



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي برج بوعريريج

Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi B.B.A.

كلية علوم الطبيعة والحياة وعلوم الارض والكون

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers

قسم العلوم البيولوجية

Département des Sciences Biologiques



Mémoire

En vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences biologiques

Spécialité : Qualité des produits et sécurité des aliments

Intitulé

Caractérisation , identification et étude de la thermorésistance de souches

De *Bacillus cereus* isolées de semoule de couscous

Présenté par : Mme **BEDDAR WAHIBA**

Soutenu le: 13/10/2019

Devant le jury:

Président :	M. ZIAD Abdelaziz	MAA	Univ. de Bordj Bou-Arréridj
Encadrant :	M. ALILI Dahmane	MCB	Univ. de Bordj Bou-Arréridj
Examineur	M.BENSOUILAH Taqyedine	MCB	Univ. de Bordj Bou-Arréridj

Année universitaire : 2018-2019

Dédicace

A mes parents, pour avoir respecté mes choix, pour m'avoir toujours soutenu, encouragé..... Pour m'avoir, sans relâche, donné les moyens d'y arriver. Pour avoir toujours été là, malgré les difficultés.

Merci pour tout ce qui reste à venir.

A ma mère, qui m'a toujours soutenu et encouragé. Merci d'être la meilleure des mamans.

A mon père, qui est pour moi un modèle de réussite et qui pousse toujours à aller plus loin et plus haut. Tu seras présent dans mon cœur je vous aime.

A mon mari , remède de mon trac et de mes ennuis Pour son soutien qui me fait une main-forte Pour sa présence à mes côtés tout au long des moments difficiles.

A mon fils : AMIR

A mes frères : WALID et OUSSAMA

A ma sœur : HANAN.

A tout ma famille.

WAHIBA

Remerciements

Je remercie avant tout ALLAH le tout puissant, de m'avoir guidé toutes les années d'étude et m'avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail.

Au terme de ce travail, je tiens à remercier mon enseignant et mon promoteur Dr ALILI Dahmane, maître de conférences B à l'Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi de B.B.A., pour avoir encadré ce travail. Je tiens à vous remercier pour votre aide précieuse, vos conseils, votre objectivité, votre disponibilité, votre rigueur scientifique qui a fait progresser ce travail. Il m'est aussi d'un agréable devoir de vous adresser un grand merci pour la sympathie, la confiance et la liberté d'action dont j'ai bénéficié tout au long de ce mémoire. Soyez assuré de ma sincère estime.

Je tiens à remercier Dr ZIAD Abdelaziz maître assistant A à L'université Mohamed El Bachir El Ibrahimi de B.B.A. Pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant de présider le jury.

Je tiens à remercier M. BENSOUILAH Taqyedine, , maître de conférences B à l'Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi de B.B.A pour l'honneur qu'il nous fait en acceptant d'examiner notre modeste travail.

Je tiens à remercier en outre tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

WAHIBA

TABLES DE MATIERE

Liste des tableaux	I
Liste des figures	II
Liste des abréviations	III
INTRODUCTION GENERALE.....	01

Partie I : Synthèse bibliographique

1. Généralité sur le blé.....	03
1.1 Origine et histoire.....	03
1.2 Production et consommation du blé.....	04
1.2.1 Culture de blé.....	04
1.2.2 Production mondiale des graines de blé.....	06
1.3 Les principales variétés cultivées de blé.....	07
1.4 Le traitement post-récolte du blé.....	08
1.4.1 Récolte.....	09
1.4.2 Stockage.....	09
1.5 La transformation technologique des graines de blé.....	10
1.6 Utilisations du blé.....	12

