

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE AKLI MOHAND OULHADJ – BOUIRA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES



Réf :/UAMOB/FSNVST/DEP.AGRO/23

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME MASTER

Domaine : SNV **Filière :** Sciences Alimentaire
Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité

Présenté par :

Khaldi oussama et kermiche salah eddine

Thème

*Caractérisation de trois types de blé dur stockés au niveau de la coopérative
des céréales et des légumes secs de bouira*

Soutenu le : 04 / 07 / 2022

Devant le jury composé de

<i>Nom et Prénom</i>	<i>Grade</i>		
ZEGANE . O	MAA	Univ. de Bouira	Président
DOUMANJI . W	MCB	Univ. de Bouira	Examineur
TAOUDIAT. A	MAA	Univ. de Bouira	Promoteur

Année Universitaire : 2022/2023

Remerciements

REMERCIEMENT

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements en premier lieu à Allah. Nous souhaitons également exprimer notre gratitude envers Madame taoudiat , notre encadreuse, pour son soutien constant et sa confiance inébranlable.

Nous tenons à exprimer notre gratitude envers tous les professeurs et membres de l'administration du département d'agronomie, nos amis et tous les étudiants de la promotion 2021/2022 du master 2. Nous souhaitons également remercier toutes les personnes qui ont apporté leur soutien, que ce soit directement ou indirectement. Votre contribution a été précieuse et a joué un rôle important dans notre parcours. Nous sommes reconnaissants envers chacun d'entre vous pour votre aide et votre encouragement tout au long de notre formation. Votre soutien a été inestimable et nous ne saurons jamais assez-vous remercier.

Dédicace



Dédicaces

Je souhaite dédier ce travail à ma famille, en particulier à mon père qui a cultivé en moi le goût de l'effort, et à ma mère qui m'a donné l'espoir de persévérer.

Je veux également adresser mes dédicaces à mes frères Abdelhak et Tahar, ainsi qu'à mes sœurs. Mes amis Oussama, Djamel et Abdelhak ont également joué un rôle important dans leur soutien constant.

Je voudrais exprimer ma gratitude à une amie très chère, Asma Galoul, ainsi qu'à Oussama, qui m'ont encouragé tout au long de ce parcours.

Enfin, je tiens à remercier tout le monde pour leur soutien précieux.

Salah eddine kermiche



Dédicaces

Je dédie ce travail : Un cadeau spécial pour le grand homme qui m'a élevé et m'a enseigné , Mon père spirituel « LAKHDER » , La miséricorde de Dieu sur toi ,

A MON TRES CHER PÈRE BOUALEM A qui a su me soutenir tout au long de mes études depuis mon enfance

A mon très cher père , le premier et le dernier homme de ma vie

Source d'amour , d'affection , de générosité et de sacrifices . Tu es toujours là près de moi pour me soutenir , M'encourager et me guider avec tes précieux conseils .

À MA TRÈS CHÈRE MÈRE : ELDHAOIYA e Autant de phrases aussi expressives soient - elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi . Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant

toutes les années de mes études , tu as toujours été présente à mes côtés pour me consoler quand il fallait . Puisse Dieu le tout puissant , Vous préserver et vous accorder sante , longue vie et bonheur mes chères parents A mes très chers frères : Abdo,Lamine,houssem Je prie dieu pour qu'il me les garde toujours .

A toute MA FAMILLE pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire

A Ma très chère amis : Thiziri Pour sa patience et soutien aux moments les plus difficiles .

A mes proches amies Que je partage tous mes bons moments qui ont toujours été près de mon cœur Salah eddine , DJAMEL , Abd el hek , Adem, Naim, Oussama Louir, Oussama khiri, salim, Amel, et Soraya

Khaldi oussama

Liste des abréviations

Liste des abréviations

CCLS : la Coopérative des Céréales et des Légumes Secs

FAO : Food and Alimentation Organisation (Organisation de l'alimentation et de l'agriculture)

Fe : Fer

g : gramme

ha : hectare

J-C : Jésus-Christ

Kca : Kilo calorie

m : mètre

MADR : Ministère d'Agriculture et de Développement Rurale

Mg : Magnésium

mg : milligramme

mm : millimètre

Mt : Million tons

OAIC :L'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales

OCDE : l'Organisation de Coopération et de Développement Economique

PH : cologarithme décimal de la concentration en ions H⁺

PMG : poids de mille grains

Ps : poids spécifique

Qx/q : quintaux

Zn : Zinc

Liste des Tableaux

Liste des tableaux

Tableau 1 : Composition des céréales (pour 100 g de grain à 10% d'humidité).....	6
Tableau 2 : Classification de Cronquist (1981).....	9
Tableau 3 : Classification de APG III (2009).	9
Tableau 4 : Composition chimique du grain de blé	12
Tableau 5 : Evolution de la superficie, production et le rendement du blé dur en Algérie (2010-2019).	16
Tableau 6 : Les avantages et les inconvénients de stockage traditionnel	20
Tableau 7 : Les avantages et inconvénients de stockage moderne	23
Tableau 8 : Les capacité de stockage au niveau de CCLS BOUIRA.	25
Tableau 9 : Les résultats relatifs au classement des impuretés des grains de blé dur étudiés.	33
Tableau 10 : Différents genres fongiques isolés à partir des grains de blé dur local, importé et de l'agriculteur.	38

Liste des Figures

Liste des figures

Figure 1 : Taux de croissance mondiaux des superficies récoltées et des rendements pour les céréales (OCDE/FAO, 2019).	4
Figure 2 : Evolution de l'estimation de la production agricole en Algérie (MADR, 2019).	5
Figure 3 : Blé dur	8
Figure 4 : Structure du grain du blé (Surget et Barron et al ,2005)	11
Figure 5 : Méthodes de stockage traditionnelles	19
Figure 6 : Silo en béton armé (CCLS BOUIRA).	21
Figure 7 : Silo métallique (CCLS BOUIRA).	21
Figure 8 : Stockage en sac (CCLS BOUIRA)	22
Figure 9 : Stockage dans des sacs en plein air (CCLS BOUIRA).	23
Figure 10 : Présentation du site d'étude (La Coopérative des Céréales et des Légumes Secs (CCLS) de BOUIRA). (Google Earth)	24
Figure 11 : : Les échantillons de blé dur. (A) blé dur de l'alimentation, (B) blé dur de l'agriculture. Original..	26
Figure 12 : Les résultats relatifs au le poids spécifique des Grain de blé dur étudiés	31
Figure 13 : Les résultats relatifs au poids de Mille grain (PMG) des grains de blé dur étudiés	32
Figure 14 : Résultats relatifs au taux de mitadinage des grains de blé dur étudiés	34
Figure 15 : Résultats d'humidité des grains de blé dur étudiés	35
Figure 16 : Résultats de PH des grains de blé dur étudiés	36
Figure 17 : Souches fongiques isolées à partir de blé importé (A), blé dur local (B) et de blé dur du l'agriculteur (C) après 3jour d'incubation à 30°C sur gélose PDA.	40

Sommaire

Sommaire

Remerciements

Dédicace

liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Sommaire

Introduction

Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur les céréales

I.	Généralité sur les céréales :.....	3
1.	Données économiques :.....	3
1.1.	Dans le monde :.....	3
1.2.	En Algérie.....	4
2.	Composition et utilisation :.....	5
2.1.	Compositions.....	5
2.2.	Utilisations.....	7
II.	Généralité sur blé dur.....	8
1.	Classification botanique du blé dur.....	8
2.	Structure et composition biochimique du grain de blé :.....	9
2.1.	structure du grain de blé dur :.....	9
2.2.	Composition chimique de blé dur.....	11
3.	Utilisation de blé dur.....	12
4.	Aspects qualitatifs du blé dur.....	12
4.1.	Qualité agronomique.....	13
4.2.	Qualité technologique.....	13
4.3.	Qualité alimentaire.....	13
5.	La production du blé dur.....	15
5.1.	Le blé dur dans le monde :.....	15
5.2.	Le blé dur en Algérie :.....	15

Chapitre II : Le stockage de blé

I.	Généralités sur le stockage.....	17
----	----------------------------------	----

1. L'importance du stockage :	17
2. Mode de stockage :	18
2.1. Les techniques traditionnelles :	18
2.2. Les techniques modernes :	20
Partie expérimentale	
Chapitre I : matériel et méthodes	
1. Présentation de l'entreprise :	24
2. Capacité de stockage CCLS de (BOUIRA) :	25
3. Matériel végétal	25
4. Caractérisation des blés étudiés	26
4.1. Paramètres physiques	26
4.2. Paramètres chimiques :	29
4.3. Paramètre Microbiologique	29
Chapitre II : Résultats et discussion	
I. Résultats d'analyse des grains de blé dur	31
1. Résultats d'analyse physique des grains de blé dur	31
1.1. Poids spécifiques	31
1.2. Poids de mille grains	32
1.3. L'agréage	33
1.4. Le taux de mitadinage	34
2. Résultats d'Analyse chimique des grains de blé dur étudiés	35
2.1. Humidité :	35
2.2. Le pH :	36
3. Etude mycologique des grains de blé dur :	37
Conclusion	41
Références bibliographiques	43
Les annexes	
Résumé	
Abstract	
الملخص	

Introduction

Introduction

La céréaliculture constitue une source primordiale de production de graines servant de nourriture humaine et animale. Ces dernières constituent une source essentielle de macronutriments et micronutriments (**Karakas *et al.*, 2011**).

Les céréales les plus couramment consommées comprennent le blé, le riz, le maïs, l'orge, l'avoine, le seigle et le millet. Chaque céréale a ses caractéristiques distinctes en termes de goût, de texture, de valeur nutritionnelle et d'utilisation culinaire.

L'une des céréales les plus couramment cultivées est le blé dur, qui est apprécié pour sa teneur élevée en protéines et sa capacité à produire de la farine de qualité pour la fabrication de pâtes, de semoule et de produits de boulangerie (**Molkho, 2007**).

Le blé dur, scientifiquement connu sous le nom de *Triticum durum*, est une variété de blé à grains durs. Il tire son nom de la texture rigide de ses grains, qui sont plus durs et plus résistants que ceux du blé tendre. Le blé dur est cultivé dans différentes régions du monde, notamment en Europe, en Amérique du Nord, en Afrique du Nord et en Asie. (**Colin *et al.*, 2007**).

Le blé dur joue un rôle important dans la sécurité alimentaire mondiale en tant que source de base pour de nombreux plats traditionnels et produits alimentaires. Sa culture continue d'évoluer avec l'utilisation de techniques agricoles modernes pour augmenter les rendements et améliorer la qualité des grains.

Une fois récoltées, les céréales, y compris le blé dur, doivent être correctement stockées pour préserver leur qualité et leur valeur nutritionnelle. Le stockage adéquat des céréales vise principalement à prévenir les dommages causés par les insectes, les rongeurs, l'humidité, la chaleur et les moisissures. (**Sigaut, 1978**)

Il existe différentes méthodes de stockage des céréales, en fonction de leur durée de conservation prévue et des conditions environnementales locales. Les méthodes les plus courantes comprennent le stockage en silos, les entrepôts, les greniers, les sacs de jute ou de plastique, ainsi que les installations de stockage en vrac.

Il est essentiel de surveiller régulièrement les céréales stockées, en vérifiant leur température, leur humidité et en effectuant des contrôles de qualité pour détecter tout signe de détérioration ou de contamination. Un stockage adéquat garantit que les céréales conservent leur valeur nutritionnelle et leur qualité, ce qui est crucial pour assurer la sécurité alimentaire à long terme.

Dans ce contexte nous avons réalisé la présente étude qui a comme objectifs : Evaluation de la qualité des produits du La Coopérative des Céréales et des Légumes Secs (CCLS) de BOUIRA par la réalisation d'un ensemble d'analyses physico-chimiques et microbiologiques du trois types de blé dur (importé, local d'alimentation, de l'agriculture) et la comparaison avec les normes algériennes.

A cet effet, nous avons adopté le plan suivant qui comprend deux parties initiées par une étude bibliographique mettant l'accent sur les céréales et le stockage des grains. La deuxième partie concerne la méthodologie, l'ensemble des résultats obtenus et leurs discussions suivie d'une conclusion générale.

Partie I :
Synthèse bibliographique

Chapitre 1 :

Généralités sur les

céréales

I. Généralité sur les céréales :

Les céréales sont des espèces couramment cultivées pour leur grain, dont les protéines féculentes sont réduites en farine pour la consommation humaine ou animale.

La plupart des céréales (le blé, l'orge, l'avoine, le seigle, le maïs, le riz, le mil, le sorgho) appartiennent à la famille des Poaceae. Certaines appartiennent à la sous-famille Festucoideae (blé, orge, avoine, seigle) et d'autres appartiennent à la sous-famille Panicoideae (maïs, riz, sorgho, millet). Enfin, une céréale, le sarrasin, appartient à une autre famille, les Polygonacées. (MOULE, 1971)

La céréaliculture a une part importante dans le développement de l'humanité. En effet, la plupart des civilisations se sont développées autour d'une céréale spécifique. Les civilisations asiatiques ont prospéré grâce à la culture du riz, tandis que les civilisations pré-colombiennes se sont centrées sur le maïs. De leur côté, les civilisations babyloniennes et égyptiennes ont trouvé leur essor autour du blé. Ces différentes cultures ont reconnu la valeur nutritive et l'importance économique des céréales, faisant d'elles un élément essentiel de leur survie et de leur développement. Aujourd'hui encore, les céréales restent des cultures fondamentales pour de nombreuses sociétés à travers le monde. Elles de bonnes sources de protéines végétales et apportent plus de 60% calories (ALANE, 2020).

1. Données économiques :

1.1. Dans le monde :

La production céréalière dans le monde devrait augmenter de 1,2 % par année entre 2019 et 2028(**figure1**). Au cours de la période de projection, on s'attend à ce que la production céréalière moyenne mondiale augmente de 1,1 % par année tandis qu'une hausse de 1,9% sur la période 2009-2018 à la suite des avancées en biotechnologie, des développements structurels et des améliorations des pratiques agricoles. (OCDE/FAO, 2019).

