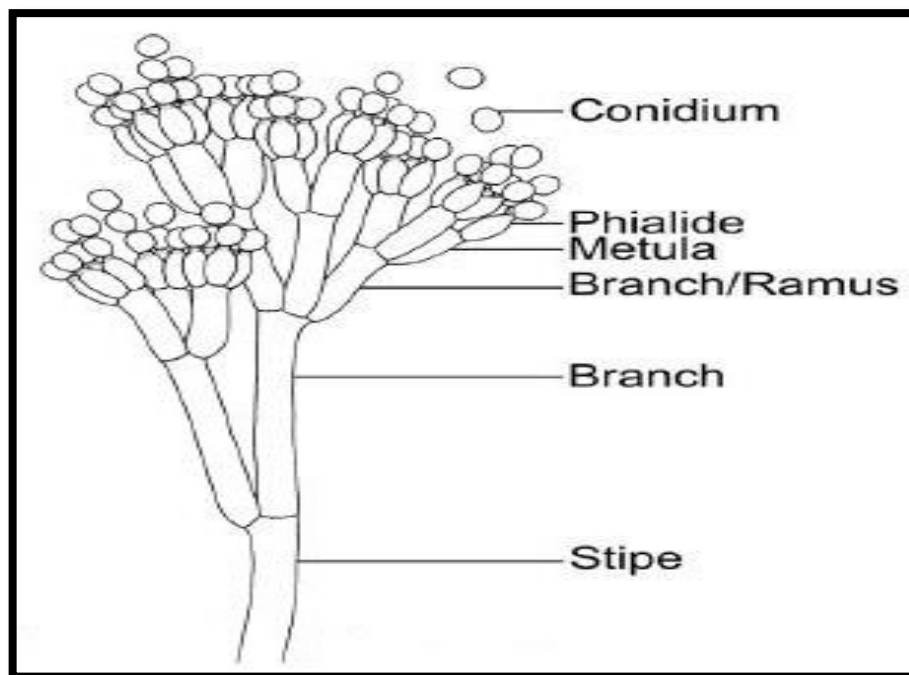


Fig.07: Schéma d'un pénicille (Visagie *et al.*, 2014)

Les espèces les plus communes sont essentiellement :

Penicillium aurantiogriseum, *Penicillium cyclopium*, *Penicillium hordei*, *Penicillium freii*, *Penicillium melanoconidium*, *Penicillium polonicum*, *Penicillium viridicatum*, *Penicillium verrucosum*, *Penicillium crustosum* (Dijksterhuis et Samson., 2007).

II.3. Les mycotoxines :

II.3.1. Nature et origine des mycotoxines :

Les mycotoxines sont des métabolites secondaires, toxiques, de faible poids moléculaire (entre 200 et 10.000 daltons), excrétées par certaines moisissures qui se développent sur divers produits agricoles sous des conditions environnementales particulières (Krska., 2009).

Il s'agit de petites molécules peu solubles dans l'eau, peu volatiles et difficilement métabolisées par les organismes vivants. Elles sont très stables à l'acidité et à la chaleur (Ruppel *et al.*, 2004). L'origine chimique des mycotoxines est très diverse, certaines dérivent des polycétoacides (aflatoxines, ochratoxine, patuline, stérigmatocystine), d'autres des acides aminés (alcaloïdes de l'ergot, acide aspergillique, acide cyclopiazonique) et les derniers sont des dérivés terpéniques (désoxynivalénol, diacétoxyscirpénol, fusarénone) (Leclerc *et al.*, 2005).

La présence de moisissures ne signifie pas nécessairement la formation de mycotoxines (Pfohl-Leszkowicz., 1999). Il existe des souches produisant des mycotoxines et des souches qui n'en produisent pas ou peu. La plus dangereuse de ces mycotoxines est l'aflatoxine B1 (AFB1) à cause de ces dégâts pathologiques sévères, elle est produite par *Aspergillus flavus* et *Aspergillus parasiticus* (Godon et Loisel., 1997).

II.3.2. Différent types des mycotoxines :

II.3.2.1. Les Trichothécènes :

Les trichothécènes sont des mycotoxines produites principalement par *Fusarium Graminearum*, *F. crookwellense*, *F. culmorum*, et *F. pseudograminearum* (Desjardins., 2006). Outre les moisissures du genre *Fusarium*, d'autres champignons tels *Memnoniella*, *Myrothecium*, *Trichoderma*, *Trichothecium*, et *Stachybotrys* sont capables de produire des trichothécènes (Yazar et Omurtag., 2008).

II.3.2.2. Les Zéaralénones :

L'occurrence de ces toxines est favorisée par l'élévation de la teneur en eau et la diminution de température. Des concentrations élevées de zéaralénones ont été mesurées dans le blé stocké dans des conditions humides (Agag., 2004).

II.3.2.3. Moniliformines :

Certaines espèces de *Fusarium* ont la capacité de production de ce groupe de mycotoxine dans le blé : *Fusarium moniliforme*. L'optimum de cette production est dans les températures chaudes 25-30°C (Xu et al., 2003).

II.3.2.4. Les Aflatoxines :

La famille des Aflatoxines est produite par les moisissures du genre *Aspergillus* qui se développent comme contaminants dans les grains stockés particulièrement pendant le stockage en milieu humide (Geacintov et al., 2011).

II.3.2.5. Les ochratoxines :

Les Ochratoxines sont des métabolites produits par plusieurs espèces d'*Aspergillus* et *Penicillium* dans le blé stocké (Labbé et al., 2001).

Elle est produite par deux genres fongiques : *Aspergillus* (*A. ochraceus*, *A. carbonarius*, *A. niger*, etc.) et *Penicillium* (*P. verrucosum*, *P. nordicum*, etc.). Il existe d'autres ochratoxines comme l'OTB qui est le dérivé non chloré de l'OTA et l'OTC qui est son ester éthylique. L'OTA est la plus répandue. Elle est plus toxique que l'OTB, mais moins virulente que l'OTC (Cole et al., 2003).

II.4. Mycotoxinogénèse :

Les facteurs qui affectent la formation de mycotoxines incluent la teneur en eau, la température, le temps de stockage, les dommages aux enveloppes des graines, la présence d'oxygène et de dioxyde de carbone, la composition du substrat, la prédominance d'espèces toxigènes, la dispersion des spores, les interactions microbiennes et la présence d'insectes (Pfohl-Leskowicz., 1999). Ces facteurs sont d'ordres physiques, chimiques et biologiques (Mitchell *et al.*, 2004).

II.5. Effet des mycotoxines :

Les mycotoxines constituent un danger imminent qui tire le signal d'alarme, en raison des pertes économiques importantes qui sont liées à leurs effets sur la santé de l'homme, sur la productivité animale et sur le commerce national et international. La FAO estime que plus de 25 % des récoltes mondiales sont significativement contaminées par des mycotoxines (Krska., 2009). L'ingestion d'aliments contaminés par les mycotoxines peut être à l'origine de toxicités aiguës ou chroniques nommées mycotoxicoses. Cependant, les intoxications aiguës sont rares, spécifiquement chez l'homme, en raison des faibles quantités pouvant être ingérées avec des aliments contaminés. Mais, l'intoxication chronique est souvent à craindre et ce, à cause de l'effet cumulatif des doses fixées sur des organes cibles, tels que le foie ou le rein (Leclerc *et al.*, 2005).

Tableau 04 : Effets probables des principales mycotoxines sur l'homme (**Belkacem., 2008**).

Aflatoxine B1	Cancérogène: cancer du foie (hépatocarcinome) et des voies biliaires, cancer broncho-pulmonaire et bronchonique. Mutagène: anomalie de la synthèse des enzymes de réparation de l'ADN
Ochratoxine A (OTA)	Cancérogène: cancer du rein. Mutagène: anomalie de la synthèse des enzymes de réparation de l'ADN Immunosuppresseur Néphrotoxique: Néphropathie endémique (Balkans), néphropathie interstitielle chronique.
Patuline	Immunosuppresseur: diminution du nombre de lymphocytes du sang (lymphopénie) si intoxication chronique. Neurotoxique: troubles nerveux (action anti acétylcholinestérase).
Fumonisines	Cancérogène: association avec des cancers de l'oesophage.
Trichotécènes	Mutagène: anomalie de la synthèse des enzymes de réparation de l'ADN (toxine T2). Immunodépresseur: altération de la phagocytose, inhibition de la synthèse protéique (Toxine T2 et désoxynivalénole). Respiratoire: pneumopathie interstitielle
Zéaralénone	Oestrogénique: puberté précoce et gynécomastie

Deuxième partie

Chapitre III

III. Matériels et méthodes**III.1. Echantillonnage :**

Les deux échantillons de blé sont prélevés au hasard, l'échantillon 01 le 31 janvier 2018 de Laghouat (El Hadjeb). Il transporté au laboratoire pédagogique de l'université d'Amar Thlidji, et l'échantillon 02: le mois de Février 2016 de la wilaya d'El Bayadh (El Abiodh Sidi Cheikh) et transporter au laboratoire du centre universitaire d'El Bayadh dans des sachets stériles. Pour faire des analyses physico-chimiques et mycologiques.

Tableau N °05 : Origine et date de prélèvement des échantillons.

Echantillons	Date de prélèvement	Lieu du prélèvement	Nombre d'échantillon
Blé tendre	Février 2016	El bayadh - El abiodh Sidi Cheikh -	01
Blé tendre	janvier 2018	Laghouat - El hadjeb.-	01

III.2. Analyse physico-chimique :**III.2.1. Détermination du pourcentage des grains cassés :**

Les atteintes mécaniques du grain durant le stockage sont favorables aux développements des champignons et à l'attaque des insectes. Les grains endommagés deviennent un terrain favorable à l'infestation et à la pénétration de l'inoculum d'*Aspergillus* et de *Penicillium* à l'intérieur de la graine, d'où l'importance de l'élimination des grains brisés.

Pour déterminer le pourcentage des grains cassés on prendre trois sous-échantillon 100 g de chaque échantillon. Après, on séparer entre les grains cassés, les grains sains et les matières étrangères (organiques et non organiques). Enfin, on peser chacun d'eux seuls et calculer le pourcentage des grains cassés.

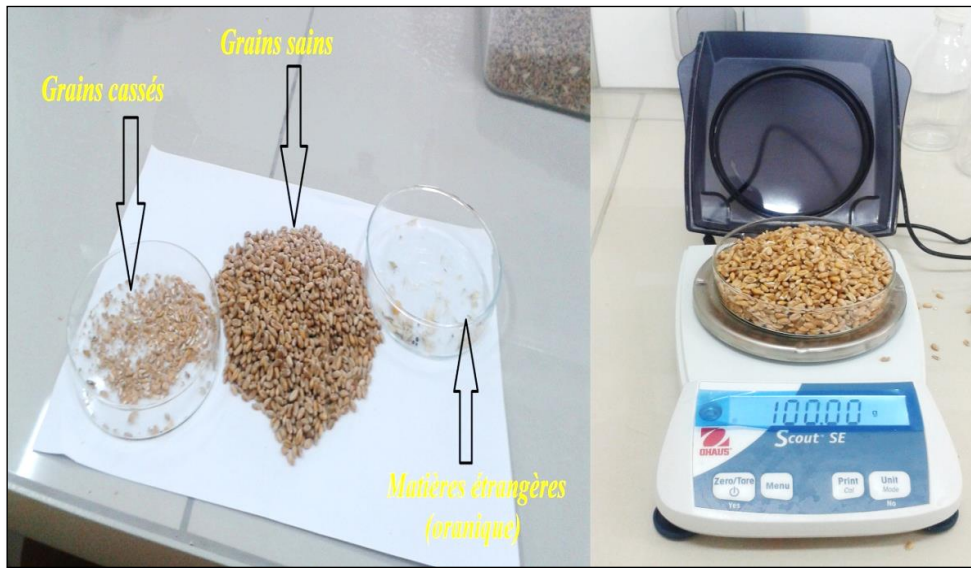


Fig.08 : La détermination du pourcentage des grains cassés. (échantillon02).