Partie II: Matériel et méthodes

1. Matériel végétal.....	13
2. Méthodes d'études.....	14
2.1. Critères de qualités et méthodes d'appréciation.....	14
2.1.1. Les paramètres relatifs aux caractéristiques physiques des grains.....	14
2.1.1.1 Détermination du taux de mitadinage.....	14
2.1.1.2 Détermination du poids de mille (1000) grains.....	15
2.1.1.3 Mesure de la masse volumique ou Le poids spécifique (PS).....	16
2.1.1.4 Teneur en eau.....	17
2.1.2. les paramètres relatifs aux caractéristiques biochimiques des grains.....	18
2.1.2.1. Analyse technologique.....	18
2.1.2.1.1. Analyse dans le proche infra rouge (NIRS).....	18

2.1.2.1.2. Teneur de protéines.....	18
2.1.2.1.3. Taux d'Humidité (H).....	20
2.1.2.2. Tests technologiques (Test du Gluten humide).....	20

Partie 3 : Résultats et discussion

1. Les Analyse physico-chimiques des grains des variétés étudiées.....	22
1.2 Taux de mitadinage.....	22
1.3 Poids de mille grains.....	24
1.4 La masse volumique.....	25
2. les paramètres relatifs aux caractéristiques biochimiques des grains.....	27
2.1 analyse technologique.....	27
2.1.1 Dosage de l'humidité.....	27
2.1.2Détermination de la teneur en protéines.....	29
2.2. Test technologique des grains entiers broyés des variétés étudiées.....	30
2.2.1 Teneur en gluten.....	30
2.2.2 Teneur en gluten humide.....	31
Conclusion générale.....	32

Références bibliographiques

Annexes

RESUMES

Liste des tableaux

Tableaux 01 : Classification botanique du blé.....	03
Tableaux 02 : Les prix du blé devraient rester stables et relativement bas en 2016-2017.....	07
Tableaux 03 : Etapes d'un système post-récolte complet.....	08
Tableaux 04 : Utilisation du blé dur.....	12
Tableaux 05: Liste des 7 variétés de la collection des blés durs utilisés dans l'expérimentation.....	13
Tableaux 06: Classification des variétés de blé dur selon leurs poids de milles grains.....	24
Tableaux 07 : Les différentes qualités des blés selon leur richesse en protéines.....	30

LISTE DES FIGURES

Figures 01 : Coupe longitudinale d'un grain de blé.....	05
Figures 02 : : Diagramme industriel simplifié de fabrication de semoules de blé dur modifié.....	11
Figures 03 : Mode opératoire pour déterminer la teneur en protéine avec l'Infratec 1241.....	20
Figures 04 : Taux de mitadinage des grains des variétés étudiées.....	22
Figures 05 : poids de mille grains des variétés étudiées.....	24
Figures 06 : Le poids spécifique des variétés étudiées.....	25
Figures 07 : Teneur en eau des grains des variétés étudiées.....	27
Figures 08 : Humidité des grains entiers broyés des variétés étudiées.....	28
Figures 09 : Teneur en protéines des grains entiers broyés des variétés étudiées.....	29
Figures 10 : Teneurs en gluten humide des grains entiers broyés des variétés étudiées.....	31

LISTE DES ABREVIATIONS

°C: degré Celsius

a W : activité d'eau

E D S : Eau Distillée Stérile

FOA : food and agriculture organisation of the United nations

Hum : Humidité en %

Log : logarithme

Mit Mitadinage

Mouch Moucheture

ORg : organisation

P : probabilité de mettre en évidence des différences

Ph : potentiation hydrogène

PMGh Poids de mille grains humide

Prot Protéine

qx/ha : Quintaux par hectare

RDT rendement en g m⁻²

Significatives

SSP : sous specie

var : variété

INTRODUCTION GENERAL

Les produits céréaliers comme le blé dur constituent la base de l'alimentation humaine dans la plus part des pays du monde du fait qu'elles apportent la plus grande part calorique et protéique de la ration **(GODON, 1981)**.