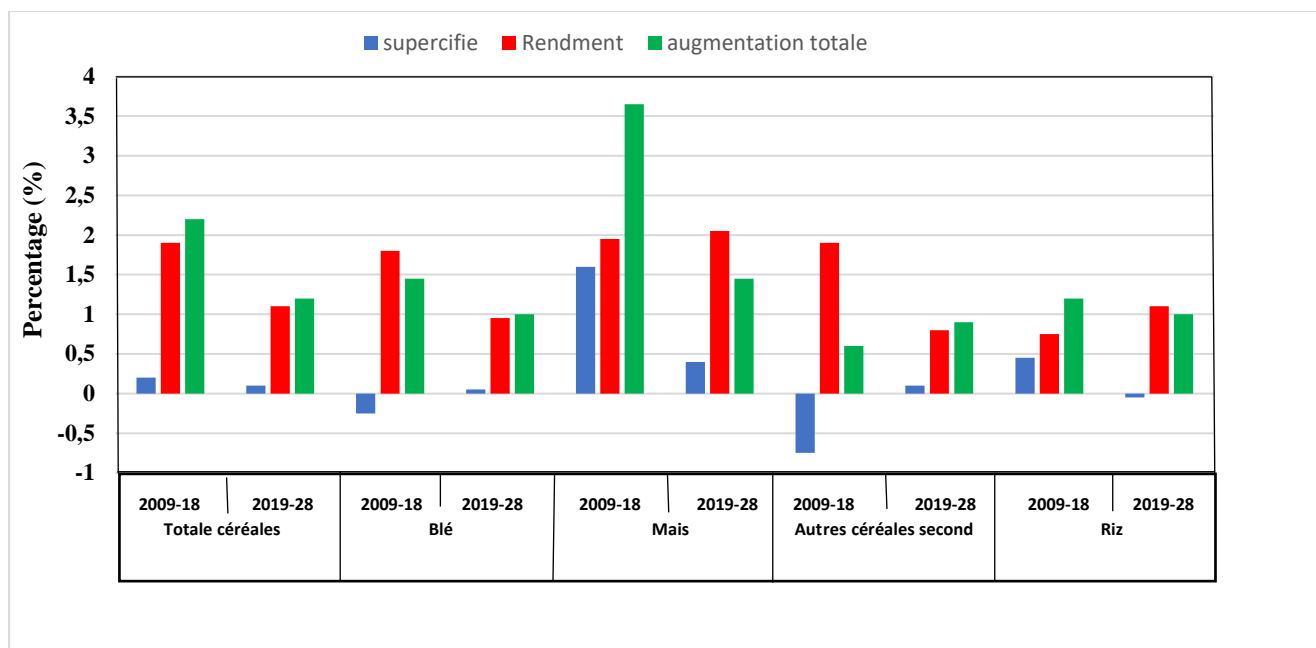


Figure 1 : Taux de croissance mondiaux des superficies récoltées et des rendements pour les céréales (OCDE/FAO, 2019).

1.2. En Algérie

Les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Durant 2019, la surface céréalière occupe en moyenne 37% de la Superficie Agricole Utile (SAU) (M.A.D.R, 2019).

La superficie récoltée des céréales est de l'ordre de 3,18 millions d'ha ; Elle enregistre une augmentation par rapport à la campagne 2018 de +3 %. La production est estimée à 56,26 millions de quintaux, par rapport à celle enregistrée au cours de la campagne 2018 elle affiche une baisse de l'ordre de 7 %. (Figure2)

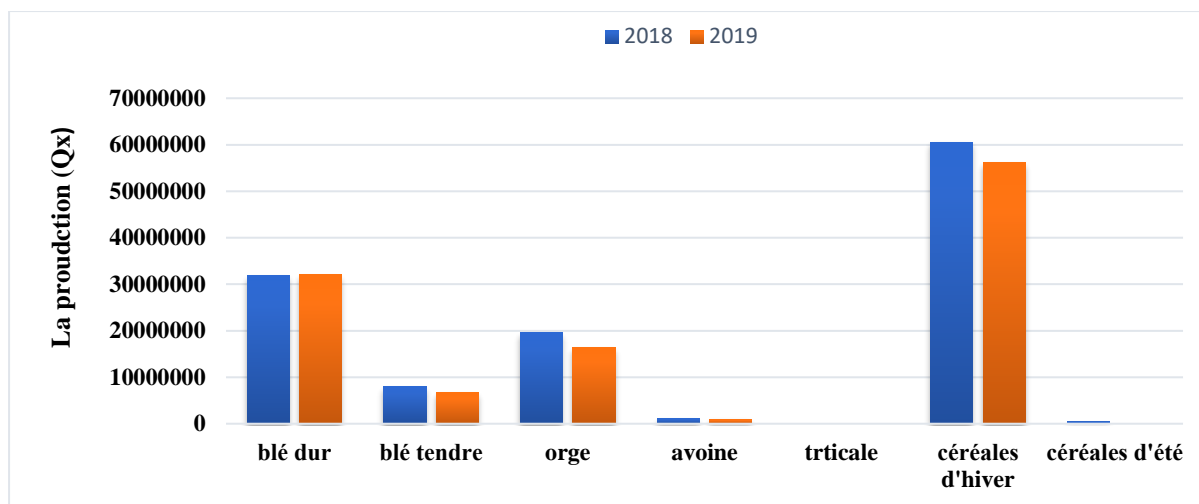


Figure 2 : Evolution de l'estimation de la production agricole en Algérie (MADR, 2019).

2. Composition et utilisation :

Les céréales sont reconnues pour leur richesse en glucides, qui se présentent sous différentes variétés biochimiques pouvant influencer leur qualité technique et nutritionnelle. La teneur en protéines, lipides, minéraux et vitamines peut varier. Par conséquent, il est conseillé de diversifier sa consommation de céréales afin de profiter de leur diversité et de bénéficier des différents nutriments qu'elles offrent. (Soltner, 2000).

2.1. Compositions

Les grains des céréales contiennent une analogie de constituants mais en quantités différentes (**Tableau I**).

Les glucides occupent environ 60 à 75 % dans les grains céréaliers ; ils sont principalement des sucres digestibles dont l'apport calorique est de 330 à 385 kcal/100g.

Le taux de fibre diététique varie de 2 à plus de 30 % et dépend, entre autres, de la taille du grain. Les grains de petite taille, tels que les petits mils, ont une proportion plus élevée d'enveloppes. Les enveloppes des grains sont riches en fibres, ce qui augmente le contenu en fibres de l'aliment.

La teneur en protéines des céréales varie de 6 à 18 % dans les cas extrêmes, mais se situe généralement entre 8 et 13 %. Malgré cette modicité relative, les céréales jouent souvent un rôle crucial dans l'apport protéique, étant donné leur prédominance dans l'alimentation de nombreuses populations. Cependant, sur le plan qualitatif, ces protéines sont considérées comme médiocres, principalement en raison de la limitation en acide aminé essentiel qu'est la lysine. En revanche, la concentration en acides aminés sulfurés est plus élevée dans les céréales que dans les légumineuses, d'où l'intérêt de combiner les céréales et les légumineuses qui se complètent mutuellement sur le plan nutritionnel.

Chapitre I : Généralités sur les céréales

Les lipides sont relativement peu abondants mais ils sont extrêmement intéressants par la forte proportion des acides gras polyinsaturés.

Les céréales présentent une faible minéralisation, avec une teneur élevée en phosphore et une teneur faible en calcium (sauf pour l'éleusine), qui ne suffit pas à neutraliser complètement l'acide phytique. De plus, l'acide phytique insolubilise également le magnésium, le zinc et le fer.

À l'exception du maïs jaune et de certains mils, qui contiennent des caroténoïdes actifs, les céréales ne possèdent pas d'activité en vitamine A. De plus, elles sont dépourvues de vitamine C. Toutefois, les germes sont une excellente source de vitamine E. Les vitamines du groupe B sont présentes, à l'exception de la vitamine B12, qui est en grande partie éliminée lors du décorticage et du blutage. **(Favier, 1989).**

Tableau 1 : Composition des céréales (pour 100 g de grain à 10% d'humidité)

	Blé	<i>Sorgho</i>	Mil	<i>Mais</i>	Riz Brun
Protéines(g)	13	11	10,6	9,5	8,3
Lipides(g)	18	3,2	4,1	4	1,6
Glucides (g)	61,6	59,3	73,2	66	75
Fibre diététique (g)	11	14,5	-	9	4
Calcium (mg)	60	26	22	16	22
Phosphor(mg)	312	330	286	220	250
Fer (mg)	7,6	10,6	20,7	3,6	2
Thiamine (mg)	0,35	0,34	0,30	0,33	0,36
Riboflavine (mg)	0,12	0,15	0,22	0,10	0,06
Niagine (mg)	6,1	5,3	4,7	3,1	7
Pyridoxine(mg)	0,5	-	-	0,4	0,67
Acide panthoténique(mg)	0,8	1,2	1,25	0,65	1,70

(F.A.O, 1970)

2.2. Utilisations

Parmi les céréales, nous référons à celles dont les utilisations sont plus importantes, à savoir le blé dur et blé tendre. En Algérie, des recherches récentes montrent de multiples usages du blé dur. Globalement, les produits consommés peuvent être répartis en 5 catégories à savoir crêpes, pâtes et Couscous, gâteaux et douceurs.

Le blé tendre sert essentiellement à la boulangerie (pains de mie, farine tout usage) et aux fabricants de certaines pâtisseries (feuilletés, beignets à la levure biologique, brioche, de pâtes à pizza). Il sert aussi aux biscuiteries, aux confiseries, aux fabricants de mélanges à gâteaux, aux pâtisseries et aux industries de céréales.

Le triticale a une large gamme d'applications. Il est utilisé comme aliment pour le bétail, y compris les poulets, les ruminants et les lapins, ainsi que mélangé à de la farine dans les boulangeries qui utilisent du blé tendre. En effet, des études ont montré que la farine de triticale produit une pâte collante, Il est difficile à pétrir, ce qui explique sa difficulté à l'utiliser en pâtisserie. Il doit être corrigé en mélangeant correctement avec de la farine de blé tendre ou en ajoutant une quantité importante de gluten (**Sarwar, et al., 2013**).

II. Généralité sur blé dur

Le blé appartient à la famille des Graminées et comprend plus 10 000 espèces différentes. *Triticum* est un exemple typique d'allopolyploïdie, dont les gènes homologues sont issus de l'hybridation interspécifique de la même famille (**Levy et Felman, 2002**). Le blé dur (*Triticum turgidum*ssp. *durum* Desf.) est une espèce allotétraploïde ($2n=28$, AABB) (**Huang et al . , 2002**). La culture du blé dur remonte à la préhistoire. Il s'agit d'une céréale riche en gluten, utilisé pour la fabrication des pains peu levés, des pâtes alimentaires, couscous et boulgour.



Figure 3: Blé dur

1. Classification botanique du blé dur

Le blé dur (*Triticum durum*) est une plante de la classe de Monocotylédones de la famille des Graminées, c'est-à-dire à un groupe de végétaux dont le nom, étymologiquement, signifie "producteur de grains".

Pour cette définition assez floue, les botanistes préfèrent le terme plus précis « Poaceae », se référant à un genre très commun dans la nature (**Mosiniak et al . , 2006**), le tribal *Triticeae* et *Triticum* (**Feillet, 2000**). La famille comprend plus de 600 genres et 5000 espèces (**Feillet, 2000 ; Mac key, 2005**)

Selon **Cronquist (1981)** et **APG III (2009)**, le blé dur est une monocotylédone classée de la manière suivante (**Tableau 2 et Tableau 3**) :

Tableau 2 : Classification de Cronquist (1981).

Régne	Plantae
Sous-régne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida
Sous-classe	Commelinidae
Ordre	Cyperales
Famille	Gramineae
Tribu	Triticeae
Genre	<i>Triticum</i>
Espèce	<i>Triticum turgidum</i>
Sous-espèce	<i>Triticum turgidum</i> subsp. <i>durum</i> (Desf)
Synonymes	<i>Triticum durum</i>

Tableau 3 : Classification de APG III (2009).

Ordre	Poales
Famille	Poaceae

2. Structure et composition biochimique du grain de blé :

2.1. Structure du grain de blé dur :

Les grains de blé mesurent 5 à 7 mm de long, 2,5 à 3,5 mm d'épaisseur et pèsent entre 20 et 50 mg (**Canada, 2006**). Le fruit est appelé caryopse. Ces derniers sont de forme ovoïde avec une cavité longitudinale "rainure" d'un côté et une "brosse" touffue à l'autre extrémité de l'embryon (**Ait-Slimane w ;Ait-Kaki, 2008**).

Les grains de blé sont principalement composés de 3 parties à savoir l'albumine (84%), l'enveloppe ou (13%) et le germe (3%) (**Figure 4**) (**Feillet, 2000**).

➤ L'albumen :

C'est la partie centrale de la graine et représente 80 % à 85 % du poids du grain. Elle est composée d'une série de couches :

- Base protéique (couche d'aleurone) : Très riche en protéines
- Les cellules de l'albumen : l'albumen peut être vitreux et dur (dans le cas du blé dur), ce qui nous donne de la semoule.

➤ Enveloppes

Elles comprennent des couches de cellules superposées :

- Le péricarpe : enveloppe du fruit composée de trois couches, l'épicarpe, le mésocarpe (cellule transversales) et l'endosperme (cellule tubulaire).
- Le tégument de la graine (le testa) : est constitué de deux couche de cellules.
- L'assise protéique : appelée aussi cellule à aleurone qui, botaniquement, est la première couche de cellule de l'endosperme.

Ces enveloppes au cours de la mouture donneront le son qui, à proprement parlé, comprends les enveloppes plus une certaine quantité d'amande farineuse adhérente à l'assise protéique.

Les enveloppes sont riches en matières minérales et ont également des teneurs assez élevées en matières protéiques, en matières grasses et en cellulose. Elles contiennent enfin des

Pigments qui donnent la couleur pourpre des grains et une partie importante des vitamines B1 et B2 (**Feillet, 2000**).