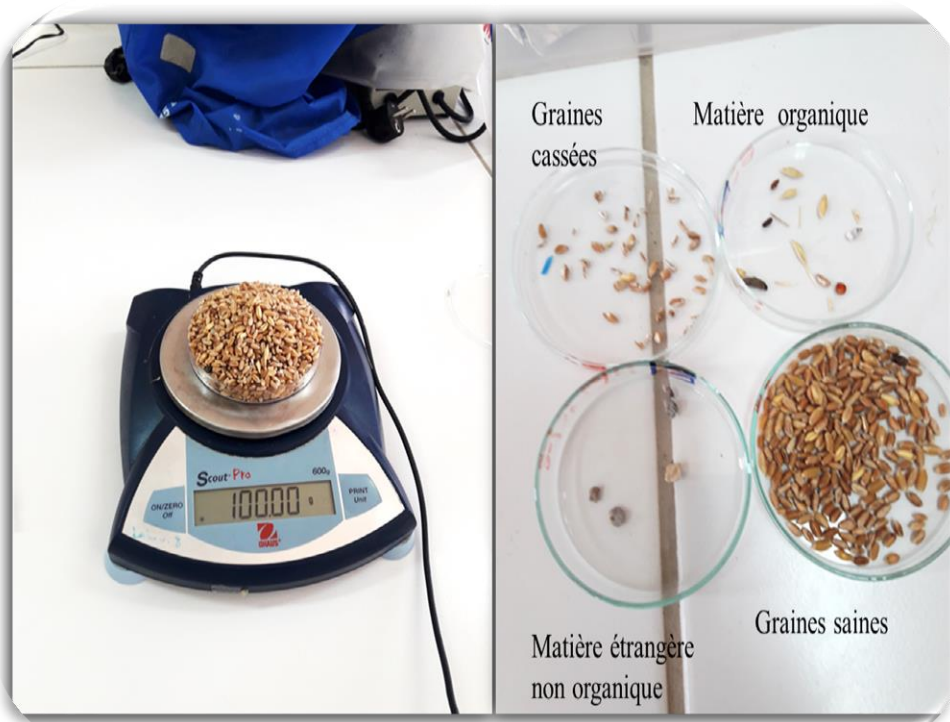


Fig.09: La détermination du pourcentage des grains cassés. (échantillon 01).

III.2.2.Détermination de l'humidité :

La détermination de la teneur en eau dans nos échantillons a pour but de détermination du changement de sa teneur qui par la suite est considérée comme un indicateur de développement microbien et de transformations (Coord, 1999). Cette détermination est effectuée selon la norme NA-11 32. Il consiste d'un séchage de 100 grs de chaque échantillon dans une étuve à une température de 130°C jusqu'à obtention d'une différence entre le premier poids et le

poids suivant inférieur de 0,15 g. La perte de masse observée est équivalente à la quantité d'eau présente dans l'échantillon.

L'humidité est donnée par la formule suivante :

$$H \% = (M_0 - M_1) / (M_0 - M_t) \cdot 100$$

M_t : poids de la tare.

M₀ : poids de la tare avec échantillon.

M₁ : Masse en grs de la prise d'essai après séchage.

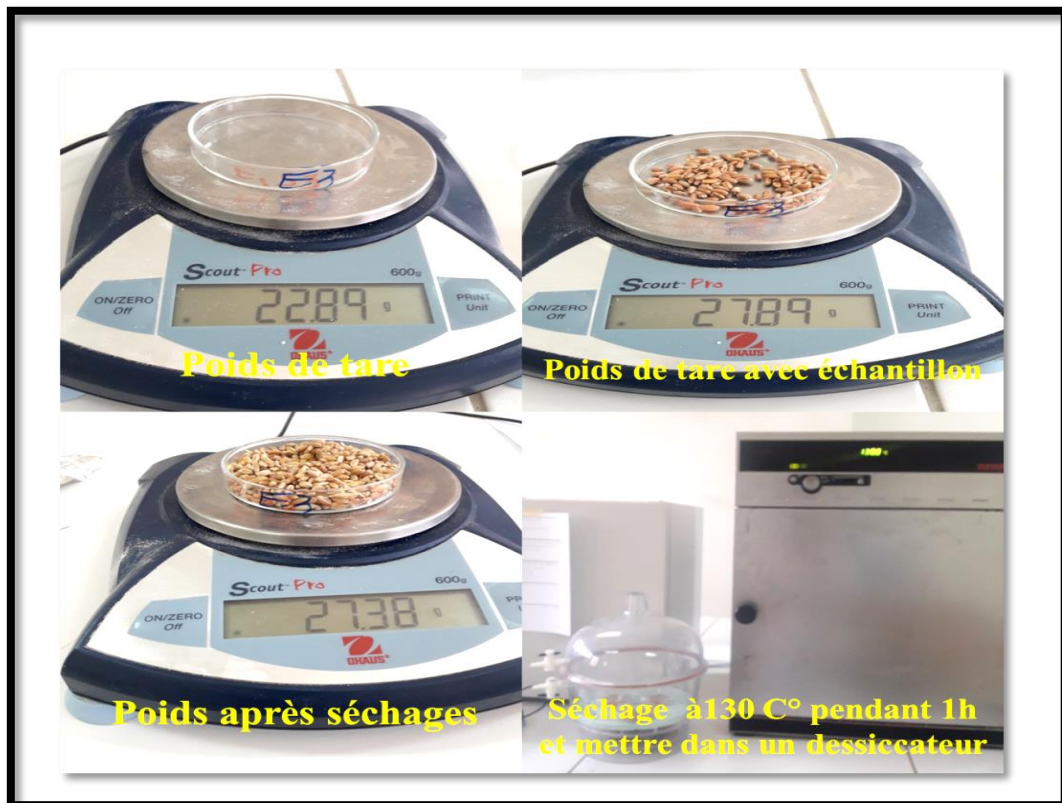


Fig.10 : La détermination d'humidité (échantillon 02).



Fig.11 : La détermination d'humidité (échantillon 01)

III.2.3.Mesure de pH :

Pour l'estimation de l'acidité de nos échantillons, On mélange 5 g d'échantillon broyé à 45 ml d'eau distillée stérile. Après une heure de repos avec une agitation continue, la mesure du pH est réalisée à l'aide du pH mètre (Multon, 1982).



Fig12 : La mesure de pH. (Échantillon 01).



Fig13 : La mesure de pH. (échantillon 02).

III.3. Analyse mycologique :

Cette partie décrit les techniques et les milieux appropriés pour l'isolement et l'identification des mycètes.

III.3.1. Isolement et dénombrement :

La quantification de la croissance des mycètes filamenteux est plus difficile que celle des bactéries ou des levures. L'évaluation de la croissance ou de la biomasse fongique n'est pas facile, parce qu'une norme n'existe, contrairement Aux levures et bactéries (Morin, 1994).

A-Méthode directe :

C'est la méthode préférée pour détecter, évaluer et isoler des mycètes des nourritures telles que des noix et des grains. Dans cette méthode, les nourritures sont placées directement sur une enceinte humide. Elle permet éventuellement de localiser les éléments actifs de la microflore qui donne des colonies visible sur des grains et détermine, dans un lot de grains donné, le pourcentage de grains contaminés par tel ou tel genre et espèce de moisissures. (Cahagnier, 1988).

L'isolement fongique à partir des échantillons de blé tendre a été effectué selon la méthode proposé par Mills et al, (1978) avec quelques modifications. Ainsi, 100 grains de blé sélectionnés au hasard de chaque échantillon ont été mises dans 10 boîtes de pétri stériles (10 grains dans chaque boîtes) contenant du papier Joseph stérile, imbibé avec 5 ml d'une solution aqueuse de chlorure de sodium à 7,5 % (Mills et al, 1978).

Les boîtes ainsi préparées sont incubées à 25 ± 2 °C à l'obscurité pendant 5 à 7 jours, toutes ces analyses ont été réalisées en triplicata pour chaque échantillon.

Mais au-delà d'une certaine densité de population, ces méthodes manquent de sensibilité : à la lecture des résultats, on différencie un grain contaminé d'un grain non contaminé ; mais pas un grain peu contaminé d'un grain très contaminé (Multon, 1982).

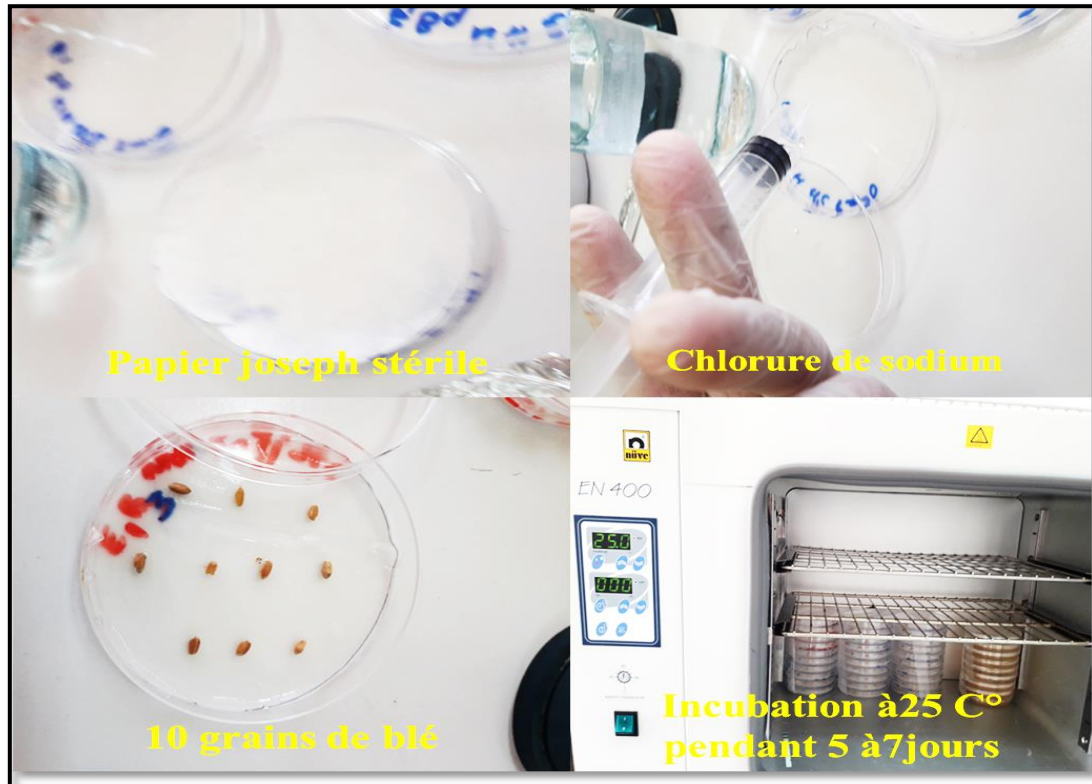


Fig.14 : La méthode directe (échantillon 01).

B-Méthode de dilution :

L'isolement des moisissures à partir des échantillons de blé tendre ont été réalisés selon la méthode de suspension-dilution (méthode indirecte). La mise en suspension des micro-organismes peut être effectuée par l'agitation d'un poids connu d'échantillon broyé aseptiquement dans le diluant additionné de Tween 80 (Cahagnier et al., 1982) c'est-à-dire on mélange 5g de grains broyés et quelques gouttes de Tween 80 dans 45ml d'eau physiologique stérile puis la suspension est énergétiquement agitée.

L'intérêt de cette méthode réside dans le fait que les propagules fongiques sont dénombrées à partir de la même suspension mère et qu'elles intègrent la flore interne et externe (Multon, 1982).

A partir de la dilution mère, des dilutions décimales sont réalisées pour chaque échantillon de blé tendre prélevé. Par la suite, 100 ul de chaque dilution sont déposés puis étalés

sur un milieu PDA (Weidenborner., 2000 ; Lana et al., 2003). J'utilise deux boîtes pour chaque dilution.

Après incubation à 25°C pendant 7 à 10 jours à l'obscurité, les colonies de moisissures sont dénombrées et identifiées.

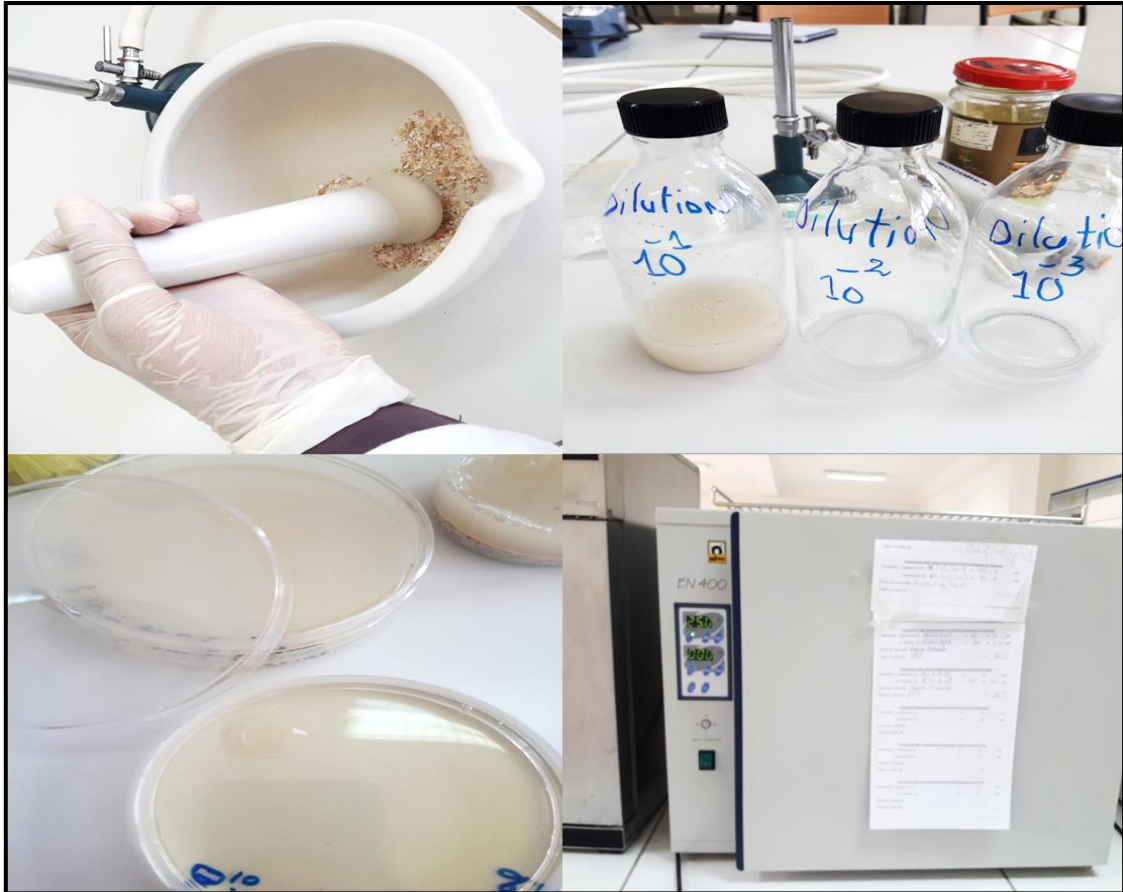


Fig.15: la méthode de la dilution (échantillon 01).