Le nord de l'Afrique et peut être tout le bassin méditerranéen est riche de toute une gamme de produits céréaliers obtenus de façon artisanale. Ces produits sont à base de plats locaux typique profondément ancrés dans la tradition culinaire et culturelle. L'art culinaire a également excédé dans l'inversion de modes de préparation des plats savoureux et appétissants à base de céréales ou de produits céréaliers **(LARABA, 1989)**.

Le problème posé ces dernières années est l'apparition de variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) caractérisées par une forte productivité mais aussi par une mauvaise aptitude à la transformation industrielle. Aussi, la notion de qualité du grain chez le blé n'est pas encore prise en considération par les pouvoirs publics dans la formation des produits locaux. Le prix d'achat d'un quintal du produit est le même quelque soit leur teneur en protéines, alors que cette teneur est un critère qui fixe le prix du blé dur sur le marché international **(HAMADACHE, 2011)**.

Cette situation oriente d'une part les agriculteurs vers la production en quantité et par conséquent d'avoir des produits de mauvaise qualité, et oblige d'autre part les industries de première transformation à importer du blé dur avec des normes déterminées pour avoir des semoules et des produits de qualité.

Durant ces dernières années, la question de la qualité prend de plus en plus d'importance au niveau des recherches, tout particulièrement dans les programmes d'amélioration génétique. L'amélioration du rendement et de la qualité du blé dur passe donc par la création variétale et le choix de critères fiables pour l'identification de mécanismes d'adaptations aux contraintes environnementales. Parmi ces critères, la stabilité du rendement, la tolérance aux stress abiotiques, la résistance aux maladies en plus d'une bonne qualité technologique. **(HAMADACHE, 2011)**.

C'est cette dernière notion, qui retient plus particulièrement l'intérêt de la présente étude. Parmi les différents facteurs responsables de la qualité, l'influence prépondérante des protéines, et particulièrement celles qui constituent le gluten. Précisément, au niveau de cette fraction, il est possible de distinguer une notion quantitative (teneur en gluten), davantage liée aux facteurs agro climatiques, et une notion qualitative dépendante du patrimoine génétique. **(HAMADACHE, 2011)**.

En dépit des taux de protéines qui influent sur la qualité culinaire, d'autre trait de la qualité à savoir les caractéristiques physiques du grain de blé tel le Mitadinage, le poids spécifique et le poids de mille grain influent sur le rendement et sur la qualité semoulière. **(HAMADACHE, 2011)**.

INTRODUCTION GENERAL

Par conséquent un « bon » blé est celui qui satisfera le consommateur final, le fabricant des pâtes ou de couscous et ainsi de suite, en remontant toute la filière jusqu'au créateur de variétés. C'est dans ce sens, que l'amélioration des variétés se doit donc d'avoir un souci permanent d'accroître les rendements et la valeur nutritionnelle et technologique des blés cultivés. **(KELLOU R, 2008).**

Les données bibliographiques sont présentées dans le premier chapitre de ce mémoire, avec une présentation générale du blé dur tout en mettant l'accent sur Le deuxième chapitre décrit le matériel végétal les différents caractères mesurés et les méthodes d'analyse utilisées dans notre étude. Les étapes suivies dans l'exploitation des résultats et leur interprétation ainsi que leur discussion sont présentées dans le troisième chapitre. Une conclusion générale et des perspectives sont enfin données, suivies de la liste de références bibliographiques.

1. Généralités sur le blé

1.1. Origine et histoire

Le blé est une monocotylédone appartient au genre *Triticum durum* à l'ordre de graminales, à la famille des Poacées ou (Graminées). C'est une plante herbacée annuelle de 75cm à 1.5 m de haut (REIS *et al.*, 2006).c'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscents appelé caryopse constitué d'une graine et de téguments (FEILLET, 2000).

Le blé est une plante qui s'adapte à des soles et des climats variés et dont la culture est la plus répandue dans le monde (MOHTAHDJI, 1989).

Le blé est cultivé pour l'alimentation humaine depuis des temps très anciens. Il se distingue de l'ensemble des autres graminées par les propriétés physico-chimiques de son gluten qui permet d'obtenir des produits céréaliers alvéolés après fermentation et cuisson (ADRIAN, 1990).