➤ Le germe

C'est l'embryon du grain, il représente moins de 3% du poids du grain. Bien qu'il soit très petit par taille, le germe est la partie la plus riche en nutriments. Comparé aux autres grains, le grain de blé a un sillon, qui est formée par l'invagination de l'enveloppe vers l'intérieur du grain, sur toute la longueur et les côtés du germe, où se trouve le paquet nutritif de la graine. Sa présence détermine la façon dont l'albumen et l'enveloppe sont séparés pour l'extraction de la semoule (**Feillet, 2000**)

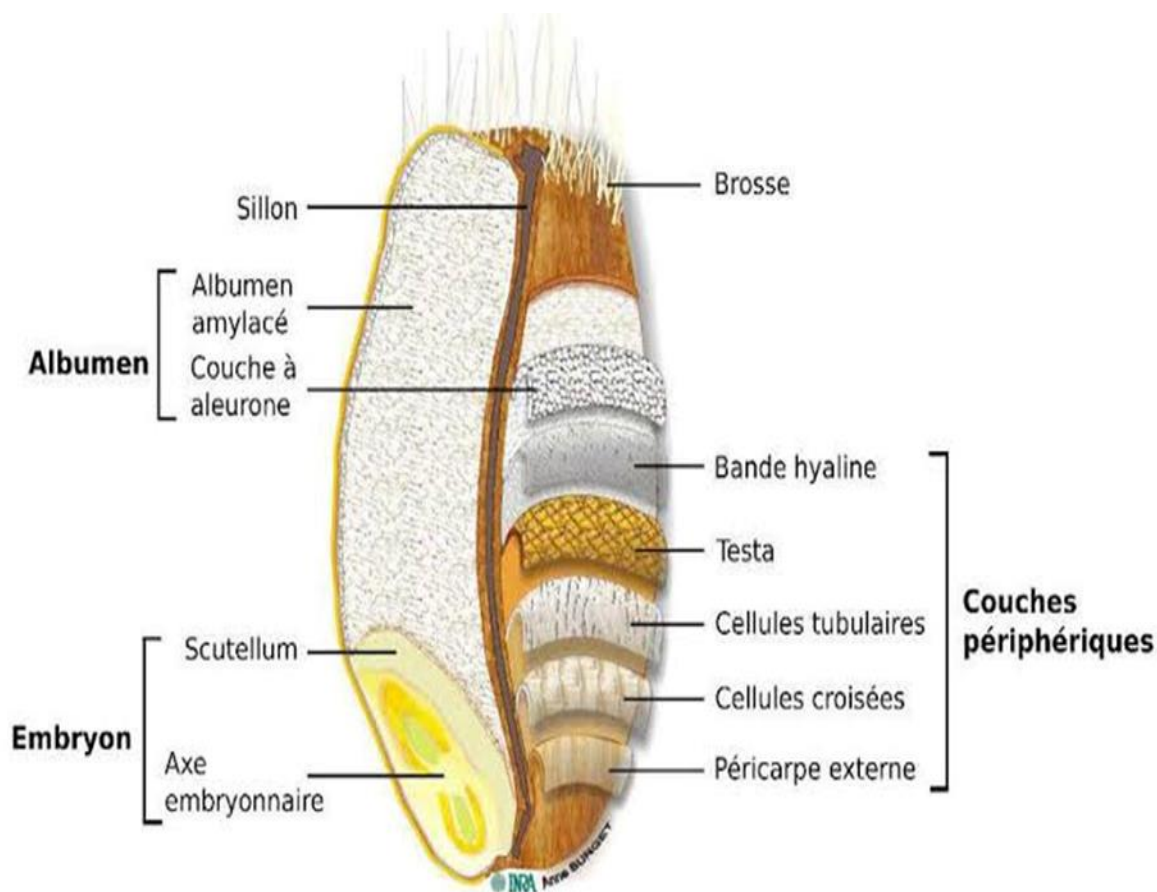


Figure 4 : Structure du grain du blé (Surget et Barron *et al.*,2005)

2.2. Composition chimique de blé dur

Le blé dur est composé d'amidon (70%), protéine (10% à 15%) et pentosane (8-10%) ; Les autres composants sont les lipides, la cellulose, les sucres libres, les minéraux et les vitamines (**Tableau 4**) ; Cette constitution varie selon la variété et les conditions de croissance. (**Feillet, 2000**).

Les grains de blé entier diffèrent de la semoule en raison de l'élimination des enveloppes et des germes lors du processus de broyage. Par conséquent, la valeur nutritionnelle de la semoule est réduite. Le blé dur est parmi les céréales qui possèdent des propriétés plastiques et qui permettent la fabrication du pain, des pâtes et du couscous... etc. (**Fourar, 2011**).

Tableau 4 : Composition chimique du grain de blé

Composants	Teneur (%)
Amidon	67-71
Protéines	10-15
Pentosane	8-10
Cellulose	2-4
Sucre libre	2-3
Lipide	2-3
Minéraux	1,5-2,5

(Feillet, 2000)

Le grain de blé à la récolte peut avoir une teneur en eau comprise entre 15% et plus de 21% ; cette teneur est en fonction du climat des zones de cultures dont la moyenne courante oscille entre 13 à 14% (Okandza, 2000).

3. Utilisation de blé dur

Les grains de blé dur, transformés en semoule sont utilisés pour la fabrication de différentes pâtes alimentaires et le couscous, le blé dur est un aliment énergétique, riche en protéines et en élément minéraux (Mg, P, Zn et K). Les résidus de la mouture des grains (son) sont utilisés dans l'alimentation humaine et animale, il permet d'ajouter des fibres aux aliments, les résidus de récolte du blé dur (pailles et chaumes) constituent une source d'alimentation du bétail et la paille également utilisée comme litière pour les animaux.

Par ailleurs, les produits du blé (gluten et amidon) sont aussi utilisés dans la fabrication des produits de beauté, des films et sacs de plastiques, des savons, des produits en papier, de la colle, etc. (Amrani, 2006)

4. Aspects qualitatifs du blé dur

Les contraintes et les objectifs des partenaires de la filière céréalière et l'orientations des grains et dérivés constituent les principaux déterminants de la qualité des blés. Cette dernière englobe plusieurs aspects à savoir agronomique, technologique, nutritionnel, alimentaire ...etc. (Moukhtari, 2013)

4.1. Qualité agronomique

Dans la filière céréalière, la rentabilité dépend de la qualité de la récolte. Cette dernière est assurée par des contrôles réguliers pendant et en fin de chaque campagne. **(Bonjean et Picard, 1990)**

4.2. Qualité technologique

Appelé aussi qualité industrielle, elle rend compte de la valeur d'utilisation réelle des produits, elle intéresse en particulier les sélectionneurs, les utilisateurs (semouliers, pastiers) et les consommateurs. Les utilisateurs de blé dur désirent obtenir, un rendement élevé en semoule, en pâtes alimentaires résistantes aux chocs, fermes après la cuisson, à goût agréable et possédant au moment de la vente une belle couleur ambrée. La qualité technologique des blés durs est classiquement subdivisée en valeur semoulière et pastière. **(Salmi et Merbah, 2015)**

4.2.1. Valeur semoulière

Selon Abecassis (1991), la valeur semoulière du blé dur peut être définie comme l'aptitude d'un blé dur à donner un rendement élevé en semoule de pureté déterminée. Elle dépend en fait de trois groupes de facteurs à savoir :

- Facteurs liés aux conditions de culture et de récolte
- Facteurs qui englobent des caractéristiques qui dépendent davantage de la nature du blé dur, exemple : la valeur albumen/enveloppes, la friabilité de l'albumen et la facilité de séparer l'albumen et les enveloppes.
- Facteurs essentiellement règlementaires, il s'agit de la richesse en matière minérales.

4.2.2. Valeur pastière

La qualité pastière fait référence à la capacité des variétés de blé dur à être transformées en semoules et en pâtes alimentaires qui présentent certaines caractéristiques spécifiques. Ces caractéristiques comprennent principalement l'aspect visuel de la pâte à l'état cru, tel que sa couleur, sa texture et sa consistance. De plus, la qualité pastière concerne également le comportement de la pâte pendant et après la cuisson qui sert à rendre l'amidon plus digestible, changer la texture de la pâte et leur conférer les caractéristiques désirées par le consommateur **(Feillet, 2000)**.

4.3. Qualité alimentaire

La qualité alimentaire comprend 4 aspects indissociables : la qualité nutritionnelle, les caractéristiques organoleptiques, la qualité hygiénique et la qualité règlementaire.

4.3.1. Qualité nutritionnelle

Le grain de blé, en tant qu'organe de réserve de la plante, est une source riche en amidon qui lui confère une teneur élevée en énergie, représentant environ 20% des calories totales de l'alimentation. En plus de cela, le blé contribue de manière significative à l'apport en protéines. Cependant, il contient également un complexe protéique appelé gluten, qui a une valeur calorique basse mais est apprécié pour la qualité de son albumine et de sa globuline. Malheureusement, la forte proportion de gluten par rapport à l'albumine et à la globuline rend le blé relativement déficient en acides aminés essentiels tels que la lysine et le tryptophane, ce qui limite également l'efficacité biologique des protéines. **(Bourdeau, 1992)**

4.3.2. Caractère organoleptique :

Les caractéristiques sensorielles des produits à base de blé dur revêtent une grande importance en termes d'exigences commerciales. Cependant, cette qualité est particulièrement sensible aux altérations. En effet, les facteurs physico-chimiques tels que l'humidité et la chaleur peuvent altérer la qualité des produits à base de blé dur en générant des odeurs désagréables ainsi qu'en modifiant leur texture et leur couleur. De plus, ces altérations peuvent également se produire en cas d'infestation par des rongeurs, des insectes présents dans les stocks et leurs débris, ainsi que des acariens. De plus, l'utilisation de produits phytosanitaires destinés à maintenir la stabilité des produits pendant leur stockage peut également contribuer à cette détérioration. **(Justine, 2018).**

4.3.3. Qualité hygiénique :

La qualité hygiénique est une exigence de sécurité en principe absolue, elle garantit l'absence de produits pathogènes dans les grains et dérivés (micro-organismes, toxines, souillures animales, résidus de traitements des récoltes, résidus des pesticides, métaux lourds, ...etc.) L'état sanitaire général d'un lot de grains est une résultante complexe, descriptive de l'état de santé réel des grains, dont l'appréciation nécessite la détermination à l'aide de critères objectifs des aspects suivant :

- L'état physique du grain ; teneur en eau, température, propriété (grains cassés, grains étrangères), masse volumique ; cela correspond assez bien aux propriétés retenues pour le classement des grains dits sains, loyaux et marchands tel qu'on le pratique dans différents pays (agrégés)
- L'état biochimique : niveau d'activité enzymatique, amyélinique en particulier. **(Charlotte, 2022)**

4.3.4. Qualité règlementaire

Elle se définit de manière administrative et englobe l'ensemble des critères qualitatifs qui font que le lot est sain, loyal et marchand ou conforme. Ces critères sont établis en fonction de l'orientation des produits : semence, stockage, transformation, alimentation humaine ou animale. **(Feillet, 2000)**

Suivant les pays, les critères optés sont variables et font l'objet d'une législation.

La filière céréales comporte de nombreux partenaires qui présentent une diversité des exigences, des contraintes et des objectifs et une certaine autonomie les uns par rapport aux autres, pour promouvoir une politique de la qualité, un compromis permanent doit exister entre les caractéristiques souhaitées par chacun des maillons de la filière, compromis qui ne peut être que le fruit de la négociation.

5. La production du blé dur

5.1. Le blé dur dans le monde :

La culture vivrière est un secteur économique important à travers le monde. Pendant le siècle dernier, la production nationale de blé dur ne représentait en moyenne que 5 % de la production mondiale. Cependant, au cours de la dernière décennie, environ 20 % de la production de blé dur a été vendue principalement sur le marché mondial **(Kellou, 2008)**.

Selon les statistiques de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), la production mondiale de blé dur atteindra environ 20 millions de tonnes en 2021 **(FAO, 2022)**. Les principaux producteurs de blé dur sont le Canada, les États-Unis, l'Australie, l'Argentine, la Turquie, l'Algérie et l'Italie **(FAO, 2022)**.

Le Canada est l'un des principaux producteurs de blé dur, avec une production qui dépasse souvent les 4 millions de tonnes. Les conditions climatiques favorables dans les grandes régions des Prairies canadiennes, telles que l'Alberta et la Saskatchewan, permettent une production abondante de blé dur de haute qualité. **(FAO 2022)**

5.2. Le blé dur en Algérie :

Le blé dur occupe une place importante parmi les cultures pratiquées en Algérie, puisqu'il couvre un million d'hectares par an. Néanmoins, la production nationale de blé dur reste faible à mesure que la population augmente et que la demande des consommateurs augmente **(Chellali, 2007)**.

La production intérieure algérienne de blé dur satisfait environ 10 à 11 pour cent de la demande intérieure, le reste étant couvert par des importations. Actuellement, l'Algérie importe environ 5,5 millions de tonnes de blé (dur et tendre) pour répondre à ses besoins, ce qui représente environ 60 pour cent du total du pays. Environ 40 % de la demande de produits à base de blé dur est satisfaite par l'importation de semoule.

(Kellou, 2008).

L'Algérie est l'un des premiers importateurs mondiaux de blé, représentant 65 % du marché africain (Maggie, 2000).

Le tableau 05 ci-dessous présente l'évolution de la superficie, de la production et du rendement du blé dur en Algérie entre 2010 et 2019. Durant cette période, on observe une augmentation de la production, passant de 20 385 000 quintaux à 32 087 678 quintaux. Cependant, cette augmentation est suivie d'une baisse de production. Cette diminution peut être attribuée à la sécheresse, notamment pendant la phase de remplissage des grains, ainsi qu'aux conditions d'installation défavorables de la culture.

Tableau 5 : Evolution de la superficie, production et le rendement du blé dur en Algérie (2010-2019).

Année	Superficie-ha	Production q	Rendement t/ha
2010	1,181,774	20,385,000	17,2
2011	1,230,414	21,957,900	17,8
2012	1,342,881	24,071,180	17,9
2013	1,180,332	23,323,694	19,8
2014	1,182,127	18,443,334	15,6
2015	1,314,014	20,199,390	15,4
2016	1,094,636	19,376,173	17,7
2017	1,175,622	19,909,570	16,9
2018	1,492,547	31,780,207	21,3
2019	1,579,080	32,087,678	20,3

(MADR ,2020)

Chapitre II

Le stockage de blé

I. Généralités sur le stockage

Le stockage est une pratique essentielle qui implique la conservation des produits dans un endroit spécifique pendant une durée définie. Dans le contexte de la commercialisation des céréales, le stockage se réfère à l'acte de placer les céréales dans un entrepôt pendant une période déterminée, en respectant des normes et des règlements garantissant la préservation optimale des grains. **(Panisset et al., 2003)**.

Pendant de nombreuses années, les céréales ont été une source essentielle de nourriture pour les êtres humains et les animaux domestiques. Par conséquent, la survie de millions de personnes repose sur la compréhension des processus de conservation des céréales et la maîtrise des technologies de stockage qui y sont liées. La maturité physiologique des grains joue un rôle crucial dans la préservation de leur qualité, de la récolte jusqu'à leur utilisation. **(Bartali et al., 1994)**. En ce qui concerne la préservation, les bonnes pratiques de conservation visent à préserver la qualité du produit aussi longtemps que possible, sans qu'elle ne se détériore. En Algérie, Le stockage des grains de céréales peut être effectué soit à l'aide de techniques modernes, telles que les unités industrielles, soit en utilisant des techniques traditionnelles à la ferme. Les systèmes traditionnels de stockage des grains de céréales sont généralement mis en œuvre à la ferme, tandis que les systèmes modernes sont utilisés pour le stockage de grandes quantités.

Il est essentiel de connaître l'humidité et la température des grains au moment de la récolte, ainsi qu'avant et après le stockage.

1. L'importance du stockage :

En raison de la différence entre la production saisonnière et l'utilisation continue toute l'année par l'industrie meunière, le stockage à long terme des grains est une pratique courante.

Les réserves alimentaires jouent un rôle vital dans la survie humaine. Depuis la révolution néolithique, le contrôle du stockage des aliments est au cœur de la plupart des organisations sociales, car il englobe trois activités humaines majeures :

- L'aspect alimentaire est essentiel car il permet de préserver les céréales riches en amidon à court et moyen terme en cas de mauvaises récoltes, de pénurie alimentaire ou de conflits.
- Agricole, en veillant à conserver les semences nécessaires à la production de l'année prochaine...