III.3.2. Purification et identification des souches :

Elle consiste à transférer aseptiquement les différentes souches de moisissures obtenues lors de l'isolement sur un milieu de culture (PDA ac) pour l'isoler ou le maintenir en culture pure.

III.3.2.1. Identification du genre :

Elle repose essentiellement sur l'observation des caractères morphologiques relevés par un examen microscopique soigneux aux divers stades de développement ; technique micro-culture, complétée par une description des caractères cultureux.

III.3.2.2. Micro-culture (culture sur lame) :

Cette technique décrit par **Haris, 1989** ; On place des petits carrés de PDA ac sur des lames stériles, les spores sontensemencées sur les limites périphériques des carrés avant les recouvrir par des lamelles. L'ensemble est incubé dans une chambre stérile et humide sous 25 à 27 °C pendant 3 à 5 jours.

Après l'incubation, les lamelles auxquelles s'adhère le mycélium sont transférées sur d'autres lames stériles contenant quelques gouttes de Lactophénol d'AMANN pour l'observation microscopique qui est réalisées successivement aux différents grossissements du microscope jusqu'à l'immersion. Les genres de moisissures sont ainsi identifiés en référant à (**Botton et al, 1990**).

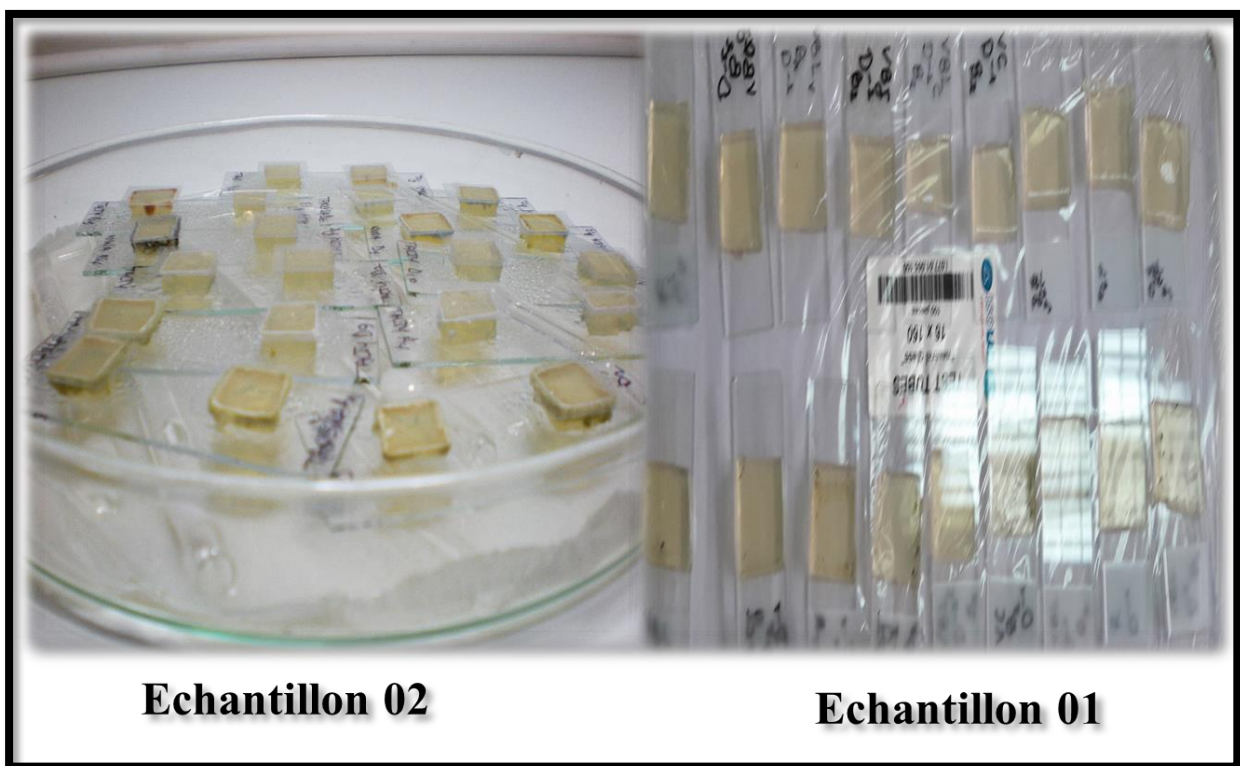


Fig.16: La technique de culture sur lame.

Chapitre IV

IV. Résultats et discussions :

Durant cette partie, l'étude est portée sur des analyses effectuées visent de près l'aspect physicochimiques et mycologiques du blé tendre utilisé.

IV.1. Qualité physicochimique de blé tendre :

IV.1.1. Pourcentage des grains cassés (état physique des grains) :

Les valeurs des taux des grains cassés d'échantillon 01 est de moyenne de $5,19 \pm 0,7\%$ et l'échantillon 02 un moyen $4,5 \pm 1,13\%$. On remarquant que l'échantillon 01 contient les grains cassés plus que L'échantillon 02.

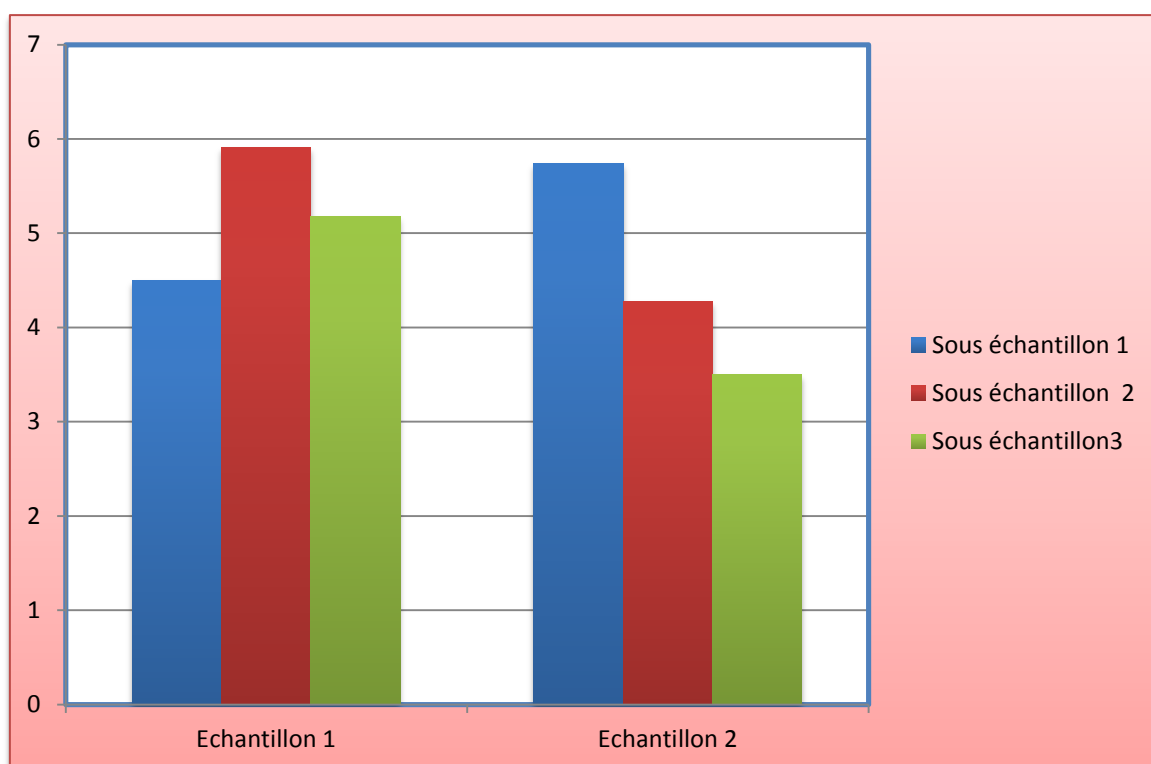


Fig. 17: Histogramme présente le pourcentage des grains cassés.

IV.1.2. Humidité (H) :

D'après les résultats affichés sur l'histogramme 02, les deux échantillons de blé tendre révèlent des taux d'humidités différenciés. La moyenne d'humidité des sous échantillons d'échantillon 02 est $12,98 \pm 0,0025\%$ et l'échantillon 01 est $10,13 \pm 0,0011\%$ qu'est peu hydraté.

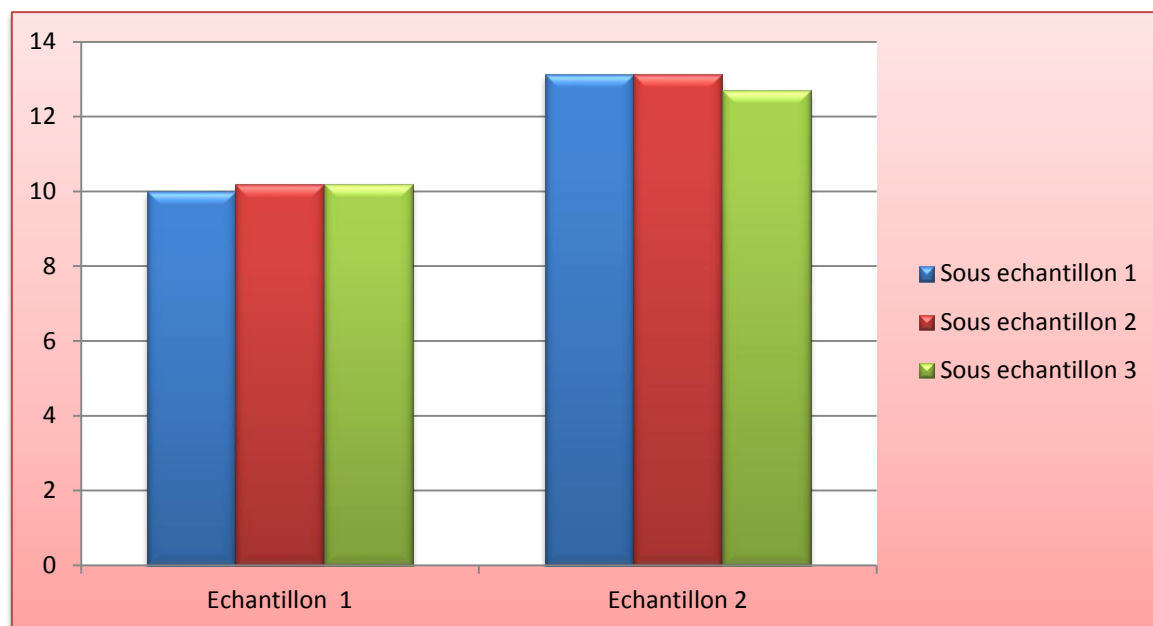


Fig.18: Histogramme présente le Taux d'humidité.