L'origine génétique du blé dur remonte au croisement réalisé entre deux espèces ancestrales: *Triticum monococcum* et une graminée sauvage soit *Aegilops speltoides*.

Le blé dur est appelé *Triticum durum* à cause de la dureté de son grain. Il possède, à l'inverse des espèces ancestrales originaires de Syrie et de Palestine 28 chromosomes, ($2n=4x=28$).

Le genre *Triticum* est divisé en cinq espèces (MACKEY, 1968):

- *Triticum monococcum* (L) MK $2n=14$, génomes AA.
- *T. turgidum* (L) Thell $2n=28$, génomes AABB.
- *T. timopheevi* (Zuhk) MK $2n=28$, génomes AABB.
- *T. aestivum* (L) Thell $2n=42$, génomes AABBDD.
- *T. zhukovskyi* (Men et Er) $2n=42$, génomes AAAABB.

Une classification détaillée est donnée par le tableau ci-dessous (tableau 01)

Tableau 01: Classification botanique du blé (SLAMA *et al.*, 1995 cité in DERBAL, 2009).

Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotylédones
Ordre	Commélimiflorales
Sous ordre	Poales
Famille	Graminae ou Poaceae
Genre et espèce	<i>Triticum durum</i>

1.2. Production et consommation du blé

1.2.1. Culture de blé

La plante du blé est une graminée de hauteur moyenne pouvant atteindre jusqu'à 1,5 m selon les variétés et dont le limbe des feuilles est aplati. L'inflorescence d'un épi terminal se compose de fleurs parfaites (**BOZZINI, 1988**).

Il existe des variétés de blé dur semi-naines. Le système racinaire comprend des racines séminales produites par la plantule durant la levée, ainsi que des racines adventives (latérales) qui se forment plus tard à partir des nœuds à la base de la plante et constituent le système racinaire permanent.

Le blé dur possède une tige cylindrique, dressé habituellement creuse et subdivisée en entre nœuds. Certaines variétés possèdent toutefois des tiges pleines (**CLARKE, 2002**). Le chaume (talle) se forme à partir de bourgeons axillaires aux nœuds à la base de la tige principale. Le nombre de brin dépend de la variété, des conditions de croissances et de la densité de plantation. Dans des conditions normales une plante peut produire trois brins en plus de la tige principale (**BOZZINI, 1988**). Comme pour d'autres graminées, les feuilles de blé dur se composent d'une base (gaine) entourant la tige, d'une partie terminale qui s'aligne avec les nervures parallèles et d'une extrémité pointue. Au point d'attache de la gaine de la feuille se trouve une membrane mince et transparente la ligule, comportant deux petits appendices latéraux, les oreillettes. La tige principale et chaque brin portent une inflorescence en épi terminal.

La figure 01 représente coupe longitudinale d'un grain de blé.