- Commerciale, constituer des stocks de nourriture à échanger. (Matouk, 2019)

2. Mode de stockage :

Le stockage des graines implique leur conservation dans une structure spécifiquement conçue à cet effet. Au fil du temps, les systèmes de stockage traditionnels ont évolué pour s'adapter aux conditions locales. Les méthodes et les types de stockage utilisés diffèrent en fonction de la disponibilité des matériaux de construction. (Kossou et Aho, 1993). Les conditions de stockage sont importantes car si le grain de blé est stocké dans de mauvaises conditions, il existe un risque de germination et de développement de moisissures.

La teneur en humidité du grain la plus appropriée pour le stockage est de 10 à 15 %. Afin d'obtenir le bon taux d'humidité, il est parfois nécessaire de sécher le blé par une ventilation à air chaud dont la température ne doit pas dépasser 65°C pour éviter la détérioration de la protéine de gluten et les enzymes nécessaires à la panification (Dauffi, 1989)

Les céréales sont conservées dans différents endroits selon les besoins, en utilisant généralement deux types de techniques de stockage : les méthodes traditionnelles et les méthodes modernes.

2.1. Les techniques traditionnelles :

En Algérie, les méthodes traditionnelles privilégiées pour le stockage des céréales comprennent l'utilisation des matmoras, des entrepôts souterrains, ainsi que des silos fabriqués en roseau ou à partir de matériaux locaux.

2.1.1. Les entrepôts souterrains (matmoras) :

La salle souterraine est aménagée selon une structure conique sphérique (figure 5 « A »), dont le diamètre est inférieur à 60 centimètres et la profondeur varie de 2,5 à 5 mètres. (Bartali *et al.*, 1994). Une grande quantité de grains est entreposée à l'intérieur de Matmora afin d'en garantir la préservation.

2.1.2. Les Silos en roseau :

La structure cylindrique, communément appelée "sella", présente une forme approximativement cylindrique (figure 5 « B »), avec une hauteur d'environ 1,5 mètre, un diamètre de 1 mètre et un diamètre de 1,2 mètre à mi-hauteur. (Ait-Bella et El

Chapitre II : Le stockage de blé

Arabi, 1993). Sa capacité moyenne est de 15 à 20 mètres cubes et sa structure est conçue pour favoriser la ventilation. Sa durée de vie est estimée à 4 ans (**Bartali et al., 1994**). L'un des avantages significatifs de cette méthode de stockage réside dans son coût abordable. Afin d'améliorer l'efficacité de ce système, il est recommandé d'utiliser un film plastique comme revêtement interne, tandis qu'un mélange de bouse de vache et d'argile peut être appliqué sur la surface extérieure de la selle pour en améliorer les propriétés. (**Ait Bella et El Arabi, 1993**).

2.1.3. Les Silos en matériaux locaux :

Cette méthode est largement utilisée en Chine et récemment adaptée au Maroc (**Ait Bella et El Arabi, 1993 ; Bartali et al., 1994**). Où elle est mise en œuvre à grande échelle. Elle consiste en l'utilisation de cuves circulaires, construites avec des parois en argile-paille renforcées par des cordons de paille disposés en cercles.

(Figure 5 « c »).

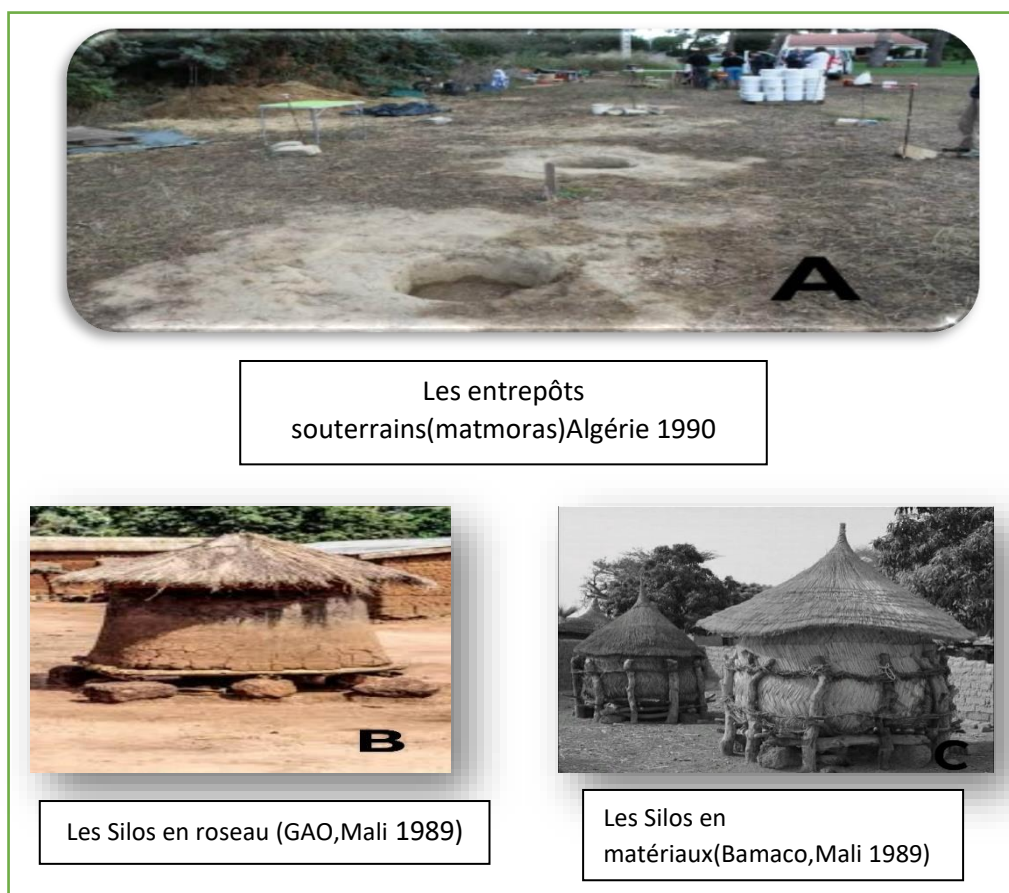


Figure 5 : Méthodes de stockage traditionnelles

Chapitre II : Le stockage de blé

2.1.4. Avantages et inconvénients de stockage traditionnel

Les entrepôts conventionnels présentent de nombreux avantages et inconvénients tels que présentés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Les avantages et les inconvénients de stockage traditionnel

Les avantages	Les inconvénients
-Facilité de construction d'entrepôts à faible coût.	-Difficulté à vider les grains.
-Une isolation thermique élevée.	-Les Dommages causés par l'infiltration d'humidité à travers le sol.
- Fournit une protection contre les attaques de rongeurs, une activité réduite des insectes et une protection contre eux grâce à l'étanchéité à l'air de la zone (quelle zone), ce qui réduit les échanges gazeux avec l'extérieur.	-Certains matériaux utilisés dans la construction des entrepôts empêchent les champignons de se multiplier à la surface, ce qui réduit la concentration d'oxygène dans l'atmosphère interstitielle et ne permet donc pas la bonne conservation du reste du stock.

2.2. Les techniques modernes :

Les silos modernes sont des lieux de stockage de grande dimension fabriqués principalement en métal et en béton armé.

2.2.1. L'entreposage en silo (longue durée)

Un silo est une enveloppe cylindrique en béton armé ou en métal. Leur partie supérieure est fermée par un plancher, sur lequel est monté le dispositif de remplissage des cellules. L'utilisation de silos réduit le travail, augmente l'air de stockage et élimine l'utilisation de sacs coûteux (**Doumaindji et al, 2003**). Il existe plusieurs types de silos, notamment :

- Silos de ferme : Ils peuvent contenir 500 à 10 000 quintaux.
- Silos coopératifs : capacité entre 10 000 et 50 000 quintaux.
- Silos portières : Capacité supérieure à 50 000 quintaux.

Chapitre II : Le stockage de blé

Les silos en béton armé :

Fabriqué en béton armé avec une grande capacité de stockage. Ils se caractérisent par des hauteurs allant de 50 à 70 mètres (*Bartali et al, 1994*)



Figure 6 : Silo en béton armé (CCLS BOUIRA 2023).

Les silos en métal :

Les silos sont construits en utilisant du métal léger, tel que des tôles d'acier galvanisé ou des tôles d'aluminium planes ou ondulées. Ce type de silos présente plusieurs avantages. Tout d'abord, leur montage est généralement facile et rapide. De plus, grâce à la légèreté du métal, ces silos peuvent être construits sur divers types de sols. Cela rend leur installation plus flexible et adaptée à différentes conditions. (*Ait Bella et El Arabi, 1993*).



Figure 7 : Silo métallique (CCLS BOUIRA 2023).

2.2.2. Stockage en sac :

La conservation des grains dans des sacs empilés sur des palettes offre une grande flexibilité et facilite leur manutention. Cependant, il existe un risque élevé d'altération due aux attaques d'insectes et de rongeurs, qui doit être pris en compte. Malgré cela, cette méthode reste la plus économique. (**Appert, 1985**)

Les sacs utilisés pour la conservation des grains sont fabriqués en toile de jute ou en polypropylène dans le cas des semences. Ces sacs sont ensuite entreposés en tas dans différents types de locaux tels que des magasins, des hangars, ou d'autres annexes. Il est courant que ce type de stockage soit temporaire. Cependant, lorsque la production est élevée et que les locaux de grande capacité sont saturés, il devient nécessaire d'utiliser des sacs et des locaux supplémentaires tels que des hangars et des magasins. (**Doumandji et al., 1989**).



Figure 8 : Stockage en sac (CCLS BOUIRA 2023)

2.2.3. Le stockage en vrac :

Les silos verticaux en métal ou en béton armé sont largement utilisés pour le stockage des grains. Bien que cette méthode présente certains inconvénients, tels que la nécessité de vider les sacs à la réception, elle offre plusieurs avantages. Tout d'abord, la manutention des grains est plus rapide dans les silos, ce qui permet d'optimiser les opérations de chargement et de déchargement. De plus, l'utilisation de silos limite les risques d'attaques d'insectes et de dégâts causés par les rongeurs, ce qui contribue à préserver la qualité des grains stockés. Cependant, il convient de noter que cette méthode est moins flexible par rapport à l'utilisation de sacs empilés sur des palettes. (**Appert, 1985**).

Chapitre II : Le stockage de blé

Le stockage en plein air

Le stockage en plein air est souvent utilisé comme une solution temporaire. Pour prévenir l'humidité du sol, il est recommandé de disposer la production sur des palettes ou de la placer sur des bâches. De plus, pour une protection supplémentaire contre les intempéries, il est possible de recouvrir la production avec des bâches.



Figure 9 : Stockage dans des sacs en plein air (CCLS BOUIRA 2023).

2.2.4. Avantages et inconvénients de stockage moderne :

Les entrepôts modernes présentent de nombreux avantages et inconvénients tels que présentés dans le tableau 7.

Tableau 7 : Les avantages et inconvénients de stockage moderne

Avantages	Les inconvénients
-Montage souvent facile et rapide	-Joints déficients entre les toiles laissant s'infiltrer l'eau de la pluie
-Construction légère ce qui permet d'implanter un silo sur des sols de mauvaise portance	-La faible isolation des sacs contre l'humidité, la température, et les différents déprédateurs (insectes, oiseaux, rongeurs.)
-Construction moins coûteuse	-Opération de chargement et déchargement difficile
-Le stockage en sac permet d'employer des bâtiments existants	-La nécessité d'une main d'œuvre importante et entraîné qui augmente le coût de cette opération
-Les sacs de jute permettent une bonne aération des grains stockés	-Nettoyage des parois dans des conditions difficiles d'accessibilité et de température

Partie

Expérimentale

Chapitre I

matériel et méthodes

Les travaux de cette recherche ont été réalisés au niveau de la **Coopérative des Céréales et des Légumes Secs (CCLS) de BOUIRA**.

1. Présentation de l'entreprise :

La **Coopérative des Céréales et des Légumes Secs (CCLS) de BOUIRA** fait partie de l'**Office Algérien Interprofessionnel des Céréales (OAIC)** a été créé depuis **31/10/1936** sous le nom de **Coopérative de Céréales de la région de BOUIRA**, puis restructurée le **10/07/1964**.

Son rôle principal est le stockage et la commercialisation des céréales et légumes secs. Sa capacité de stockage à travers ses **15 unités** (BOUIRA, AIN Bessam et S.E.Ghozlane) est de **1 080 000.00 Qx (tableau 08)**. En plus de son rôle principal la CCLS de BOUIRA a pour activités importantes :

- La commercialisation des intrants agricoles. (Engrais et désherbants).
- La commercialisation des blés pour les industries de transformation. (Semouleries et minoteries)
- La commercialisation des orges pour les éleveurs de bétail.
- La location du matériel agricole pour les agriculteurs.
- La prestation de services pour le nettoyage des céréales pour la propre production des agriculteurs.

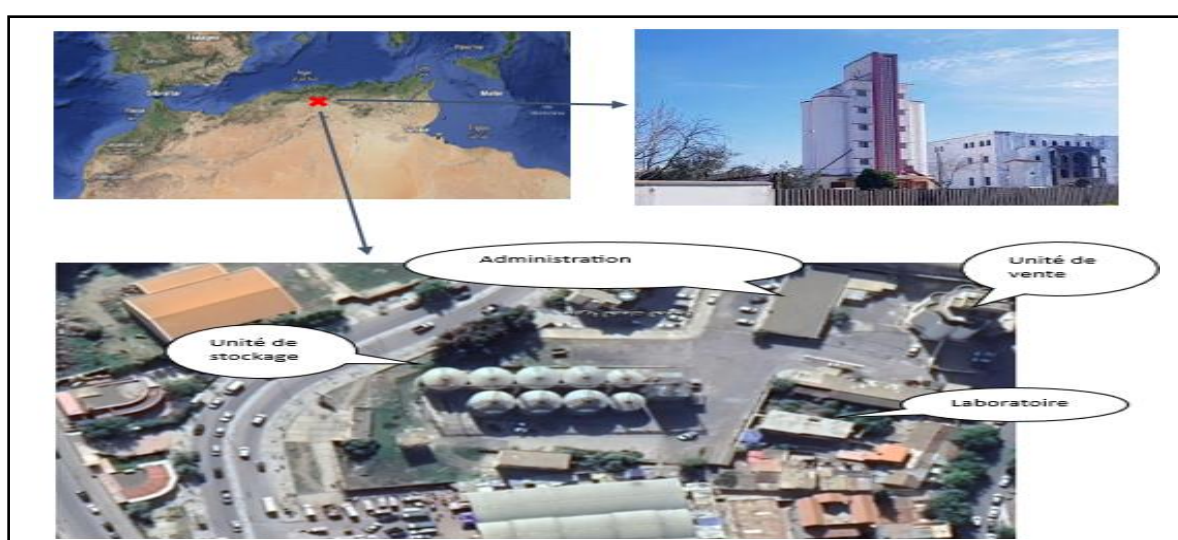


Figure 10 : Présentation du site d'étude (La Coopérative des Céréales et des Légumes Secs (CCLS) de BOUIRA). (Google Arth 2023)

2. Capacité de stockage CCLS de (BOUIRA) :

Tableau 8 : Les capacité de stockage au niveau de CCLS BOUIRA.