IV.1.3. Le pH :

Les valeurs du pH des différents échantillons du blé tendre illustrées sur l'histogramme 03 démontrent que les deux échantillons prennent une valeur de $6,59 \pm 0,056$

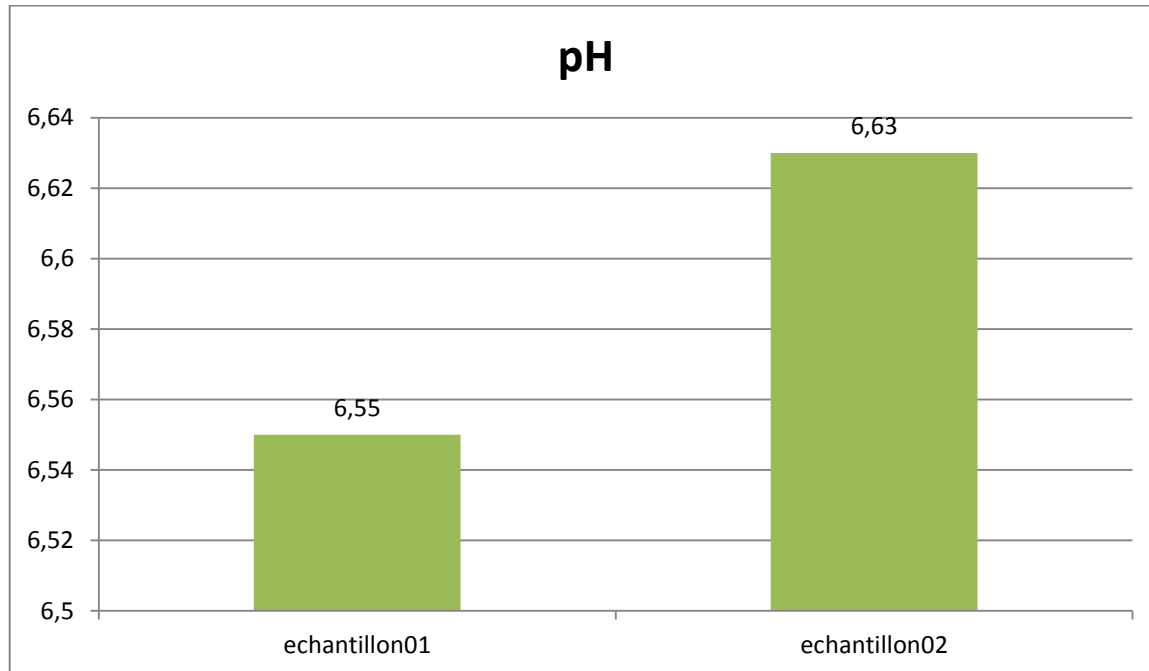


Fig.19 : Histogramme présente le pH.

IV.2. Qualité mycologique de blé tendre :

IV.2.1. Détermination du taux de contamination et germination :

D'après les résultats affichés sur l'histogramme 04, le pourcentage des grains contaminés par des moisissures dans l'échantillon 02 ($61,33\% \pm 13$) est plus élevé que l'échantillon 01 ($51 \pm 3,60\%$). Cet histogramme révèle aussi que tous nos échantillons ont des pouvoirs de germination, les valeurs moyennes de TG s'échelonnent $69,33 \pm 2,08 \%$ et $41,33 \pm 4,16 \%$ respectivement pour les échantillons 01 et 02. On remarquant que le TC et TG ont une relation inversement proportionnels.

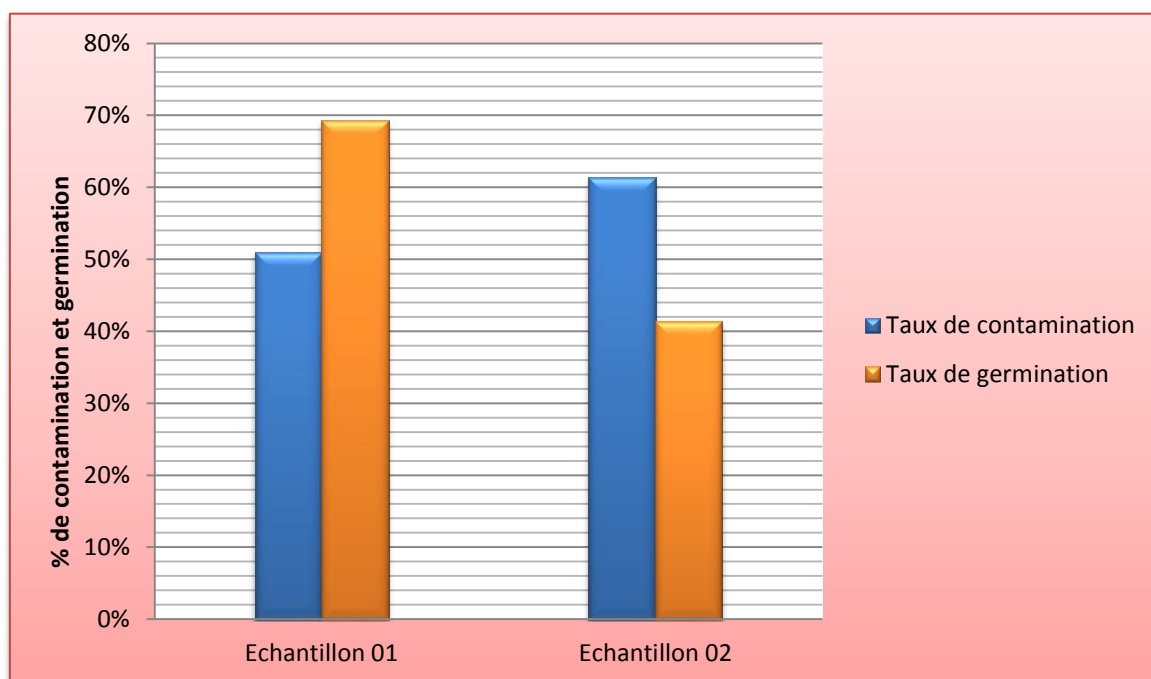


Fig.20: Histogramme présente les moyennes de taux contamination et germination.

IV.2.2. Corrélation entre les paramètres physicochimiques et le taux de contamination :

L'analyse physicochimiques de nos échantillons révèlent que le TC varie en fonction des paramètres physicochimiques ; Il s'augmente proportionnellement à la valeur de l'HR, ainsi qu'au taux de GC en revanche, Il se diminue avec du pH. De même que le TC, l'HR se diminue avec l'augmentation de la valeur de pH et s'augmente proportionnellement au taux du GC. Quant à ces deux derniers (TC et GC) ils sont inversement proportionnels.

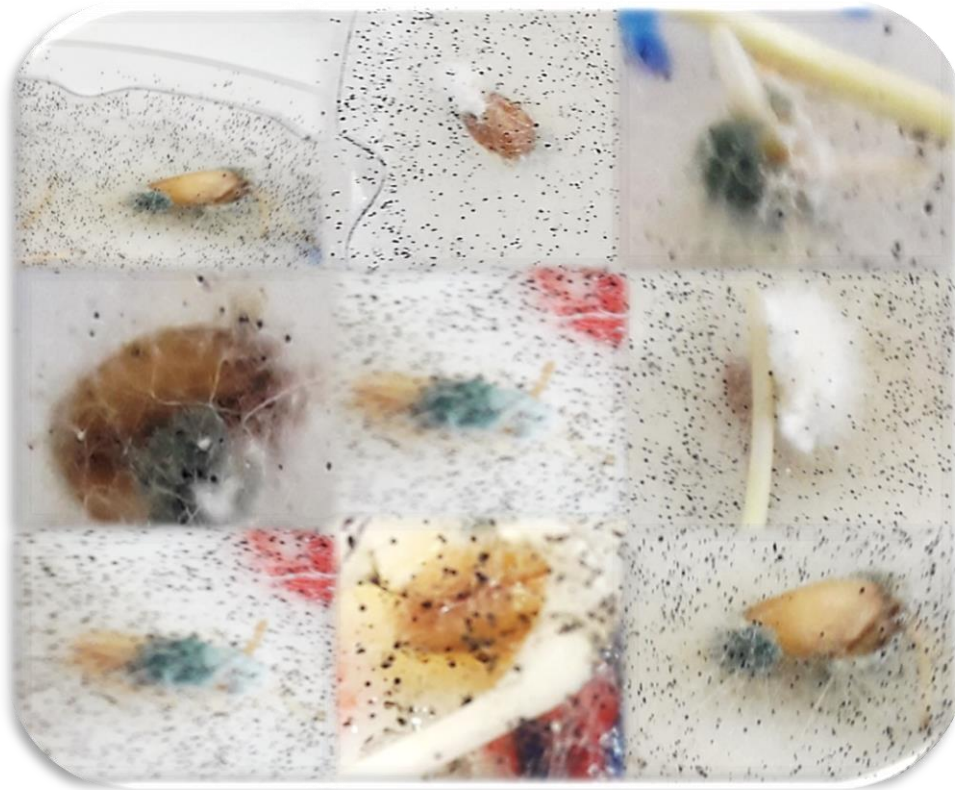


Fig.21 : Planche de quelques grains contaminés échantillon 01.

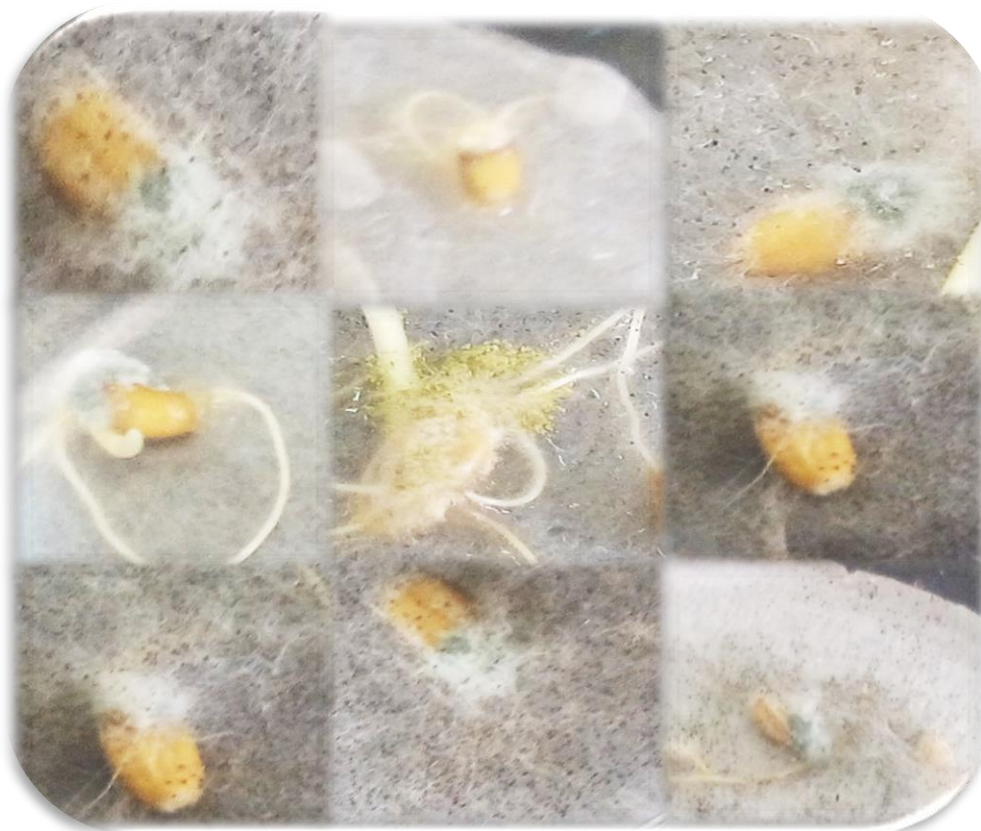


Fig.22: Planche de quelques grains contaminés échantillon 02.

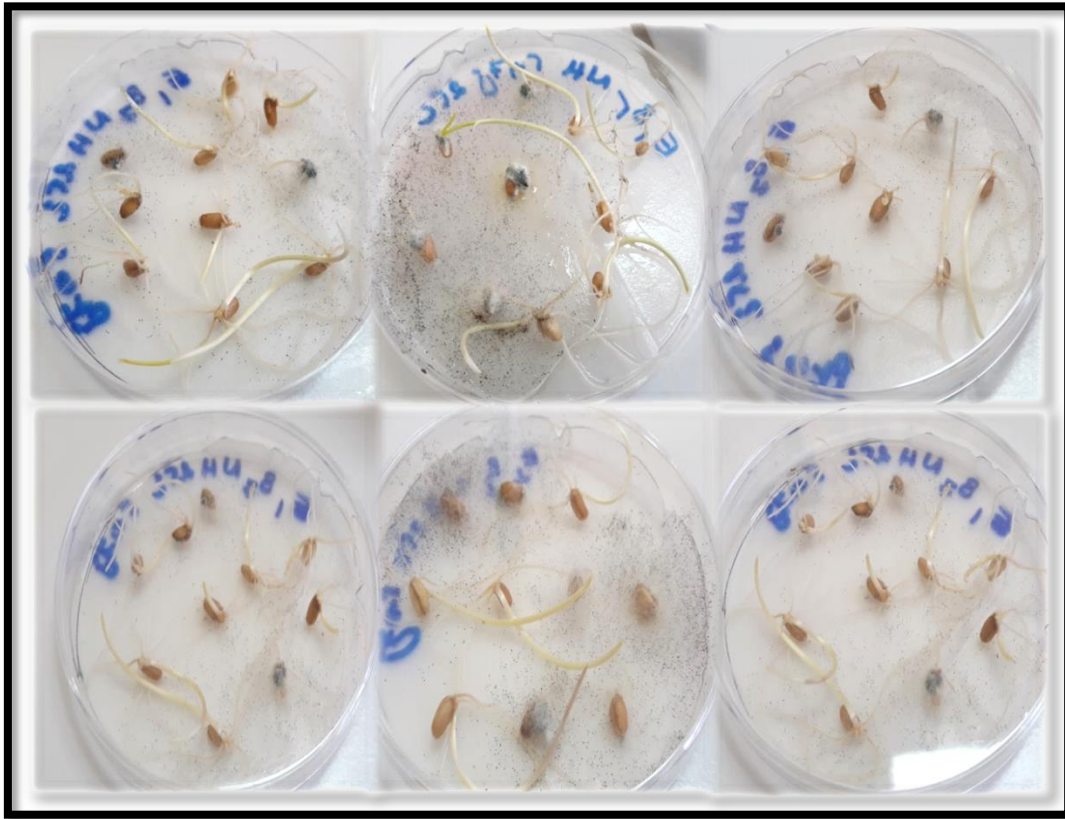


Fig.23: Planche de quelques grains germinés, échantillon 01.