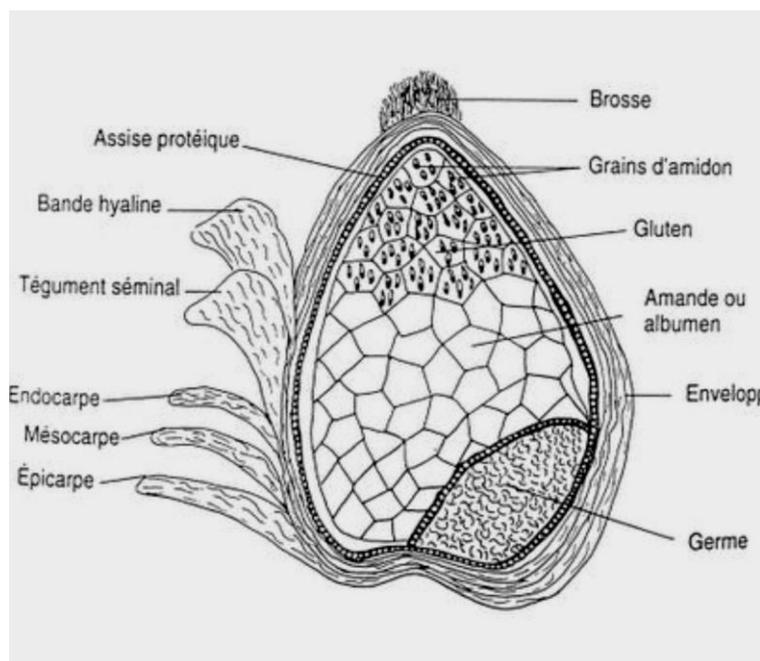


Figure 01: Coupe longitudinale d'un grain de blé (SURGET et BARRON, 2005)

-Préparation: Le blé comme la plupart des cultures nécessite avant le semis un travail de préparation du sol. Le bêchage du sol permettra à la future plante de se développer sans être sujette à la concurrence de plantes adventices.

-Semis: Les blés d'hiver tels que le blé dur se sèment à l'automne de préférence en octobre. Au contact de la terre humide, la graine va germer. De ce germe va sortir la radicule et le coléoptile. La première formera par la suite le réseau racinaire de la plante, tandis que le coléoptile sortira de terre pour former la partie aérienne de la plante.

-Suivi de la culture: Après la levée (apparition à la surface du sol de la plantule), la plante va se développer en deux temps. Tout d'abord, de la fin de l'hiver à la mi-avril, avec le tallage on peut observer les pousses s'étoffer pour former des touffes. Ce n'est qu'à la fin du mois d'avril, lors de la montaison, que la plante va commencer à croître. De la sortie de l'hiver à l'épiaison. **(DOUAI, 1833)**

-Pour réussir sa culture...

Date du semis : octobre

Profondeur : 2 cm

Distance entre les graines : 3 cm

Distance entre les lignes : 12,5 cm

Date de récolte : juillet

Pérennité : annuelle

Hauteur de la plante adulte : **(DOUAI,1833)**

1.2.2. Production mondiale des graines de blé

En 2011 et 2012, la production mondiale de blé a été de 674 millions de tonnes **(FAO,2011)**. En 2013, 704 millions de tonnes de blé ont été produites dans le monde **(FAO, 2013)**,soit une progression de 6,5%. L'union européenne est le premier producteur de blé au monde dont la France occupe le deuxième rang (2,4 millions de tonnes en 2012) après l'Italie **(LELAMER et ROUSSELIN,2011)** La France est le principal fournisseur de blé dur de l'Algérie**(FAO, 2011)**.

La consommation mondiale moyenne de Blé était de 67,5kg par habitant en 2011 **(FAO, 2011)**. Les pays d'Afrique du Nord et d'Asie sont parmi les principaux consommateurs de blé par habitant au niveau mondial, l'Algérie occupe le deuxième rang après la Tunisie avec une consommation de presque 240kg par habitant et par an **(FAO, 2014)**.

Les algériens consomment le blé dur sous différentes formes à savoir notamment les pâtes alimentaires et le couscous. Le blé dur subit des traitements de transformation selon le produit désiré. La semoule de couscous produit qui fait l'objet de cette étude nécessite d'abord la transformation du blé dur en semoule avant d'être transformé en semoule de couscous.

La consommation totale de blé est en légère hausse, à 715,7 millions de tonnes en 2015-216. L'utilisation du blé pour l'alimentation animale a augmenté de 6,2%. (Les prévisions de la FAO sont bonnes également pour 2016-2017).