Commune	Lieu	Capacité Stockage (Qx)	Type d'infrastructure	Nazture du produit stocké
Bouira	Station de semences BOUIRA	24 000	Dock Béton	Céréales
		40 000	Hangar	Céréales
		15 000	Hangar	Engrais
	Dock béton BOUIRA	20 000	Dock Béton	Céréales
	Métallique BOUIRA	45 000	Dock Métallique	Céréales
	Eriad BOUIRA	90 000	Dock Béton	Céréales
Ain Bessem	Station de semences Ain Bessem	24 000	Dock Béton	Céréales
		15 000	Hangar	Céréales
	Dock N° 01 Ain Bessem	40 000	Dock Béton	Céréales
		75 000	Hangar	Engrais
	Dock N° 02 Ain Bessem	12 000	Dock Béton	Céréales
	Métallique Ain Bessem	150 000	Dock Métallique	Céréales
	Eriad Ain Bessem	350 000	Dock Béton	Céréales
Sour EL Ghozlane	Dock béton S E G	5 000	Dock Béton	Céréales
		5 000	Hangar	Céréales + L S
	Métallique S E G	18 000	Dock Béton	Céréales
		65 000	Hangar	Céréales

3. Matériel végétal

L'étude a été effectuée sur les grains de blé dur d'alimentation et d'agriculture (*Triticum durum*. Desef) importés et locaux de l'année 2022 / 2023, Stocké dans CCLS de la wilaya de BOUIRA.

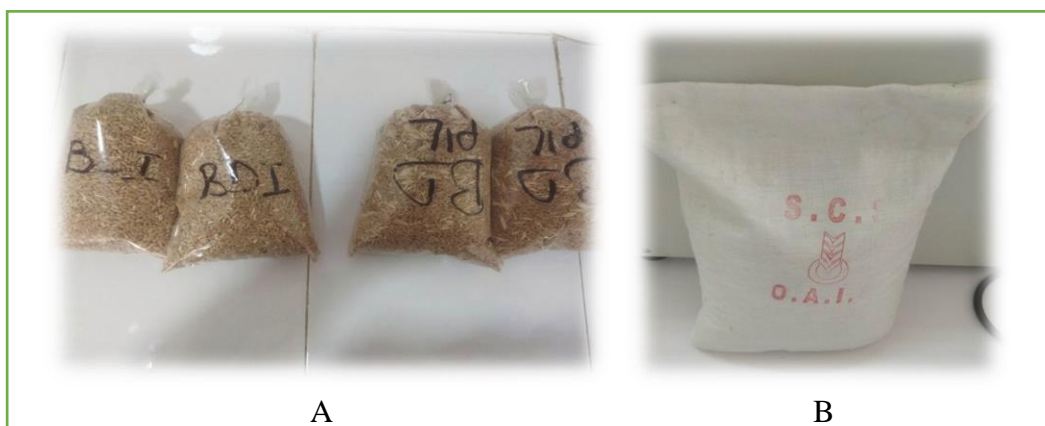


Figure 11 :: Les échantillons de blé dur. (A) blé dur de l'alimentation, (B) blé dur de l'agriculture. (Photo original)

4. Caractérisation des blés étudiés

Une série de paramètres relatifs aux caractéristiques des grains de blé dur ont été évalués.

4.1. Paramètres physiques

4.1.1. Détermination du poids spécifique de blé dur

Poids spécifique (PS) ou densité apparente, est la masse d'un hectolitre de grains exprimée en kilogramme. De nombreuses études ont souligné l'importance de cette mesure qui est

Calculée à partir de la masse de 50 litres (trémie conique) ou d'un litre (Niléalitre) pour les blés durs sur un échantillon débarrassé manuellement des grosses impuretés Selon la norme **(NF EN ISO 7971-3, 2009)**

La détermination du PS (Poids Spécifique) se déroule en suivant les étapes suivantes :

✓ Préparation de l'échantillon :

- . Débarrassage des grosses impuretés de l'échantillon par tamisage sur tamis.
- . Homogénéisation de l'échantillons.
- . Peser 1KG de l'échantillons.

✓ **Phase de détermination :**

- Poser la mesure sur un plan horizontal stable. La trappe étant fermée, emplir cette trémie avec le grain dont on veut connaître le poids.
- Abattre le trop-plein avec une règle et ouvrir la trappe entièrement ; et d'un coup sec, le grain tombe dans la mesure de 1 litre
- Aussitôt après la fin du jet et sans fermer la trappe, araser la mesure.
- Une fois la mesure arasée, on pèse le grain

4.1.2. Détermination du poids du mille grain (PMG)

Le poids de mille grains est une mesure permet de déterminer le poids moyen des mille grains entiers exprimée en grammes, cette analyse est réalisée par comptage automatique (Numigral=appareil automatique) ou manuel. Cette mesure est déterminée selon la norme **(TS EN ISO 7971-1, 2010)**.

Les résultats rapportés à 1000 grains et calculés selon la formule suivante :

$$\text{PMG} = M \times 100 - H / 100$$

M : masse de grain

H : teneur d'eau

4.1.3. L'agréage

Cette opération technique consiste à définir les caractéristiques des grains du blé qui nous renseignent sur la qualité technologique, c'est-à-dire leurs aptitudes à satisfaire les industries de première et de seconde transformation. Cette opération consiste à séparer des grains cassés, mouchetés, avariés, échaudés, attaqués par des insectes, graines étrangères, autre céréale ou autres éléments indésirables dans 100g de blé sale.

L'agréage repose sur la séparation des impuretés d'un échantillon de céréale par tamisage et triage et les classer en catégorie **(ITCF, 2001)**.

100 g de blé du ont été pesés puis Placés dans des tamis verticaux de 3,55mm, 1,9mm, 1,00 mm respectivement et le réceptacle est agité manuellement pendant 45

second avec un mouvement de vas et vient parallèle au sens des fentes, en gardant les tamis dans un plan horizontal.

4.1.4. Détermination du taux de mitadinage :

Le taux de mitadinage est le pourcentage en nombre de grains de blé dur non entièrement vitreux, on compte les grains du blé mitadinés après les coupés avec le farinotome de PHOL (**Doré et Varoquaux, 2006**).

Le farinotome de PHOL se compose de 12 plaques chaque plaque contient 50 alvéoles. Une bonne détermination du taux de mitaine se fait sur un minimum de 600 grains (ITCF, 2001).

Le taux de mitadinage constitue un des principaux facteurs de classification commerciale de blé dur, l'objectif c'est de fabriquer de la semoule et non pas de la farine, donc le blé dur doit être faiblement mitadiné (**Belaid, 2012 ; El Hadeff El Okki, 2018**).

Le principe repose sur l'élimination des impuretés par tamisage et triage à la main puis les grains sont coupés au farinotome de PHOL.

Pour déterminer du taux de mitadinage, il est nécessaire de suivre plusieurs étapes :

Tout d'abord, il faut prélever un échantillon dans un bac et le mélanger soigneusement afin d'obtenir une bonne homogénéisation. Ensuite, une plaque est introduite dans le farinotome, et une poignée de grains est prise sur la grille. Pour s'assurer qu'il n'y ait qu'un grain par alvéole, il faut tapoter vigoureusement. Une fois les grains placés, il faut rabattre la partie mobile pour les maintenir en place. Il est recommandé de préparer plusieurs plaques de cette manière, de sorte qu'au moins 600 grains soient coupés. Une fois que les plaques sont prêtes, il faut compter le nombre de grains qui sont mitadinés, même partiellement. Enfin, il est possible de calculer le pourcentage de grains mitadinés, même partiellement, en fonction du nombre total de grains.

Le taux de mitadinage est calculé par la formule suivante :

$$TM = M \times (100 - L) / 100$$

L = masse des éléments qui ne sont pas des céréales de base de qualité irréprochable en grammes.

M = pourcentage de mitadins même partiels des grains propres examinés.

4.2. Paramètres chimiques :

4.2.1. Teneur en eau (humidité) :

En général, la teneur en humidité fait référence à la perte de masse, exprimée en pourcentage, Blessé par le produit.

L'appareil H50PFEUFFER, présenté dans (Annexe 01), est spécialement conçu pour la mesure de l'humidité et offre une grande facilité d'utilisation lors des mesures rapides.

Remplir l'échantillon au bas de la cellule de mesure, nous enveloppons la cellule de mesure jusqu'au point d'arrêt. A l'aide d'un rochet, nous mettons la cellule de mesure sur l'appareil et tournons la clé vers le produit à mesurer. Le blé, la semoule, la farine, et on appuie sur le bouton d'échelle et ça donne le résultat.

4.2.2. Mesure de pH :

Le pH représente le potentiel hydrogène et est une mesure de l'activité chimique des protons ou des ions hydrogène dans une solution. En solution aqueuse, ces ions existent principalement sous forme d'ions hydronium (hydrate H^+ ou H_3O^+).

Le pH sert à mesurer l'acidité ou la basicité d'une solution.

Afin de déterminer le pH des échantillons étudiés, une solution est préparée en mélangeant 45 ml d'eau distillée avec 5 g d'échantillon. Après une heure de repos avec une agitation continue, la mesure du pH est effectuée à l'aide d'un pH-mètre de type Hanna pH 209. (Multon J, 1982)

4.3. Paramètre Microbiologique

4.3.1. Recherche de moisissures potentiellement dangereuses sur les grains de blé dur étudiés.

Un grain de céréale peut être porteur de nombreuses spores de moisissures, mais la plupart d'entre elles ne représentent aucun danger pour la stabilité du produit pendant le stockage ni pour la santé du consommateur.

Les espèces réellement dangereuses sont celles qui ont la capacité de se développer sur les grains dans des conditions de stockage normales. Pour le blé, ces espèces commencent généralement leur développement au niveau du sillon. Afin de les mettre en évidence, il est nécessaire de débarrasser les grains des espèces de moisissures sans intérêt qui accompagnent normalement les poussières en surface. Si ces moisissures sans intérêt n'étaient pas éliminées, leur croissance rapide dans les milieux de laboratoire pourrait entraver le développement des espèces dangereuses.

La méthode consiste à laver minutieusement les grains pour éliminer les moisissures sans intérêt ainsi que les poussières en surface. Ensuite, les grains sont disposés sur un milieu nutritif gélosé approprié dans des boîtes de Petri. Après une période d'incubation, on observe attentivement s'il y a un développement éventuel de moisissures. Si des moisissures apparaissent, elles sont isolées en vue d'une étude et d'une identification éventuelle. (Akinrinde et al, 2020)

Mode opératoire :

La recherche de moisissures potentiellement dangereuses sur les grains de céréales se déroule en plusieurs étapes.

- Prélever aseptiquement quelques grains de la céréale à étudier.
- Les placer dans un flacon contenant de l'alcool à 76° ou de l'eau physiologique stérile et agiter légèrement pour débarrasser les grains de leurs moisissures de surface sans intérêt (en cas d'utilisation d'alcool, repasser les grains rapidement dans de l'eau distillée ou de l'eau physiologique stériles sans agitation pour supprimer les restes d'alcool).
- Disposer 4 à 5 grains à l'aide de pinces stériles à la surface d'un milieu PDA dans une boîte de Petri, de préférence le sillon vers le bas ; - Incuber comme précédemment
- Observer le développement éventuel de moisissures partant des grains : on peut regarder les boîtes toutes les 24 heures à partir du 2ème jour.
- Repiquer et purifier les souches en boîte de Petri par les techniques microbiologiques classiques en vue de l'identification et/ou la conservation.

Chapitre II :

Résultats et discussion

I. Résultats d'analyse des grains de blé dur

1. Résultats d'analyse physique des grains de blé dur

1.1. Poids spécifiques

Les résultats relatifs aux PS des différents types de blé dur étudiés (blé d'alimentation importé et local et d'agriculture local) sont illustrés par la figure 11

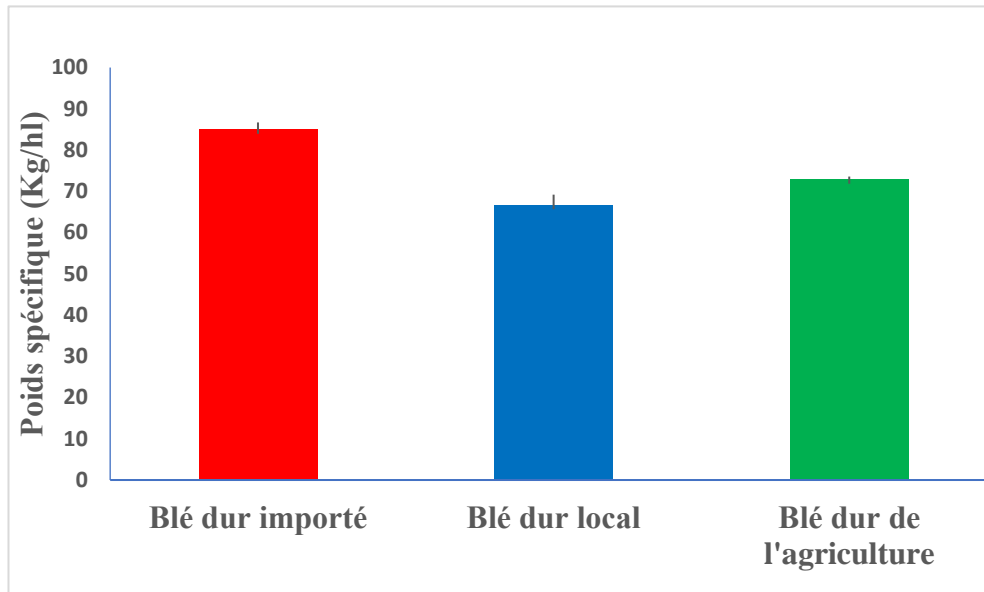


Figure 12 : Les résultats relatifs au le poids spécifique des Grain de blé dur étudiés

Les résultats de PS que nous avons obtenus dans le blé dur importé, local et de l'agriculture sont suivants l'ordre : 84.93 kg/hl, 66.67 kg/hl, 72.83 kg/hl.

Le PS du blé importé est plus élevé de cela du blé de l'agriculture et de blé locale.

Selon JORA. (2007), indique que le poids spécifique doit être 75Kg au minimum. On remarque que le blé dur importé est supérieur à ce seuil, ce conforme à la norme, alors que le blé dur locale et blé dur de l'agriculture est inférieur à ce seuil, ce ne conforme pas à la norme.

Plus le blé est lourd par unité de volume, plus son rendement en farine extraits est grand, dans le cas du blé dur, le poids spécifique demeure utile comme indice de potentiel semoulier ; ça nous permet de classer les différents types de blé dur par ordre décroissant par rapport à leurs poids spécifique :

- ✓Blé dur importé
- ✓Blé dur de l'agriculture
- ✓Blé dur locale

Chapitre II : Résultats et discussion

On constate que Le poids spécifique influence sur le rendement de mouture lorsqu'il augmente le rendement augmente et l'inverse.