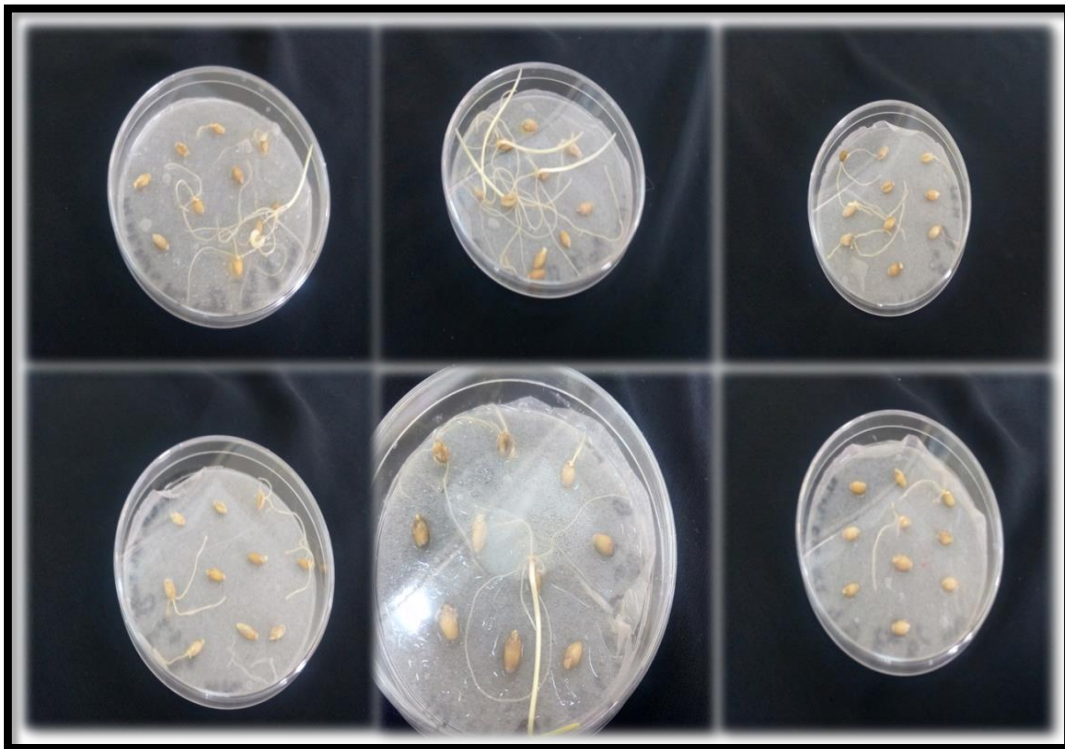


Fig.24: Planche de quelques grains germinés d'échantillon 02.

IV.3. Estimation de population fongique des échantillons :

Les deux échantillons se sont révélés contaminé par des genres de moisissures différentes, dont le genre *penicillium sp* est le dominant avec une grande fréquence d'apparition plus de $51,66 \pm 6,5\%$ pour le blé de l'échantillon 01 et plus faible fréquence d'apparition dans l'échantillon 2. Les genres suivants, *Fusarium sp*, *Penicillium sp* contaminent l'échantillon 02 de blé tendre avec des fréquences d'apparitions moyennes $7,33 \pm 2,08\%$ et $1,33 \pm 0,57\%$ respectivement. *Aspergillus sp* c'est le genre plus dominant avec fréquence d'apparition de $16,32 \pm 12,28\%$. La figure 24 montre la fréquence d'apparition de chaque genre dans les échantillons analysés.

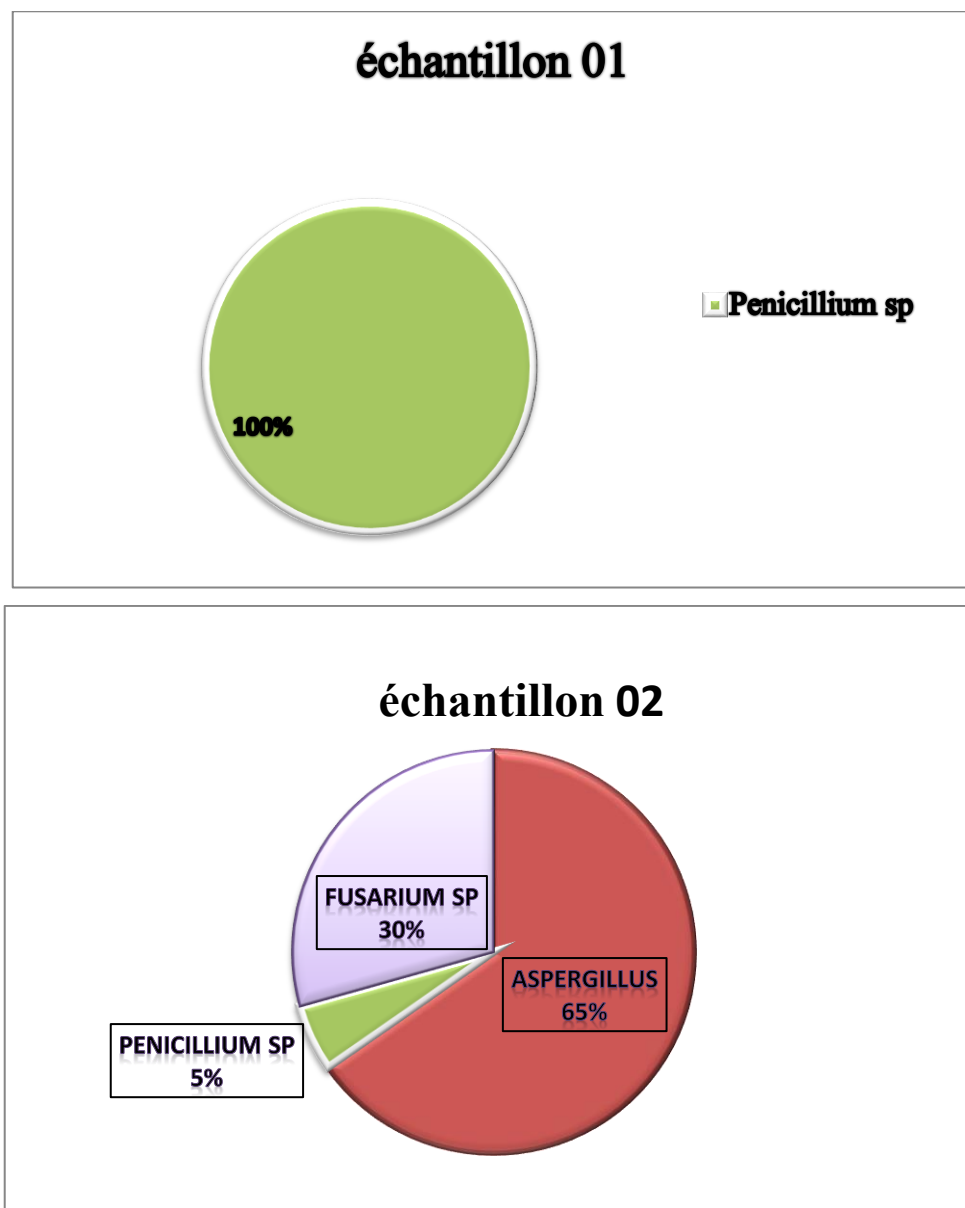


Fig 25 : Histogramme présente l'apparition des genres/espèces dans les deux échantillons

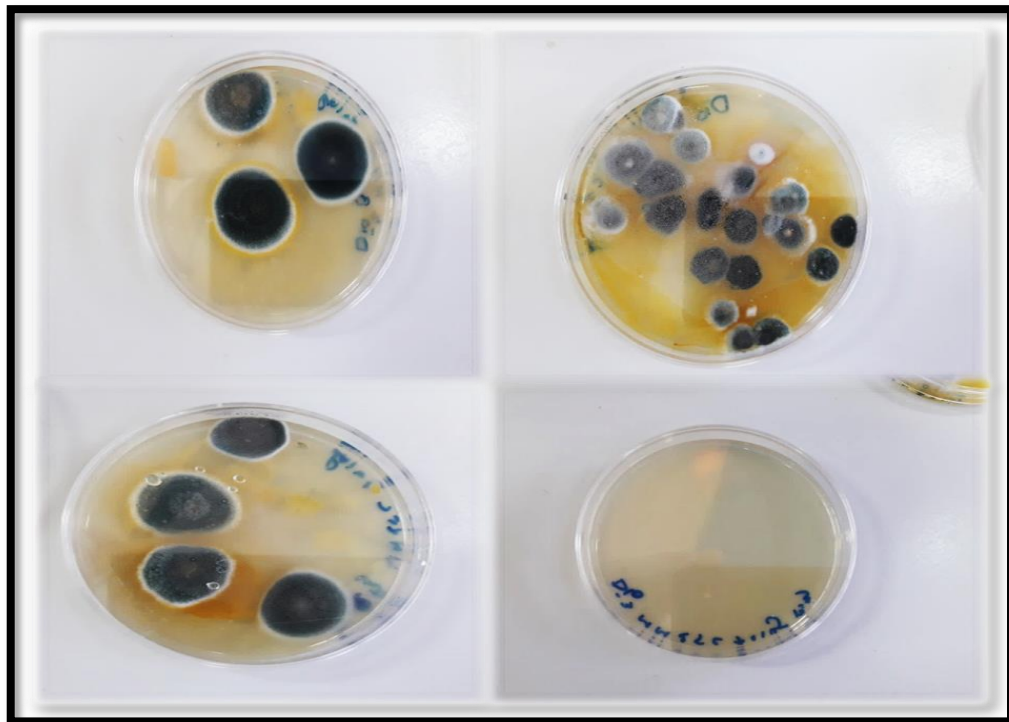


Fig.26 : Planches des quelques boites de Pétri utilisée pour la méthode de dilution (Échantillon 01).

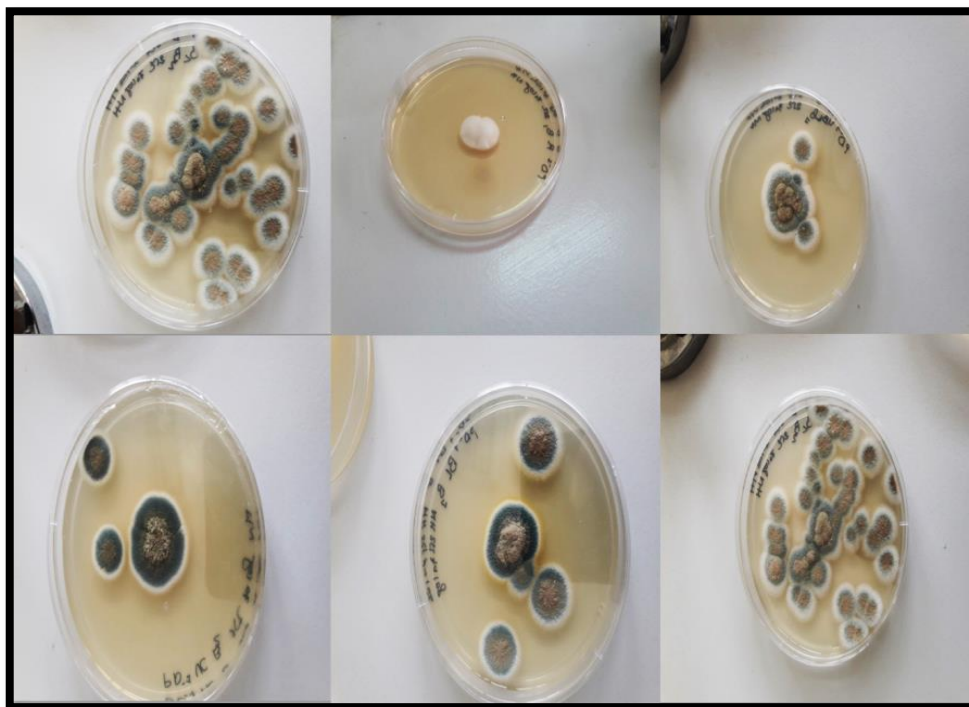


Fig .27: Souches fongiques obtenus par purification à partir de la dilution 10^{-1} (échantillon01).

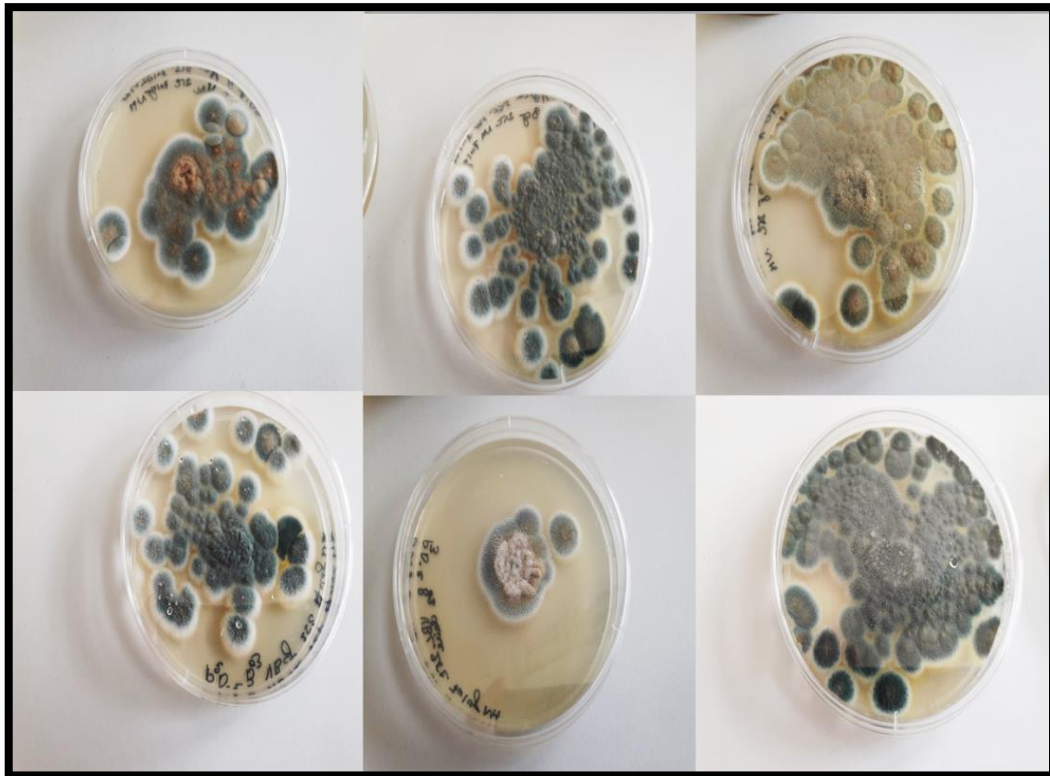


Fig. 28 : Souches fongiques obtenus par purification à partir de la dilution 10^{-2} (Échantillon 01)

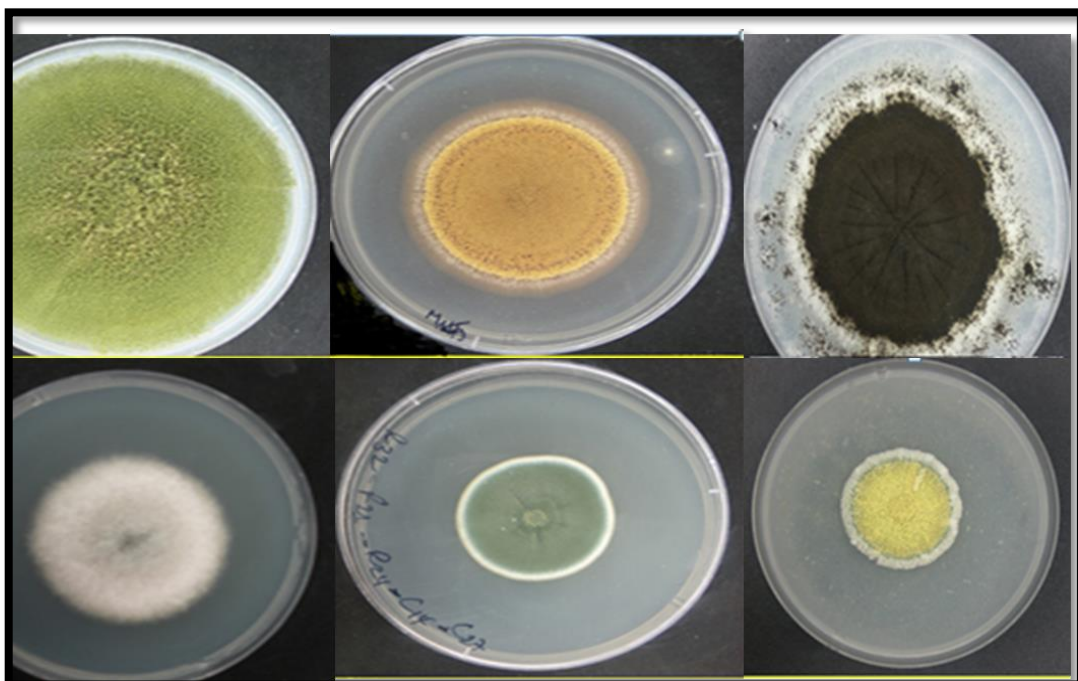


Fig.29: Planches des quelques boîtes de Pétri utilisée pour la méthode de dilution. (Échantillon 02).

IV.4. Discussion

Lors de la contamination du blé, les paramètres régulant la croissance fongique et permettant la production de toxines sont nombreux. On cite principalement la charge initiale en microflore, la présence de grains brisés, le taux d'humidité relative élevé, le pH et la température de stockage des grains. **(Zia-Ur-Rahman, 2006)**

De point de vue la diversité des souches fongiques isolés, il y a de différence significative entre les deux échantillons de blé tendre analysés.

Les résultats attribués à la qualité physicochimique indiquent que les prélèvements analysés du blé tendre (les deux échantillons) renferment un pourcentage de grains cassés supérieur au pourcentage fixé par les normes commerciales qui imposent qu'un blé tendre de qualité ne doit pas dépasser un pourcentage de 3% de grains cassés. **(Molinie et al., 2005)**.

D'après **Hasseltine et al (1981)** ; les cassures des grains peuvent engendrer une augmentation des teneurs en eaux pouvant favoriser la contamination fongique et la production des mycotoxines. Lorsque la structure granulaire est détruite, les constituants peuvent entrer plus facilement en contact avec les microorganismes et ces substances sécrétées car les surfaces de contact sont nettement plus grandes. **(Armand et Germain, 1992)**.

L'augmentation du pourcentage des grains cassés pouvait être expliquée par des facteurs pouvant influencer l'état physique du grain de blé : les mauvaises conditions de récolte, les défaillances mécaniques lors du transport et le stockage de longue durée.

L'humidité relative qui est la quantité d'eau libre disponible dans l'échantillon est responsable de plusieurs phénomènes d'altération biologique de l'aliment notamment mycologique. Les moisissures de stockage sont capables de croître sur des substrats contenant 10 à 18 % d'humidité, avec un optimum de croissance compris entre 11 et 13 %.**(Benmansour-Brixi, 2005)**.

Le taux d'humidité des échantillons analysés varie de 10 à 13%. Par comparaison à la norme (9% à 13%) citée par **Boudreau et Ménard (1992)** et la norme (maximum 14.5%) du CODEX STAN 199-1995.

Les valeurs de pH de tous nos échantillons sont légèrement acides. Les moisissures peuvent se développer à des pH compris entre 3 et 8 avec un optimum de croissance compris entre 5 et 6. **(Duron, 1999)**; de ce fait, nos échantillons constituent un milieu favorable pour le développement des moisissures et la biosynthèse des toxines.

Dans l'ensemble, le taux de contamination élevé, ainsi que la biodiversité assez importante constatés dans les différents échantillons du blé tendre peuvent être expliqués probablement par la qualité, la durée et les conditions de stockage. **(Davis et Diener, 1987)**.

Le taux de contamination s'est révélé proportionnelle aux paramètres physicochimiques. Il s'augmente proportionnellement à la valeur de l'humidité relative, ainsi qu'au taux de grains cassés en revanche, elle se diminue avec du pH. De même que le taux de contamination, l'humidité relative se diminue avec l'augmentation de la valeur de pH et s'augmente proportionnellement au taux des grains cassés. Quant à ces deux derniers (TC et GC) ils sont inversement proportionnels.

Le taux de germination d'échantillon 02 ne dépasse pas 60%, ce résultat exprime que le pouvoir germinatif est lié au développement des moisissures, qui dégradent les différents constituants des grains, conduisant à une augmentation de l'acidité des grains au niveau du germe, contribuant certainement à la perte du pouvoir germinatif des grains **(Richard-Molard, 1982)**.

En ce qui concerne les résultats de l'analyse mycologique par la méthode de dilution, tous les échantillons analysés sont contaminés par des moisissures. En effet, le genre a été retrouvé dans l'échantillon 01 c'est *penicillium* par contre dans l'échantillon 02 il y a *Fusarium sp*, *Aspergillus* et *penicillium*. Selon **(Riba et al., 2005)**, le manque de ventilation lors du stockage couplée à une température élevée, favorise la croissance des champignons dits : xérotolérantes, comme les *Aspergillus*. Il a été rapporté que l'écrasement d'un lot de blé tendre de mauvaise qualité sanitaire et technologique aboutit à des produits finis de faible valeur boulangère et dont la charge en contaminants microbiologiques est trop élevée **(Lana et al., 2003)**.

Cette différence de contamination fongique entre les deux échantillons de blé peut être expliquée par l'utilisation des produits chimiques (fongicides) qui ont permis la réduction et la diminution du taux de cette contamination. Cette différence est influencée parfois par les conditions climatiques, les conditions de stockage (humidité, température et système de ventilation) et l'installation d'une charge fongique importante, ce qui peut entraîner une modification qualitative et quantitative de la microflore **(Le Bars et al., 1987 ; Miller, 2002)**. **Wilson et al (2002)**, rapportent que la contamination fongique des céréales au champ ou pendant le stockage est directement liée aux conditions hydrothermiques.

Conclusion

Conclusion :

Au cours de cette étude, menée sur étude physicochimique et mycologiques des deux échantillons du blé tendre stocké, le premier objectif identifié fut l'étude de la qualité physicochimique, mycologique du blé tendre.

Selon les analyses mycologiques, nous avons retrouvés dans les deux échantillons analysés le genre *penicillium sp* est le dominant avec une grande fréquence d'apparition $51,66 \pm 6,5\%$ pour le blé de l'échantillon 01 et plus faible fréquence d'apparition dans l'échantillon 2. Les genres suivants, *Fusarium sp*, *Penicillium sp* contaminent l'échantillon 02 de blé tendre avec des fréquences d'apparitions moyennes $7,33 \pm 2,08\%$ et $1,33 \pm 0,57\%$ respectivement. *Aspergillus sp* c'est le genre plus dominant avec fréquence d'apparition de $16,32 \pm 12,28\%$.

La présence des grains cassés dans les échantillons prélèvements, constitue un point d'entrer facile et très probable de plusieurs microorganismes notamment les moisissures attirées par la matière organique présente dans le blé tendre. Depuis la récolte jusqu'au son arrivé aux silos de stockage, plusieurs paramètres doivent être pris en compte tels que les moyens de transport, les conditions de stockage, le lieu de stockage, le nettoyage des grains, les traitements effectués au niveau des silos et enfin la durée de stockage.

D'après nos résultats on conclut que ces échantillons contaminent par la flore de stockage qui décrit que notre blé est conservé dans des mauvaises conditions de stockage.

Donc on peut apprécier l'aptitude au stockage par des mesures portant sur l'état du grain :

- ✓ Mesure de la température à l'aide de sondes thermométriques fixes ou mobiles.
- ✓ Mesure de l'humidité sur des échantillons prélevés à la réception, en sortie de séchoir ou lors de transilages.
- ✓ Les moyens d'intervention varient en fonction du paramètre sur lequel il faut agir:
- ✓ l'humidité du grain: séchage rapide à l'air chaud ou ventilation séchante avec de l'air légèrement réchauffé.
- ✓ La température du grain: ventilation de refroidissement à l'air ambiant; dans le cas d'installation non ventailles, transilage qui aère et refroidit légèrement.
- ✓ Les moisissures: on limite leur développement en maintenant à un faible niveau humidité et température.

Conclusion

- ✓ Les insectes: la ventilation de refroidissement à l'air ambiant est un moyen de lutte efficace; en cas de pullulation, utiliser des insecticides adaptés en pulvérisation, nébulisation ou bombes fumigènes.