1.2. Poids de mille grains

Les résultats relatifs aux poids de mille grain (PMG) des différents types de blé dur étudiés (blé l'alimentation importé et local et d'agriculture local) sont illustrés par la figure 12.

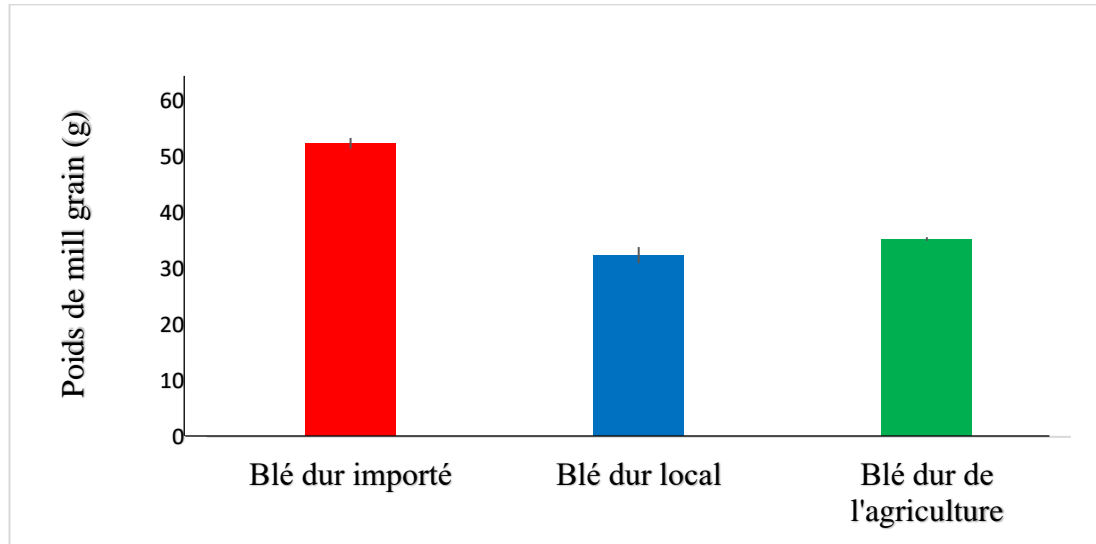


Figure 13 : Les résultats relatifs au poids de Mille grain (PMG) des grains de blé dur étudiés

Les valeurs de PMG des échantillons analysés (blé dur importé, local et de l'agriculture) sont de : 52,41 g 32,44 g 35,32 g respectivement.

Pour les types de blé dur étudiés il apparait de première vue que le PMG de blé dur importé est le plus élevé par rapport aux autres blés durs.

Les types de blé dur étudiés ont un poids de Mille grain sur matière sèche élevé (entre 32-52g) mais on peut classer par rapport au PMG sur matière sèche les différents types de blé dur par ordre décroissant suit :

- ✓Blé dur importé
- ✓Blé dur de l'agriculture
- ✓Blé dur locale

Selon JORA. (2007), le poids de mille grains doit être 45g au maximum. On remarque que le blé dur importé est supérieur à ce seuil, ce que le rend pas dans la norme, alors que le blé dur locale et blé dur de l'agriculture est inférieur à ce seuil, ce que le rend dans la norme.

Chapitre II : Résultats et discussion

Selon Bennort et Galais (1992), le PMG est une norme qui peut faire face à des fluctuations telles que des accidents physiologiques. En raison du manque d'eau, c'est l'un des facteurs qui travaillent pour sécher l'eau avant la maturité. C'est le facteur déterminant du rendement en semoule.

1.3. L'agrégage

Les valeurs des impuretés rencontrées dans les échantillons étudiés sont récapitulées dans le tableau 9.

Tableau 9 : Les résultats relatifs au classement des impuretés des grains de blé dur étudiés.

Test	L'agrégage grains de blé dur (%)		
	Blé dur Importé	Blé dur Locale	Blé dur de l'agriculture
Moyenne ± écart type			
Prise d'essai	100±0	100±0	100±0
Déchet	0,6435±0,1310	0,3961±0,3551	0,3451±0,1254
Mauvaise arbre	0,1100±0,054	0,0073±0,005	0
Grains cassés	0,1157±0,054	1,7705±0,2454	0,045±0,045
Grains échaudés	1,6258±0,235	9,6854±1,658	0,8852±0,560
Grains mouchetés	0,4436±0,174	0,7574±0,3240	0
Grains piqués	0,0497±0,059	0,0249±0,0257	0
Grains metadynes	0,2778±0,1470	0,9480±0,3460	0

Selon (Feillet, 2000), la présence de ces impuretés dans le blé entraîne une diminution de la valeur commerciale du lot et a des effets néfastes sur la qualité des semoules et des pâtes alimentaires.

En ce qui concerne la production, tous les lots semblaient être exempts d'impuretés significatives, présentant des niveaux minimes de divers contaminants.

Selon ISO 5223-1983(Tamis de contrôle pour les céréales), indique que le pourcentage des grains brisés doit être 6% au maximum. On remarque que les types de blé dur étudiés sont au-dessus de ce seuil, ce conforme à la norme.

Les blés locaux présentent une teneur élevée en grains cassés, ce qui pose un inconvénient tant au niveau du stockage que du moulin, car cela favorise la prolifération insecte nuisibles et de microorganismes. Ces impuretés sont éliminées lors des opérations de nettoyage précédant la mouture, ainsi que lors de la fabrication de semoule de blé dur, par exemple. (ITCF, 2001).

Les résultats des 3 types de blé dur sont Conformes à la norme (voir Annexe ...).

1.4. Le taux de mitadinage

Les résultats relatifs au taux de mitadinage de blé dur sont représentés dans la (figure13).

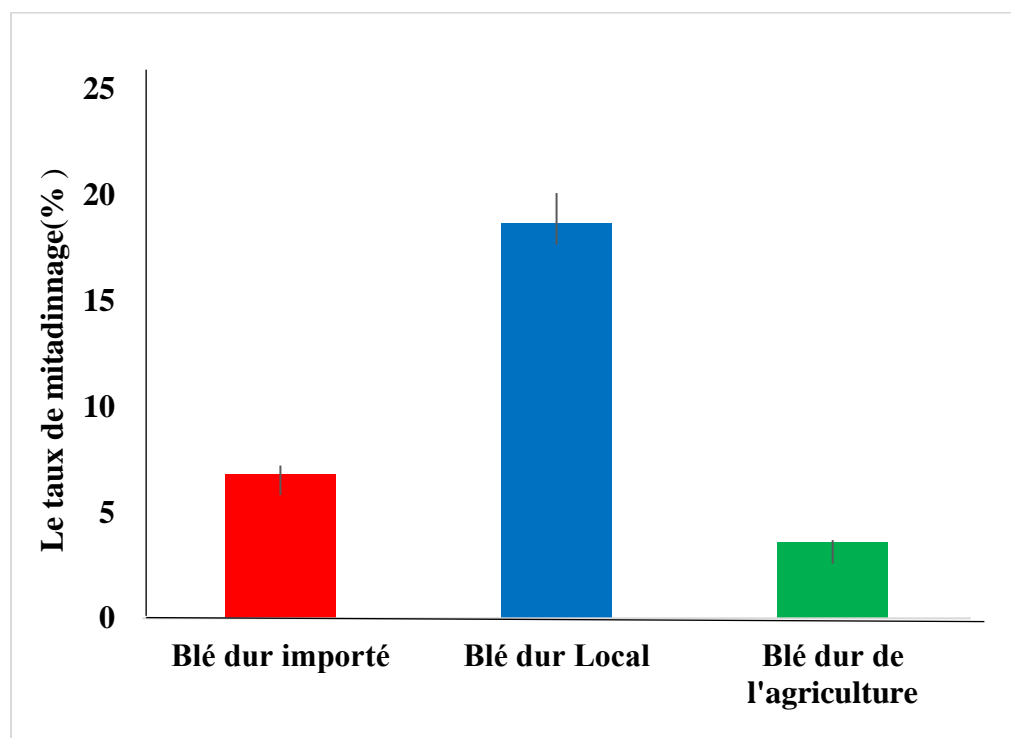


Figure 14 : Résultats relatifs au taux de mitadinage des grains de blé dur étudiés

Les résultats au taux de mitadinage que nous avons obtenus dans le blé dur importé, local et de l'agriculture sont suivants l'ordre : 6,82 % ,18,66 % ,3,59 %.

D'après (JORA 2007), le taux de mitadinage ne doit pas dépassée 27% comme limite maximale. On remarque que les types de blé dur représentent un taux de mitadinage au - dessous de 27 % ce conforme à la norme.

On classe les différents types de blé dur selon un ordre décroissant de leurs taux de mitadinage comme suit :

- ✓Blé dur Locale.
- ✓Blé dur importé.

✓Blé dur de l'agriculture.

La valeur du blé dur local est très élevée par rapport au blé dur importé et blé dur de l'agriculture, ce qui en accord avec les résultats trouvés par (Scotti et Mont, 1997). Ce résultat peut être expliqué par :

- Le manque d'engrais azotés dans le sol.

- Le manque de protéine dans le grain de blé, qui a un rôle important dans la détermination de la qualité de la semoule. Si la protéine est suffisante, l'aspect du grain de blé devient vitreux. Nos résultats restent en conformes avec les normes algériennes.

2. Résultats d 'Analyse chimique des grains de blé dur étudiés

2.1. Humidité :

Les résultats relatifs à l'humidité de blé dur sont illustrés par la figure 14.

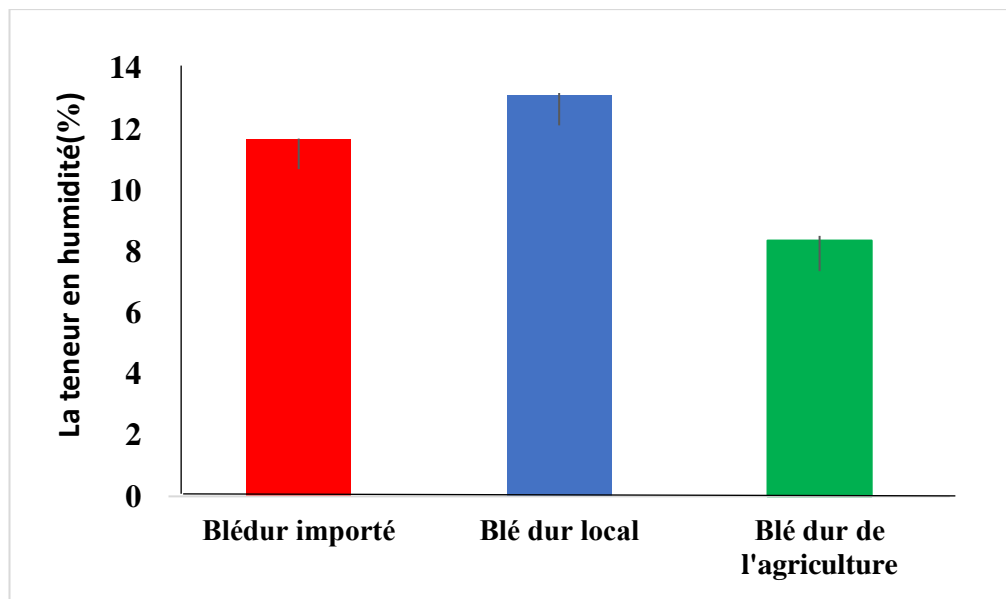


Figure 15: Résultats d'humidité des grains de blé dur étudiés

Les résultats au teneur en humidité que nous avons obtenus dans le blé dur importé, local et de l'agriculture sont suivants l'ordre : 11.7 %, 13.13 %, 8.37 %.

Le classement des différents types de blé dur selon un ordre décroissant par rapport à la teneur en humidité est :

✓Blé dur locale.

✓Blé dur importé.

✓Blé dur de l'agriculture.

Selon (JORA 2007), qui indique que la teneur en eau ne doit pas dépasser

14.5 % comme valeur maximale ; on remarque que les types de blé dur étudiés sont confirmés de ce seuil, ce que les rend conformes aux normes.

Le blé dur de l'agriculture (local) est classé parmi le blé sec. Ceci a été confirmée par Ameer (1993) qui a observé que le blé dur de l'agriculture(local) est moins humide par rapport au blé importé. Ce qui explique que ce dernier a une durée de conservation inférieure et il faut ajouter une petite quantité d'eau lors de l'étape de conditionnement.

2.2. Le pH :

Les résultats relatifs au PH de blé dur sont illustrés par la figure 15.

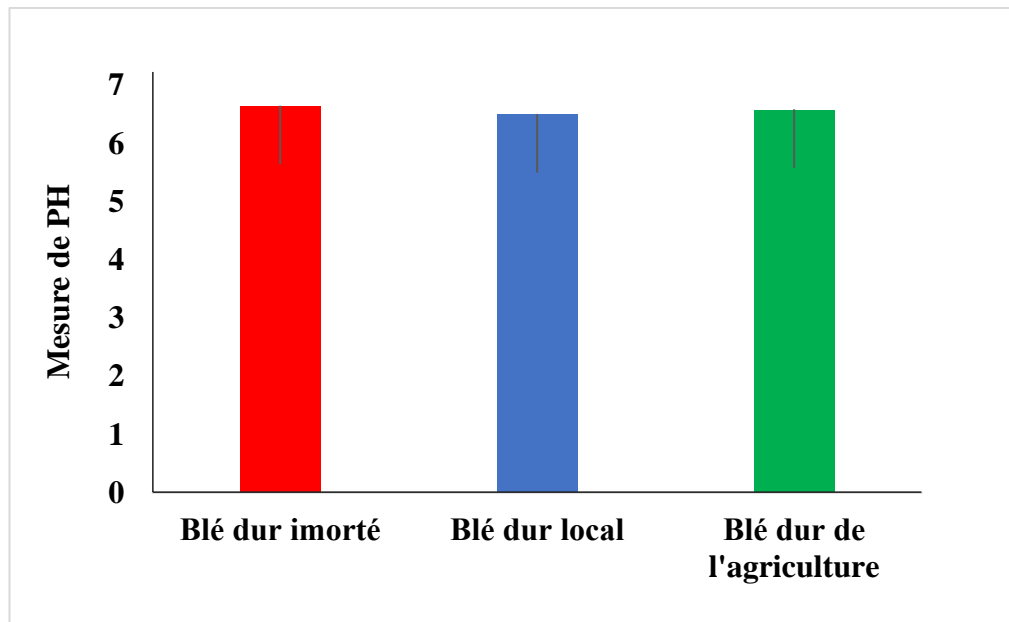


Figure 16 : Résultats de PH des grains de blé dur étudiés

Les échantillons de blé dur présentent en moyenne un pH légèrement acide, avec des valeurs moyennes de 6,64 pour le blé dur importé, 6,50 pour le blé dur local et 6,58 pour le blé de l'agriculture.

Le classement des différents types de blé dur selon un ordre décroissant par rapport à la mesure de PH est :

- ✓Blé dur importé
- ✓Blé dur de l'agriculture
- ✓Blé dur de locale

3. Etude mycologique des grains de blé dur :

Sur les trois échantillons de blé analysés on a pu isoler 15, 20 et 16 souches fongiques à partir des grains de blé dur importé, grains de blé dur local et les grains de blé dur de l'agriculteur, respectivement. (Tableau 10.)

Chapitre II : Résultats et discussion

Tableau 10 : Différents genres fongiques isolés à partir des grains de blé dur local, importé et de l'agriculteur.

	Nombre d'isolats	Genre fongique	Pourcentage
Blé dur importé	15	<i>Aspergillus</i> Section flavi (1)	26,67 %
		<i>Aspergillus</i> Section flavi (2)	
		<i>Aspergillus</i> Section flavi (3)	
<i>Aspergillus</i> Section flavi (4)			
Blé dur importé	15	<i>Rhizopus</i> sp (1)	33,33 %
		<i>Rhizopus</i> sp (2)	
		<i>Rhizopus</i> sp (3)	
		<i>Rhizopus</i> sp (4)	
		<i>Rhizopus</i> sp (5)	
Blé dur importé	15	Inconnue (1)	40 %
		Inconnue (2)	
		Inconnue (3)	
		Inconnue (4)	
		Inconnue (5)	
		Inconnue (6)	
Blé dur local	20	<i>Alternaria</i> (1)	40%
		<i>Alternaria</i> (2)	
		<i>Alternaria</i> (3)	
		<i>Alternaria</i> (4)	
		<i>Alternaria</i> (5)	
		<i>Alternaria</i> (6)	
		<i>Alternaria</i> (7)	
		<i>Alternaria</i> (8)	

Chapitre II : Résultats et discussion

		<i>Mucor</i> (1) <i>Mucor</i> (2) <i>Mucor</i> (3) <i>Mucor</i> (4) <i>Mucor</i> (5)	25%
		Inconnu (1) Inconnu (2) Inconnu (3) Inconnu (4) Inconnu (5) Inconnu (6) Inconnu (7)	35%
Blé dur De l'agriculteur	16	<i>Alternaria</i> (1) <i>Alternaria</i> (2) <i>Alternaria</i> (3) <i>Alternaria</i> (4) <i>Alternaria</i> (5) <i>Alternaria</i> (6) <i>Alternaria</i> (7) <i>Alternaria</i> (8) <i>Alternaria</i> (9) <i>Alternaria</i> (10) <i>Alternaria</i> (11)	68.75 %
		Inconnu (1) Inconnu (2) Inconnu (3) Inconnu (4) Inconnu (5)	31,25 %

Chapitre II : Résultats et discussion

Les résultats obtenus dans cette étude ont montré que les trois échantillons de blé dur analysés sont contaminés par les moisissures. L'analyse mycologique a révélé la présence des genres suivants ; *Alternaria*, *Aspergillus* section *flavi*, *Rhizopus* sp, *Mucor* avec des intensités variables.

Le genre le plus prédominant est *Alternaria*. Selon le tableau ?? les pourcentages de contamination par les *Alternaria* dans le blé local et le blé de l'agriculteur sont suivants l'ordre : 40%, 68,75%.

Le pourcentage de contamination dans les échantillons de blé dur importé, local, et de l'agriculteur); par les souches *Aspergillus* section *flavi*, *Rhizopus* sp, *Mucor* sp, est de 26,67%, 33,33% et 25% respectivement

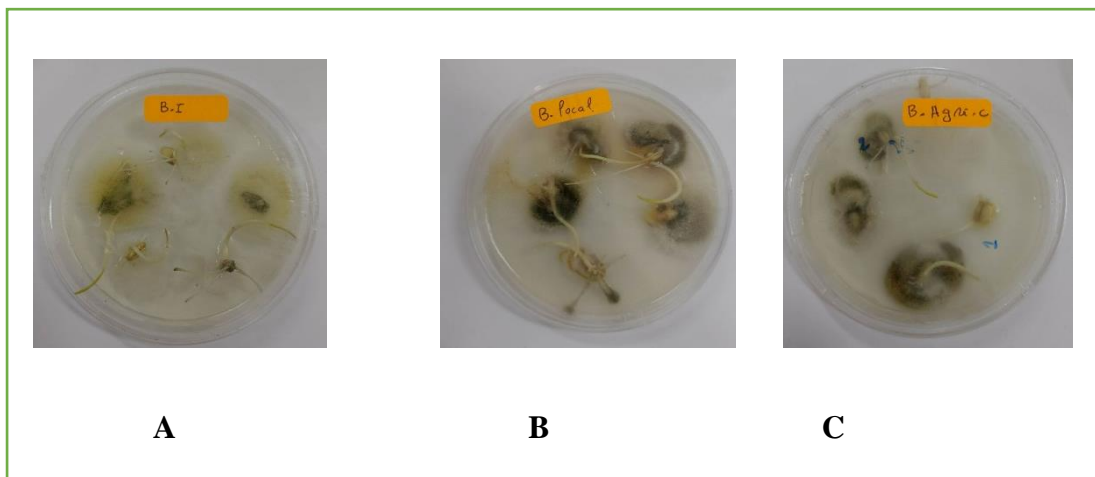


Figure 17 : Souches fongiques isolées à partir de blé importé (A), blé dur local (B) et de blé dur du l'agriculteur (C) après 3jour d'incubation à 30°C sur gélose PDA.
(Photo originale)

Conclusion

Conclusion

Conclusion

Au cours de cette étude, nous avons réalisé une étude comparative entre trois types de blé dur à savoir blé dur d'alimentation local, blé dur d'alimentation importé et blé d'agriculture local stockés au niveau de "CCLS Bouira» afin de déterminer la qualité de ce blé à travers l'évaluation des certains paramètres physico-chimiques et mycologiques.

La caractérisation physique a indiqué que :

- Le blé dur importé présente les valeurs les plus élevées.
- Le poids spécifique de blé dur local et blé dur de l'agriculture est de 66,68 kg/hl et 72,83 kg/hl respectivement qui ne sont pas conforme aux normes algériennes.
- Le poids spécifique de blé dur importé est 84,93 kg/hl qui est conforme aux normes algériennes.
- Le poids de mille grains des échantillons étudiés varie entre 32,44 et 52,41g qui sont conforme aux normes algériennes.
- L'agrégage de trois types de blé étudiés est conforme à la norme ISO 5223-1983.
- Le taux de mitadinage des échantillons de blé analysés sont exemptes des grains nuisibles.
- Le taux des impuretés des échantillons étudiés sont dans la norme (inférieur à 27%).

L'évaluation des paramètres chimiques à montrer que :

- La teneur en eau de blé dur de l'agriculture est très faible comparativement au blé dur importé et local
- Les valeurs de PH des différents échantillons de blé dur étudiés sont légèrement acides

La caractérisation mycologique a indiqué que :

- Les échantillons de blé dur étudiés est diversifiée, Quatre genres de champignons majeurs présente dans notre échantillon qui sont : *Aspergillus flavus*, *Rhizopus sp*, *Alternaria*, *Mucor*.

Conclusion

Selon les normes algériennes (le journal officiel n° 32/1988 1er partie), Les échantillons analysés sont sains, loyaux et marchands et le blé importé est de meilleure qualité.

La progression vers une maîtrise totale de la qualité et de la sécurité sanitaire des stocks de grains nécessite un changement de stratégie, mettant en priorité la prévention des risques. Cela peut être accompli par les moyens suivants :

- Traitement et entretien des locaux de stockage : Il est essentiel de traiter les entrepôts de stockage de manière appropriée afin de prévenir la contamination et de maintenir un bon état des installations.
- Contrôle de la qualité lors de la collecte : Avant le stockage, il est important de contrôler des aspects tels que l'humidité des grains et de les mettre en conformité par le biais de processus tels que le nettoyage et le triage.
- Surveillance des facteurs influençant la qualité des grains stockés : Il est crucial de surveiller attentivement les principaux facteurs qui peuvent affecter la qualité du blé entreposé.

Cela comprend la surveillance régulière des analyses microbiologiques conformément aux normes algériennes publiées dans le Journal Officiel. Il est important de noter que ces analyses microbiologiques doivent être effectuées non seulement sur les grains destinés à la consommation en l'état, mais également sur ceux destinés à la transformation ultérieure. Cela est dû au fait que certains microorganismes tels que les moisissures et les champignons peuvent produire des substances toxiques appelées mycotoxines, qui peuvent rester présentes même après la première étape de transformation, telle que la mouture. En adoptant une approche proactive axée sur la prévention des risques, en traitant correctement les locaux de stockage, en contrôlant la qualité des grains collectés et en surveillant les facteurs influençant la qualité, il est possible de progresser vers une maîtrise totale de la qualité et de la sécurité sanitaire des stocks de grain

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

- ❖ **Appert, J. (1985).** Le stockage des produits vivriers et semenciers. Le technicien de l'agriculture tropicale. Ed. Maisonneuve & Larose. Centre technique de coopération agricole et rurale. 98p.
- ❖ **Abecassis, J. (1991).** Industrie des céréales qualité de blé dur N°72, de la semoule et des pâtes alimentaires. pp 232.
- ❖ **Ait Bella, J ; El Arabi, E. (1993).** Suivi et évaluation des performances de cinq systèmes de stockage de céréales et légumineuses dans le Sais. Mémoire de 3ème cycle IAV, institut agronomique et vétérinaire Hassan II, Dept Equipement Hydraulique, Rabat (Ma), 200p
- ❖ **Amrani M. (2006).** La culture de l'Orge (*Hordeum Vilgare*) Fiche technique de l'Institut Technique des Grandes Culture.
- ❖ **Ait-Slimane-Ait-Kaki S. (2008).** Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologique chez le blé dur en Algérie. Thèse Doctorat en Sciences. Univ. Annaba
- ❖ **APG III. (2009).** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society, 161: 105 121.
- ❖ **Abis S. (2012).** Le blé en Méditerranée : sociétés, commerce et stratégies. Économie et territoire, relations commerciales. CIHEAM. Paris. 241-247.
- ❖ **Alane.F.(2020).** Etude des caractéristiques physico-chimique, rhéologiques et microbiologique des semoules fines complètes destinées à la panification.
- ❖ **Akinrinde, O. E., Ogunbanwo, S. T. (2020).** Mycotoxins in Food: Occurrence, Toxicology, and Detection Strategies.
- ❖ **Boujean. A et picard. E. (1990).** Les céréales à paille origine, historique, économie et sélection Eds Nathan, 235 p.
- ❖ **Boudreau et menard. (1992).** Le blé : éléments fondamentaux et transformation Ed : les presses de l'université LAVAL ; CANADA ; PP 29-32.
- ❖ **Bartali, E.H ; Persoons E ; Verstraeten Ch. (1994).** La conservation des denrées : cas des céréales. In : Agronome Moderne, bases physiologiques et agronomiques de la production végétale. T.E. Ameziane et Persoons (eds). HATIER- AUPELF- UREF (ed). pp : 465-486
- ❖ **Belaid C. (2012).** Etude comparative de quelques caractéristiques technologiques des blés durs locaux et importés destinés à la fabrication de semoule.
- ❖ **Cronquist, A. (1988).** The evolution and classification of flowering plants.
- ❖ **Canadas D. (2006).** Evaluation du procédé Oxygreen® pour son potentiel de décontamination en ochratoxine A du blé. Les effets toxiques liés à une exposition sub-chronique à l'ochratoxine A sont-ils atténués ?
- ❖ **Chellali B. (2007).** Marché mondial des céréales : L'Algérie assure sa sécurité alimentaire.
- ❖ **Charlotte. S, (2022).** Prédire la qualité sanitaire du blé dur
- ❖ **Colin W; Ian B; Diane M; 2017,** Cereal Grains: Assessing and Managing Quality. Second Edition, P832.

Références bibliographiques

- ❖ **Dupin H. (1989).** Les aliments. Ed. Maloine, France ; pp 109.
- ❖ **Doumaïndji a ; doumaïndji s ; doumaïndji b. (2003).** Cours de technologie des céréales. Ed. Office des publications Universitaires Ben-Aknoun-Alger ; pp 01-20.
- ❖ **Doré, C., & Varoquaux, F (2006).** Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées : Editions Quae.
- ❖ **El Hadeï El Okki L. (2018).** Valeurs d'appréciation de la qualité technologique et biochimique des nouvelles obtentions variétales de blé dur en Algérie.
- ❖ **FAO. (1970).** Table de composition des aliments à l'usage de l'Afrique ; FAO, Rome
- ❖ **FAO. (2022).** L'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- ❖ **Favier. J. (1989).** Valeur nutritive et comportement des céréales au cours de leurs transformations. In : Céréales en régions chaudes. Paris : J. Libbey Eurotext, p. 285-297.
- ❖ **Feillet p. (2000).** Le Grain de blé : composition et utilisation, Editions Quae, P.124-128.
- ❖ **Feillet P. (2000).** Le grain de blé : composition et utilisation. INRA. Paris
- ❖ **Fourar R. (2011).** Cours "Agréage et contrôle de qualité" 3eme année technologie des céréales. Département Agronomie, Université Saad Dahlab, Blida.
- ❖ **Justine. D, (2018).** Qualité organoleptique et boulangère des variétés de blé suisses en culture biologique.
- ❖ **Huang, J; Rozelle, S; Pray, C. & Wang, Q (2002).** Plant Biotechnology in China. Sci., 25, pp: 676.
- ❖ **I.T.C.F ;(institut technique des céréales et des fourrages) (2001).** Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux. Lavoisier, France, 266p.
- ❖ **Kellon rym. (2008).** Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation.
- ❖ **Karakas, A. (2011).** Motivational Attitudes of ELT Students towards Using Computers for Writing and Communication. The Journal of Teaching English with Technology, 11(3), 37-53. (2011).
- ❖ **Levy, AA. & Feldman, M. (2002).** The Impact of Polyploidy on Grass Genome Evolution ". Plant physiol., 130 : 1587-1593
- ❖ **Moule.C.(1971).** Article, Céréales
- ❖ **Multon J. L., (1982).** Conservation et Stockage Des Grains et Graines et Produits DerivésCéréales, oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux. Ed. Lavoisier, Paris, 576 p.
- ❖ **Maggie, L. (2000).** Le blé dur en Afrique du Nord. Agriculture et Agro-alimentation Canada. Modules / actualites /article/mes-mrches-preparer-et-ac/Montréal
- ❖ **Mac Key J. (2005).** Wheat: Its concept, evolution, and taxonomy. In : Conxita
- ❖ **Mosiniak M ; Prat R ; et Roland J.C ; 2006,** Biologie et Multimédia. Université Pierre et Marie Curie.