Références

bibliographiques

1. **Andersen B., Kroger E et Roberts R. G., 2002.** Chemical and morphological segregation of *Alternaria* *Arborescens*, *Alternaria* *Infectoria* and species-groups. *Mycol Res*, p: 170-180. *Alternaria Tenuissima*.
2. **Adams Martin R et Moss Maurice O., 2008.** Food microbiology. RSC Publishing. The Royale Society of Chemistry. Third Edition; p: 463.
3. **AFNOR., 1986.** Céréales et produit céréaliers. Recueil de normes françaises, 2^{ème} Ed, Lavoisier TEC et DOC, Paris, pp. 250-263p.
4. **Agag B. I., 2004.** Mycotoxins in foods and feeds 3-Zearalenone. *Ass. Uni. Bull. Environ. Res. (7): 2*.
5. **Allen W. G. et J. E. Spradin., 1974.** Amylase and their properties the bakers digest. p. 14 –23.
6. **Anonyme., 1934.** La cécidomyie des céréales (*M. destructor* (Say)). Diptera: Cecidomyiidae. Service de la défense des végétaux. Memento No. 8, Rabat (Maroc). 7p.
7. **Anonyme A., 2006.** Re: Avant 1830 l'Algérie exportait son blé au monde entier mais 132 ans de colonialisme et après l'Algérie importe du blé, à qui la faute ? C'est clair. (31/05/2008/14:00).
8. **Armand B., Germain M., 1992.** Le Blé: éléments fondamentaux et transformation, Presses Université Laval, pages : 9-188.
9. **Balachowsky, A et L. Mesnil., 1935.** Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. Busson, Paris. Vol. 1, XVI, 1137p.
10. **Belkacem N., 2008.** Les mycotoxines: production et voie de biosynthèse. Master II. Institut national polytechnique de Toulouse. France. 23 p.
11. **Benmansour-Brixi, G. N., 2005.** Étude microbiologique et mycotoxicologique des blés stockés dans la région de Tlemcen et l'influence des facteurs physiques sur l'aflatoxinogénèse. Thèse de magister de biologie, Université de Djillali liabes de Sidi Bel Abbés, Algérie.
12. **Bonneau L., 2003.** Information technique sur le blé boulangerie. < <http://www.boulangeries.net/MP/Infoblefar.html>.
13. **Botton B., Breton A., Fèvre M., Gauthier S., Guy P., Larpent J. P., Reymond P., Sanglier J. J., Vayssier Y et Veau P., 1990.** Moisissures utiles et nuisibles, Importance industrielle, Ed. Masson, Paris.
14. **Boudreau. A et Ménard G., 1992.** Le blé : Eléments fondamentaux et transformation.
15. **Boudreau. A et Ménard G., 1992.** Le blé: éléments fondamentaux et transformation. Edition Presses Université Laval, Paris, pp 25 – 62.
16. **Boulal H., Zaghouane O., EL Mourid M et Rezgui S., 2007.** Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Ed. ITGC, INRA, ICARDA, Algérie, 176 p.
17. **Bouleghie R et Ouabed K., 2002.** Mémoire de fin d'étude d'ingénieur d'état, département de nutrition de l'alimentation et des technologies agro-alimentaires, D.N.A.T.A.A. P .19- 34.
18. **Bourgeois C. N., Mescmle J.F et Zucca J., 1996.** Microbiologie alimentaire. Tome 1 Boulangerie .net /MP /Inforblefar.html.

19. **Cahagnier, B., Dragacc, S., Frayssinet, C., J.M. Frémy, Hennebert, G.L., Lesage-meessen, L., Multon, J.L., Richard-Molard, D et Roquebert, M.F., 1998.** Moisissures des aliments peu hydrates. Lavoisier Tec et Doc, France.
20. **Calvel R., 1984.** La boulangerie moderne, Ed Egorolle. France. P. 459.
21. **Carver Brett F., 2009.** Wheat: Science and Trade. Wiley-Blackwell; 616P.
22. **Chabasse D., Bouchara J-P., De gentile L., Brun S., Cimmon B et Penn P., 2002.** Cahier de formation les moisissures d'intérêt médicale.
23. **Chellali B., 2007.** Marché mondial des céréales : L'Algérie assure sa sécurité alimentaire. <http://www.lemaghreb.dz.com/admin/folder01/une.pdf>. (31.05.2008).
24. **Cheriet G., 2000.** Étude de la galette différents types recettes et mode de préparation, P. 99.
25. **Cole, R. J., Jarvis, B. B et Schweikert, M. A., 2003.** Handbook of secondary fungal metabolites. Academic Press (USA) 3, 615-624. conséquences. Conférences prononcées dans le cadre de la réunion de la "Section.
26. **Coord Grosclaude G., 1999.** Un point sur l'eau. Tome 1. Milieu naturel et maîtrise. INRA. Paris ; 204 P.
27. **D. E. S. S.** "Transports maritimes et aériens". Option Droit maritime et Droit des transports. damage. Wiley-VCH; p: 471.
28. **Davis, N.D et Diener, U.L., 1987.** Mycotoxins, in: Food and Beverage Mycology, 2nd Ed, Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 517-570.
29. **Deák Tibor., 2008.** Handbook of food spoilage yeasts. CRC Press. Second Edition. 325P.
30. **Debiton C., 2010.** Identification des critères du grain de blé (*Triticum aestivum* L.) favorables à la production de bioéthanol par l'étude d'un ensemble de cultivars et par l'analyse protéomique de lignées isogéniques waxy . thèse de doctorat, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand. France.
31. **Delacharlerie S., De Biourge S., Chéné C., Sindic M et Deroanne C., 2008.** HACCP organoleptique : Guide Pratique. Les Presses Agronomiques de Gembloux, 176P.
32. **Dendy D.A.V et Dobraszczyk., 2000.** Cereals and Cereal Products: Technol. Chemistry. Springer; p: 370.
33. **Desjardins, A. E., 2006.** *Fusarium* mycotoxins: chemistry, genetics, and biology. /i *Fusarium* / mycotoxins: chemistry, genetics and biology. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA., 260 pp.
34. **Dijksterhuis Jan.et Samson Robert A., 2007.** Food mycology. A multifaceted Approach to fungi and food. CRC Press; 403P. Documentation Lavoisier, Paris : 393-414. Doc. (Lavoisier). Chapitre 9, p.254-270.
35. **Doumandji, a., doumandji-mitiche, b. et salaheddine, d., 2003.** Cours de technologie des céréales technologie de transformation des blés et problèmes dus aux insectes au stockage. Office des Publications Universitaires, pp. 1-22.

36. **Doussinault G., Kaan F., Lecomte C et Monneveux P., 1992.** Les céréales à paille : présentation générale. In : Gallais A. et Bannerot H. (Eds.), Amélioration des espèces végétales cultivées. Ed. INRA, Paris, pp. 1321.
37. **Druvefors, U. Ä., 2004.** Yeast Biocontrol of Grain Spoilage Moulds Mode of Action of *Pichia anomala*., Doctoral thesis. University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. Agraria, pp 44-466.
38. **Dufresne P., et St-Germain G., 2013-** Identification des champignons d'importance médicale : Stage de laboratoire, Laboratoire de Santé Publique du Québec, 57 p.
39. **Duron, B.S., 1999.** Le Transport Maritime des Céréales. Mémoire de D.E.S.S. Université d'Aix-Marseille, pp 81. Edition Presses Université Laval, Paris, pp 25 – 62.
40. **Fao, 2007.** Statistical database of the food and agriculture organization of the United Nations. <http://www.fao.org>. (Consulté le 11/01/2010).
41. **FAO., 1990.** Utilisation des aliments tropicaux : céréale, légumes secs, légumineuse, produits dérivés, et protéines végétales programme mixte FAO/ OMS sur les normes alimentaires, volume 7.2 édition, P. 101.
42. **Feillet. P., 2000.** Le grain de blé composition et utilisation. Ed. INRA, Paris, 308 p.
43. **Feillet. P., 2000.** Le grain du blé : composition et utilisation. INRA Paris196-198.308.ISBN2-7380-0896-8, pp : 55-75.
44. **Feldman M., Lupton f.G.H.et Miller T.E., 1995.**Wheats. In J.SMARTT, N.W. SIMMONDS: Evolution of crop plants. Longman GroupLtd., London, pp184-192.
45. **Filténborg, O., Frisvad, J.C et Thrane, U., 1996.** Moulds in food spoilage. International Journal of Food Microbiology 33, 85-102.
46. **Gacem M.A., Ould El hadj K.A et Gacemi B., 2012.** Étude de la qualité physicochimique et mycologique du blé tendre local et importé stocké au niveau de l'office algérien interprofessionnel des céréales (OAIC) de la localité de Saida (Algérie). Alg.J.Env. p: 67-76.
47. **Geacintov Nicholas E et Broyde S., 2011.** The chemical biology of DNA. Damage Wiley-VCH; 471P.
48. **Godon B and Loisel W., 1997.** Guide pratique d'analyses dans les industries des céréales. Edition Technique et Documentation Lavoisier., Paris. p: 819.
49. **Godon B et. Guinet R., 1994.** La panification, Edition Lavoisier Tec et Doc, New York, P. 552.
50. **Haard Norman., Odunfa S.A et Lee Cherl - Ho., 1999.** Fermented cereals: A global perspective. Food and Agriculture organization of the United Nations; 114P.
51. **Haris. C., 1989.** Introduction to modern microbiology black wall scientific publication, p. 179.
52. **Henry Y. et De Buyser J., 2001.** L'origine des blés. In: Belin. Pour la science (Ed.). De la graine à la plante. Ed. Belin, Paris, pp. 69-72.
53. **Hesseltine C.W., Rogers R.F et Shotwell O., 1981.** Aflatoxin and mould flora in north carolina crop. Mycologia, 73: 216-278.
54. **I. T. C. F., 1995.** Contrôle de la qualité des céréales et protéagineuse guide pratique Ed, I.T.C paris, P.253.
55. **Jouany J. P et Yiannikouris A., 2002.** Les mycotoxines dans les aliments des ruminants, leur devenir et leurs effets chez l'animal. INRA Productions Animales. p: 3-16.

56. **Krska R., 2009.** Mycotoxins. *Anal Bioanal Chem.* p: 1203–1204.
57. **Labbé Ronald G., García S., 2001.** Guide to food borne pathogens. Wiley; p: 400.
58. **Lana K., Berghofer, Ailsa D. Hocking, Di Miskelly et Edward J., 2003.** Microbiology of wheat and flour milling in Australia. *International Journal of microbiology* 85, 1237-149.
59. **Le Bars J., Le Bars P., 1987.** Les moisissures des denrées alimentaires et leurs conséquences. Conférences prononcées dans le cadre de la réunion de la "Section Midi Pyrénées" à Toulouse, le 18 septembre 1987.
60. **Leclerc F.C., Papon N., Noel T., Villard J., 2005.** Moisissures et risques alimentaires (Mycotoxicooses). *Revue Francophone des Laboratoires.* p : 61-66.
61. **Lery F., 1982.** L'agriculture au Maghreb ou pour une agronomie méditerranéenne. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, 338 p.
62. **Leygue JP., 1995.** « Amidonneries de blé » .Revue I.C.T.F perspective Agricole, N203, P.VI-X.
63. **Leyral G. et Vierling É., 2007.** Microbiologie et toxicologie des aliments: hygiène et sécurité alimentaires. 4ème édition; 287 P.
64. **Magan, N, hope, C.V et Aldred, D., 2003.** Post – harvest fungal ecology: Impact of fungal growth and mycotoxin accumulation in stored grain. *European Journal of Plant Pathology* 109, 723-730.
65. **Mahideb, N et Merrouche, H ., 2015.** Etude des moisissures potentiellement productrices de mycotoxines isolées à partir des grains de blé dur (traités et non traités) .thèse de master de biologie, Université des Frères Mentouri de Constantine, Algeria.
66. **Mathew Shiju., Thomas George et Tufail Ahmad., 2011.** An Evaluation of the fungi isolated from sub-epidermal region of post-harvested stored wheat grains. *Nepal Journal of Biotechnology.*, Vol 1: 9-13.
67. **Mesnil, L., 1934.** Note préliminaire sur un nouveau parasite des céréales, *Phytophaga mimeuri*(Mesnil). *Bull. Société Entomologique de France* 17: 245-247.
68. **Meyer A., Deiana J. et Bernard A., 2004.** Cours de microbiologie générale: avec problèmes et exercices corrigés. 2ème édition, Doin, pp 115- 172. Midi-Pyrénées" à Toulouse, le 18 septembre 1987.
69. **Miller J.D., 2002.** Aspects of the ecology of Fusarium toxins in cereals. *Adv. Exp. Med. Biol.* p: 19-27.
70. **Mills J.T., Sinha R.N. et Wallace H.A.H., 1978.** Multivariate evaluation and isolation techniques for fungi associated with stored rapeseed. *Phytopathology* 68, 1580-1525.
71. **Molinié, A., Faucet, V., Castegnaro, M. et Pfohl - Leszkowicz, A., 2005.** Analysis of some breakfast cereals collected on the French market for their content in OTA, Citrinin and Fumonisin B1. Development of a new method for simultaneous extraction of OTA and Citrinin. *Food chemistry* 92, 391-400. Faculté de droit et de science politique d'aix- marseille. p:81.
72. **Morin O., 1994.** Aspergillus et aspergilloses: biologie, Ed. Techniques Encyl. Med. Chir. (Elsevier, Paris), Maladies infectieuses 8-600-A-10.
73. **Multon. J.L., 1982.** Conservation et Stockage Des Grains et Graines et Produits Dérivés Céréales, oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux. *Technique & Documentation Lavoisier, Paris,* pp. 576.

74. **Neergaard Paul., 1977.** Seed pathology. Vol1. Mac Millan; 1187P.
75. **Nelson P. E., Toussoun T. A et Marasas W. F. O., 1983,** Fusarium species: an illustrated manual for identification. Pennsylvania state Univ. Editor
76. –**PAUL B., 1984.** Céréale et oléagineux manutention, commercialisation, transformation- institut international du Canada pour le grain Winnipeg, Manitoba – la meunerie, P .579.
77. **Pfohl-Leszkowicz A., 1999.** Les mycotoxines dans l'alimentation, Évaluation et gestion du risque. Lavoisier, Paris. p: 478.
Presses de l'Université Laval .Paris. p: 439.
78. **Reboux G., Bellanger A., Roussel S., Grenouillet F., et Million L., 2010.** Pollution atmosphérique, Moisissures et habitat : risques pour la santé et espèces impliquées, Revue française d'allergologie 50 : 611–620.
79. **Reed, C., 1992.** Development of storage techniques: A historical perspective. In Storage of Cereal Grains and Their Products. Edited by D. B, Sauer, St Paul, pp. 143.
80. **Riba A., Sabaou N., Mathieu F et Lebrihi A., 2005.** Premières investigations sur les champignons producteurs d'Ochratoxine A dans la filière céréale en Algérie. Symposium Euro-Maghrébin sur les contaminants biologiques, chimiques et la sécurité alimentaire, Fès.
81. **Richard- Molard D., 1982.** Caractères Généraux de la microflore des grains et graines et principales altérations qui en résultent. In conservation et stockage des grains et graines et
82. **Ruppol P., Delfosse Ph et Hornick, J.L., 2004.** La contamination de la filière laitière par les mycotoxines : un risque pour la santé publique en Afrique subsaharienne. Ann. Méd. Vét. p: 141-146.
83. **Selselet A., 1991.** Technologie des céréales et produits dérivés. Institut de technologie agricole de Mostaganem, P.147.
84. **Surget. A. et Barron. C., 2005.** Histologie du grain de blé industrie des céréales.
85. **Van der Burgt, G.J.H.M et Timmermans B.G.H., 2009.** Fusarium in wheat. Effects of soil fertility strategies and nitrogen levels on mycotoxins and seedling blight. LBL.Publication.
86. **Visagie C.M., Houbraeken J., Frisvad J.C., Hong S.-B., Klaassen C.H.W., Perrone G. Seifert K.A., Varga J., Yaguchi T., Samson R.A., 2014-** Identification and nomenclature of the genus *Penicillium*, Studies in Mycologie, Vol 78 : 343- 371 .
87. **Webley, D.J; Jackson, K. L; Mullins, J.D; Hocking, A.D; Pitt, J.I., 1997.** Alternaria toxins in weather-damaged wheat and sorghum in the 1995-1996 Australian Harvest. Austr.J. Agri.Res. p:1249-1256.
88. **Weindenböner Weiczorek C., Appel S. et Kunz B., 2000.** Whole wheat and white wheat flour – the mycobiota and potential mycotoxins. Food Microbiology, 17, 103-107.
89. **Wilson D.M., Mubatanhema W and Jurjevic Z., 2002.** Biology and ecology of mycotoxigenic Aspergillus species as related to economic and health concerns. Adv. Exp. Med. Biol. p:3-17
90. **Withlow, L.W., et Hagler, W.M., 2001.** Mycotoxin contamination of feedstuffs An additional stress factor for dairy cattle. North Carolina State University, Raleigh, NC. Symposium sur les bovins laitiers. CRAAQ Québec.

91. **Xu Xiangming., Bailey John A.et Cooke B.M., 2003.** Epidemiology of Mycotoxin Producing Fungi. Springer; 129 P.
92. **Yazar, S. et Omurtag, G.Z., 2008.** Fumonisin, Trichothecenes and Zearalenone in Cereals. International Journal of Molecular Sciences 9, 2062-2090.
93. **Zia-UR-rahman., 2006.** Storage effect on nutritional quality of commonly consumed cereals. Food Chemistry 95, 53-5.

Annexes

Annexe : 01 Situation des lieux de prélèvements



Situation géographique des différentes régions de prélèvements des échantillons
(El Abiodh Sidi El Cheikh d'El Bayadh et El Hadjeb de Laghouat)

Annexe : 02

a) Les résultats pourcentages des grains cassés

Tableau 01 : Echantillon 01 :

	Grains cassés	Matières étrangères		Grains sains
		organiques	non organiques	
Sous échantillon 01	4.5g – (4.5%)	1.6g	0.51 g	93,39g
Sous échantillon 02	5.91 g – ((5.91%)	2.42 g	0.68 g	90.99g
Sous échantillon 03	5.18 g – (5.18%)	2.18 g	0.18 g	92.46g

Tableau 02 : Echantillon 02 :

	Grains cassés	Matières étrangères		Grains sains
		organiques	non organiques	
Sous échantillon 01	5,74g-(5,74 %)	0,31 g	0 g	93,95
Sous échantillon 02	4,28g (4,28 %)	0,52 g	0 g	95,20
Sous échantillon 03	3,5 g – (3,5 %)	0,86 g	0 g	95,64

Les résultats d'humidité

Tableau 03 : Taux d'humidité (%)

	Boite 01	Boite 02	Boite 03
Echantillon 01	10%	10.2%	10.2%
Echantillon 02	13,13 %	13,12 %	12,69 %

Taux de la contamination et la germination

a) Echantillon 01

Tableau 04 : Echantillon 01- sous échantillon 01

Boite	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Mucor	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
germination	06	07	08	04	09	06	05	10	06	06
Contamination	06	04	03	06	05	07	07	02	06	08

Tableau 05 : Echantillon 01-sous échantillons 02

Boites	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Mucor	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
germination	09	05	06	07	08	07	07	05	07	09
Contamination	02	05	06	05	05	05	08	05	07	04

Tableau 06: Echantillons 01-sous échantillons 03

Boite	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Mucor	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
germination	09	09	06	09	05	07	08	07	05	06
Contamination	02	03	06	05	06	04	02	06	06	07

b) Echantillon 02

Tableau 07: Echantillon 02- sous échantillon 01

Boite	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Mucor	+	+	/	/	/	/	/	/	+	/
Nombre de germination	04	03	07	06	07	05	02	02	02	02
Contamination	03	04	/	08	04	05	07	08	10	/

Tableau 08 : Echantillon 02- sous échantillon 02

Boite	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Mucor	/	+	/	/	+	/	/	+	/	+
Nombre de germination	04	06	03	04	05	04	06	04	06	04
Contamination	06	10	10	08	10	02	07	10	06	06

Tableau 09 : Echantillon 02- sous échantillon 03

Boite	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Mucor	-	/	+	+	/	+	/	/	/	+
Nombre germination	03	04	05	03	02	02	05	02	06	06
contamination	07	07	-	10	10	04	05	04	03	10

Estimation de population fongique des échantillons

a) Echantillon 01

Tableau 10 : Echantillons 01-sous échantillons 01

Boite	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	P %
<i>Penicillium. sp</i>	08	04	04	06	05	07	02	08	06	08	58%

Tableau 11 : Echantillons 01-sous échantillons 02

Boite	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	P %
<i>Penicillium sp</i>	03	05	07	04	05	05	08	05	07	03	52%

Tableau 12: Echantillons 01-sous échantillons 03

Boite	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	P %
<i>Penicillium. sp</i>	02	02	06	04	06	04	02	06	06	07	45%

b) Echantillon 02

Tableau 13 : Echantillon 02- sous échantillon 01

Boite	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	P %
<i>Aspergillus sp</i>	03	02	/	01	/	/	/	/	05	/	11 %
<i>Fusarium sp</i>	01	/	/	01	02		/	/	04	/	08%
<i>Penicillium sp</i>	/	/	/	01	/	01	/	/	/	/	02 %

Tableau 14: Echantillon 02- sous échantillon 02

Boite	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	P %
<i>Aspergillus sp</i>	02	/	06	03	04	03	03	05	03	01	30%
<i>Fusarium sp</i>	01	01	/	/	/	01	/	/	/	02	05%
<i>Penicillium sp</i>	/	/	/	/	/	/	01	/	/	/	01 %

Tableau 15: Echantillon 02- sous échantillon 03

Boite	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	P %
<i>Aspergillus sp</i>	01	/	02	01	/	01	/	/	/	02	07%
<i>Penicilliumsp</i>	/	/	01	/	/	/	/	/	/	/	01 %
<i>Fusarium sp</i>	/	/	02	03	/	/	/	/	/	04	09 %

Annexe: 03**I. milieu PDA (Potatoes Dextrose agar)****01) Composition du Milieu PDA (Potatoes Dextrose agar)**

Pomme de terre (macération 500ml de filtrat)	200 g
Dextrose	10 g
Agar	15 g
Eau distillée	1000 ml

02) Préparation de milieu de culture : PDA (Potato Dextrose Agar)

Mettre en suspension 39 grammes du milieu dans un litre d'eau distillées .Bien mélangé et faite dissoudre en chauffant et tout en agitant fréquemment. Faite bouiller d'une minute jus 'qua dissolution complété. Stériliser en autoclave à 118C°-121C° pendant 15minutes .Refroidir à 45C° à 50C°.Bien mélangé puis repartir dans des boites de pétri.

PH=5,6

II. Eau physiologique

NaCl	9 g
Eau distillée	1000 ml

III. Lactophenol

Phénol pur cristallisé	20 g
Acide lactique	20 ml
Glycérol pur	20 ml
Eau distillée	40 ml

Résumé

Dans ce travail nous avons étudiés la qualité physico-chimique et mycologique des deux échantillons de blé tendre stockés. L'une de la région de Laghouat (El Hadjeb, échantillon 01) et la deuxième de région d'El bayadh. (El Abiodh Sidi Elcheikh, échantillon 02).

L'étude comparative entre ces deux échantillons a été réalisée en étudiant d'une part les paramètres physico chimiques et d'autres part leur taux de contamination. Ces études montrées que les deux échantillons sont contaminés par des différents genres moisissures, dont le genre *Penicillium sp* est le dominant avec une grande fréquence d'apparition de $51,66 \pm 6,5\%$ pour le blé de l'échantillon 01 et plus faible fréquence d'apparition dans l'échantillon 2. Les genres suivants, *Fusarium sp*, *Penicillium sp* contaminent l'échantillon 02 de blé tendre avec des fréquences d'apparitions moyennes $7,33 \pm 2,08\%$ et $1,33 \pm 0,57\%$ respectivement. *Aspergillus sp* c'est le genre plus dominant avec fréquence d'apparition de $16,32 \pm 12,28\%$. Un contrôle et une démarche d'assurance de la qualité de blé tendre depuis la récolte jusqu'au produits finis et surtout au niveau du stockage seront recommandées afin de limiter les pertes du produit causées par des moisissures.

Mots clés: Blé tendre, Laghouat (El Hadjeb), d'El bayadh. (El Abiodh Sidi Elcheikh) moisissures, Isolement, qualité physico-chimique et mycologique

Abstrac

In this work, we studied the physico-chemical and mycological quality of the two stored soft wheat samples. One of the Laghouat region (El Hadjeb, sample 01) and the second region of El bayadh. (El Abiodh Sidi Elcheikh, sample 02).

The comparative study between these two samples was carried out by studying on the one hand the physicochemical parameters and on the other hand their contamination rate. These studies showed that both samples are contaminated by different mold types, of which the genus *Penicillium sp* is the dominant with a high occurrence frequency of $51.66 \pm 6.5\%$ for wheat in sample 01 and lower frequency of occurrence in the sample 2. The following genera, *Fusarium sp*, *Penicillium sp* contaminate the wheat wheat 02 sample with average occurrence frequencies $7,33 \pm 2.08\%$ and $1,33 \pm 0.57\%$ respectively. *Aspergillus sp* is the most dominant genus with frequency of occurrence of $16,32 \pm 12.28\%$. A control and quality assurance process for soft wheat from harvest to finished products and especially storage will be recommended to limit product losses caused by mold.

Key words: Soft wheat, Laghouat (El Hadjeb), El bayadh. (El Abiodh Sidi Elcheikh) mold, Isolation, physicochemical and mycological quality

ملخص

في هذا العمل ، قمنا بدراسة الجودة الفيزيائية والكيميائية للعينات المخزنة في القمح. واحدة من منطقة الأغواط (الحاجب، عينة 01) والمنطقة الثانية من البيض. (الأبيض سيدي الشيخ، عينة 02) أجريت الدراسة المقارنة بين هاتين العينتين من خلال دراسة المعلمات الفيزيوكيميائية من جهة، ومعدل تلوثها من ناحية أخرى. أظهرت هذه الدراسات تلوث العينات بنوعين مختلفين من العفن، ينتمي جنس *Penicillium sp* إلى نسبة عالية من حدوث $51.66 \pm 6.5\%$ للقمح في العينة 01 والتردد الأقل مظهر في العينة 2. الأجناس التالية، *Penicillium sp*، *Fusarium sp*، تلوث عينة قمح القمح 02 مع متوسط تكرار حدوث $7,33 \pm 2.08\%$ و $1,33 \pm 0.57\%$ على التوالي. *Aspergillus sp* هو أكثر الأنواع انتشارًا مع تكرار حدوث 16، $32 \pm 12.28\%$. سيتم التوصية بعملية مراقبة و ضمان الجودة للقمح الطري من الحصول إلى المنتجات النهائية و التخزين على وجه الخصوص للحد من خسائر المنتج الناجمة عن العفن. الكلمات المفتاحية: القمح الطري، الأغواط(الحاجب)، البيض (الأبيض سيدي الشيخ)، العفن، العزل، الجودة الفيزيوكيميائية و الفطرية.