Références bibliographiques

- ❖ **Molkhou P (2007)**. Intolérance et allergie au blé, Journal de pédiatrie et de puériculture, 20 : 228-232
- ❖ **Moukhtari.F.(2013)**. Contrôle de qualité et comparaison entre deux types de couscous de blé dur. université saad –dahleb
- ❖ **M. A. D. R (2019)**. L'agriculture et de développement rurale.
- ❖ **M. A. D. R (2020)**. L'agriculture et de développement rurale.
- ❖ **MATOUK, (2019)**. Les procédés de conservation des céréales et les moyennes de stockage au niveau de la coopérative des céréales des légumes secs (CCLS) de Tizi-Ouzou.
- ❖ **Nastam, S. (1989)**. Structures de stockage.
- ❖ **Okandza Y. (2000)**. Caractérisation technologique et biochimique de quelques variétés de blés durs Algériens. Thèses Magistère. I.N.A. Alger.
- ❖ **OCDE/FAO. (2019)**. Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO, Statistiques agricoles de l'OCDE (base de données)
- ❖ **Panisset, J.-C., Dewailly, E., Doucet-Leduc, H. (2003)**. Contamination alimentaire. In environnement et santé publique : fondements et pratiques. Ed. TEC et DOC. 1023 p.
- ❖ **Sigaut ; F. (1978)**. Les réserves de grains à long terme. Technique de conservation et fonctions sociales dans l'histoire ;148p
- ❖ **Soltner. (2000)**. Les grandes productions végétales, Ed. Sciences et techniques agricoles, 20ème éd, p.23,31,37.
- ❖ **Surget a, barron c. (2005)**. Histologie du grain de blé. Industrie des céréales, 3-7 p.
- ❖ **Sarwar M.H., Sarwar, M. F., Sarwar, M., Qadri, N. A., Moghal, S., (2013)**. The importance of cereals (Poaceae: Gramineae) nutrition in human health: A review. Journal of cereals and oilseeds, 4(3) : 32-35.
- ❖ **Salmi M. et Merbah S. (2015)**. Etude de la qualité globale de semoule du commerce algérien. Mémoire d'ingénieur en agronomie, p57.

Les annexes

Les annexes

ANANEXE 01

I. Matériel et produit utilisé pour les paramètres relatifs aux caractéristique des grains de blé dur.

A. Matériel :



Niléma-litre



Diviseur d'échantillons



Balance précise à 0.01



Assiette de métal



Les tamis (150,200,360,450)

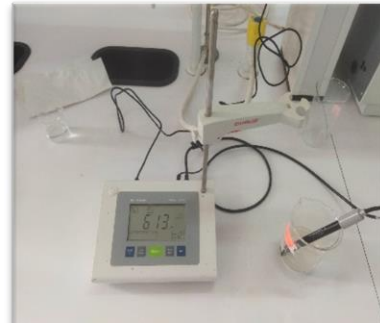


Balance précise à 0.001 g

Les annexes



**Plaque
chauffante agitatrice**



PH-mètre



Farinotome de pohl



Incubateur



H50PFEUFFER

Les annexes

B. Les Accessoires :

- . Pince**
- . Scalpel**
- . Cuvette**
- . Burette 10 ml**
- . Becher**
- . Boîte pétrie**
- . Spatule**
- . Flacon**

C. Produits et réactif utilisé :

- . Produit analysé : blé dur**
- . L'eau distillée**
- . L'eau physiologie**
- . Milieu de culture PDA**

Les annexes

ANANEXE 02

I. Les résultats des analyses physico-chimique de blé dur :

- Les Résultats de poids spécifique(g/l) :

Type de blé	1essai	2essai	3essai
Blé dur importé	869	844	835
Blé dur Locale	690	670	640
Blé dur de l'agriculture	720	731	734

- Les Résultats de poids de mille grains de blé dur (grain) :

Type de blé	1essai	2essai	3essai
Blé dur importé	387	374	384
Blé dur locale	610	594	648
Blé dur de l'agriculture	562	565	572

- Expression des résultats :

$$\text{Masse de 1000 grains tels quels} = \frac{m_0 \times 1000}{N}$$

m_0 : Masse des grain entiers (en gramme)

N : nombre des grains contenus dans m_0 .

- Les résultats de taux de mitadinage de blé dur (%) :

Type de blé dur	1essai	2essai	3essai
Blé dur importé	7.14	6.95	6.38
Blé dur locale	17.41	18.38	20.23
Blé dur de l'agriculture	3.5	3.55	3.71

Les annexes

- **Expression des résultats :**

On calcul le pourcentage de grains mitadiné qui est le rapport entre le nombre des grains mitadiné comptabilisés et les 600 grains coupés, mitadins même partiels en pourcentage (%) de la prise d'essai (ITFC,2001).

$$*NGM / NT *100$$

NGM : nombre des grains mitadinés

NT : nombre totale des grain coupés

- **Les résultats de la teneur en humidité (%) :**

Type de blé dur	1essai	2essai	3essai
Blé dur importé	11.7	11.7	11.7
Blé dur locale	13.20	13.10	13.10
Blé dur de l'agriculture	8.40	8.20	8.50




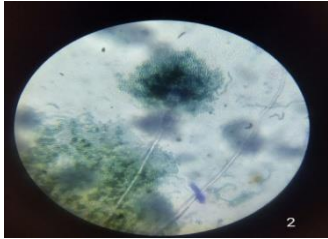

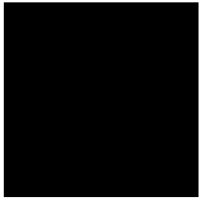
- **Les résultats de PH :**

Type de blé dur	1essai	2essai	3essai
Blé dur importé	6.65	6.64	6.64
Blé dur locale	6.51	6.50	6.50
Blé dur de l'agriculture	6.59	6.58	6.58





Les annexes

II. Les résultats des analyses microbiologique de blé dur :

- Les résultats microbiologiques de blé dur importé :

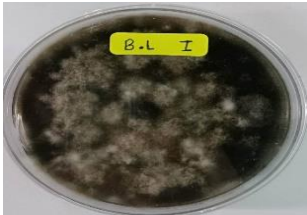
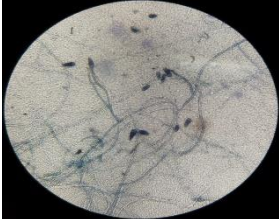
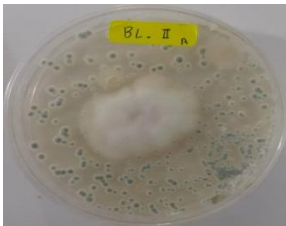
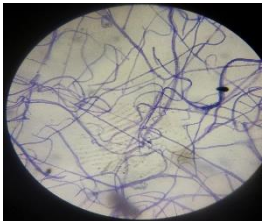

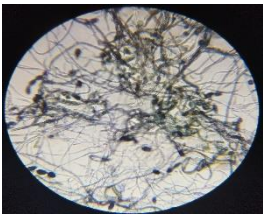
Type de blé	N° de boite	Macroscopique	Microscopique
Blé dur importé	I		
	II		
	III		

Les annexes


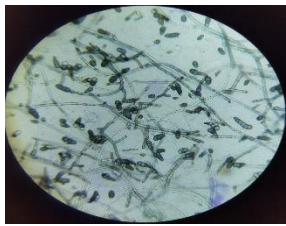
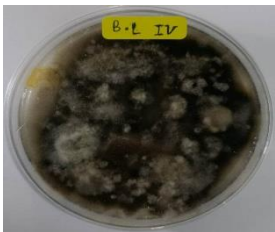

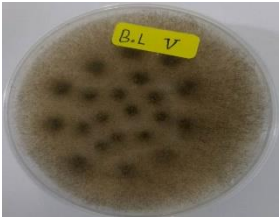

	<p>IV</p>	 <p>A petri dish containing a white agar medium with several distinct, circular, yellowish colonies of varying sizes. A small number '4' is visible in the bottom right corner of the image.</p>	 <p>A circular micrograph showing a dark, dense, fuzzy mass, likely a fungal colony, against a light background. A small number '4' is visible in the bottom right corner of the image.</p>
	<p>V</p>	 <p>A petri dish containing a white agar medium with several distinct, circular, brownish colonies. A yellow label with the text 'B.I M' is attached to the top edge of the dish. A small number '5' is visible in the bottom right corner of the image.</p>	 <p>A circular micrograph showing a purple, filamentous structure, likely a fungal hypha, against a light background. A small number '5' is visible in the bottom right corner of the image.</p>

Les annexes

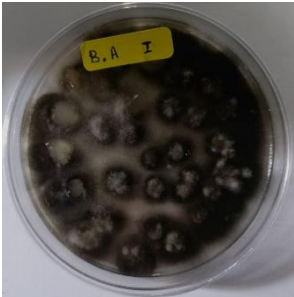

- Les résultats microbiologiques de blé dur locale :

Type de blé	N° de boîte	Macroscopique	Microscopique
Blé dur local	I		
	II a		
	II b		

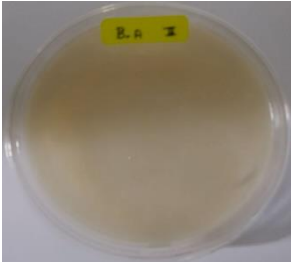
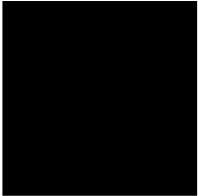
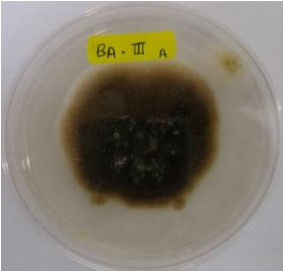

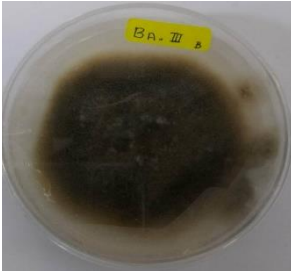

Les annexes

	III		
	IV		
	V		

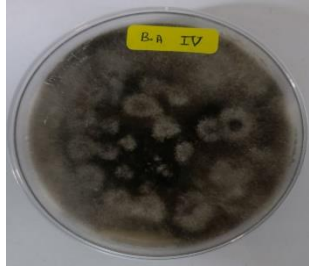
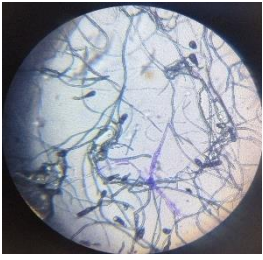


- Les résultats microbiologiques de blé dur de l'agriculture :

Type de blé	N°de boîte	Macroscopique	Microscopique
	I		

Les annexes

Blé de l'agriculture			
	II		
	III a		
	III b		

Les annexes

	IV	 A petri dish containing a dark, fuzzy mold culture. A yellow label at the top reads "B-A IV".	 A circular microscopic view showing a network of thin, branching, light-colored hyphae against a dark background.
	V	 A petri dish containing a dark, fuzzy mold culture. A yellow label at the top reads "B-A V".	 A circular microscopic view showing a network of thin, branching, light-colored hyphae against a dark background.

Les annexes

ANANEXE 03

- **Norme CODEX pour la Blé dur (CODEX 199-1995)**

ANNEX

In those instances where more than one factor limit and/or method of analysis is given it is strongly recommended that users specify the appropriate limit and method of analysis.

Factor/Description	Limit		Method of analysis
	Wheat	Durum Wheat	
1. Minimum test weight: the weight of a hundred litre volume expressed in kilograms per hectolitre.	68	70	The test weight shall be the weight per ISO 7971-1986 expressed in kilograms per hectolitre as determined on a test portion of the original sample.
2. Shrunken and broken kernels: broken or shrunken wheat or durum wheat which will pass through a 1.7 mm x 20 oblong-holed metal sieve for wheat and through a 1.9 mm x 20 oblong-holed metal sieve for durum wheat.	5.0% m/m max	6.0% m/m max	ISO 5223-1983 "Test sieves for cereals".
3. Edible Grains other than wheat and durum wheat (whole or identifiably broken)	2.0% m/m max	3.0% m/m max	ISO 7970-1987: (Annex C)
4. Damaged kernels (including pieces of kernels that show visible deterioration due to moisture, weather, disease, mould, heating, fermentation, sprouting, or other causes.)	6.0% m/m max	4.0% m/m max	ISO 7970-1987: (Annex C)
5. Insect bored kernels: kernels which have been visibly bored or tunnelled by insects	1.5% m/m	2.5% m/m	To be developed

Les annexes

.

.

Résumé

Résumé

Le blé dur est l'une des céréales les plus consommées. bien qu'il occupe une place de base dans l'alimentation des Algériens, sa production locale reste loin de répondre aux besoins par rapport aux pays étrangers, l'Algérie s'efforçant d'importer du blé et d'améliorer ses niveaux de stockage afin de répondre aux besoins. Cette étude vise à comparer le blé dur destiné à la consommation (locale et importé) et destiné à l'agriculture en termes de qualité physique chimiques et microbiologiques. Les paramètres physico-chimiques et microbiologiques ont été déterminés. Les résultats obtenus ont montré que le blé dur importé est de meilleure qualité par rapport au blé local destiné à la consommation et à la culture.

Mots clés :

Blé dur, Qualité physique, Qualité chimique, Qualité microbiologique, Stockage.

Abstract

Durum wheat is one of the most consumed cereals. Although it holds a fundamental place in the diet of Algerians, its local production falls far short of meeting the demand compared to foreign countries, with Algeria striving to import wheat and improve its storage levels to meet the needs. This study aims to compare durum wheat intended for consumption (both local and imported) and for agriculture in terms of physical, chemical, and microbiological quality. Physicochemical and microbiological parameters were determined. The obtained results showed that imported durum wheat is of better quality compared to the local wheat intended for consumption and cultivation.

Keywords:

Durum wheat, Physical quality, Chemical quality, Microbiological quality, Storage.

الملخص

القمح الصلب هو واحد من أكثر الحبوب استهلاكاً على الرغم من أنه يحتل مكانة أساسية في تغذية الجزائريين، إلا أن إنتاجه المحلي لا يفي بالحاجة مقارنةً بالبلدان الأجنبية، حيث تسعى الجزائر لاستيراد القمح وتحسين مستويات التخزين لتلبية الاحتياجات. تهدف هذه الدراسة إلى مقارنة القمح الصلب المخصص للاستهلاك (المحلي والمستورد) والمخصص للزراعة من حيث الجودة الفيزيائية والكيميائية والمكروبيولوجية. تم تحديد المعايير الفيزيوكيميائية والميكروبيولوجية. أظهرت النتائج المستخلصة أن القمح الصلب المستورد ذو جودة أفضل مقارنةً بالقمح المحلي المخصص للاستهلاك والزراعة.

كلمات مفتاحية:

القمح الصلب، الجودة الفيزيائية، الجودة الكيميائية، الجودة الميكروبيولوجية، التخزين.