Au 6 octobre 2016, la production mondiale de blé prévue pour 2016-2017 atteint les 742 millions de tonnes, et sa consommation estimée à 730,5 millions de tonnes. Les stocks mondiaux de blé atteignent un niveau important, estimés à 234 millions de tonnes en 2016/17. Ils atteignent leur plus haut niveau depuis 2001/02. . **(tableau 02)**

Tableau 02: Les prix du blé devraient rester stables et relativement bas en 2016-2017. (FAO, 2016)

	Marche mondial du blé				
Million de tonnes	2014/2015	2015/2016	2016/2017	2017/2018 estimation	2018/2019 Prévision
Production	732,0	734,1	759,6	757,9	746,6
Disponibilité	928,7	950,6	995,9	1015,5	1023,3
Utilisation	712,5	709,2	734,5	737,7	743,3
Commerce	156,8	166,7	176,5	173,6	174,1
Stocks de clôture	216,5	236,3	257,6	276,7	279,0
Rapport stocks mondiaux-utilisation (pour cent)	30,5	32,2	34,9	37,2	36,9
Rapport stocks des principaux exportateurs-utilisation total (pour cent)	17,9	17,8	20,0	20,9	19,2

1.3. Les principales variétés cultivées de blé

Les génotypes d'introduction nouvellement sélectionnés et caractérisés par un haut potentiel de production disparaissent plus rapidement à cause de leur inadaptation et leur sensibilité à la sécheresse. Néanmoins ; l'introduction de ce matériel génétique a fait régresser les variétés locales en les marginalisant pendant les années favorables avant de disparaître à son tour après les années défavorables.

Le succès de la production de céréales dépend en grande partie, du choix de la variété appropriée. C'est-à-dire résistante aux maladies, bien adaptées au sol et au climat, ayant un rendement élevé et une qualité du grain appréciable.

Les variétés de blé dur homologuées dont les semences peuvent être produites et commercialisées en Algérie sont éditées par le centre national de contrôle et de certification des semences et plants sur le bulletin des variétés 'céréales' de l'année 2009, on compte au total trente variétés à savoir : les variétés locales : Bidi17, Cirta, Gloire de Guemgoum R'khem. Mohamed ben Bachir, Raouia, Hadba 3, Taslemt et les variétés traduites : belikh02, Bolenga, Bousseleme, Cannizo, Capieti cham 3, chen's Ciccio, Colesseo, Crioca. Durbel ,Eider, GTA dur kebir ,Ofanto , Orjaune, Oum Rabi ,Poggio, Polonicom, Sebaou, Siméto, Tassili ,vitron et waha.(**MEROUCHE, 2015**).

1.4 Le traitement post-récolte du blé

Le traitement post-récolte du blé comprend successivement les différentes opérations suivantes (**tableau 03**):

Tableau 03 : Etapes d'un système post-récolte complet (**BOURNE., 1977**).

01	RÉCOLTE manutention
02	BATTAGE
03	SECHAGE transport distribution
04	ENTREPOSAGE
05	TRANSFORMATION PRIMAIRE nettoyage, classification, décorticage : pilage, broyage, conditionnement, trempage, vannage, séchage, tamisage, blanchiment, mouture
06	TRANSFORMATION SECONDAIRE mélange, cuisson, friture, moulage, découpage, extrusion
07	EVALUATION DES PRODUITS contrôle de la qualité : recette type

08	EMBALLAGE pesage, étiquetage, scellage
09	COMMERCIALISATION publicité, vente, distribution
10	UTILISATION élaboration des recettes, mets tradition, mets nouveaux
11	PRÉFÉRENCES DU CONSOMMATEUR évaluation des produits, éducation du consommateur

1.4.1 La récolte

La période de récolte dépend de l'ensemencement, du climat et de la variété cultivée. L'irrigation retarde la récolte alors que des températures élevées accélèrent la maturation. Les grains de blé sont récoltés lorsque la plante devient jaune et que les grains durs et secs prennent une couleur dorée. Les grains de blé à maturité ont une teneur en humidité de 10 à 12 %. Les gros exploitants récoltent les grains de blé avec une moissonneuse-batteuse qui coupe les talles, bat et vanne les grains en une seule étape. Cependant, la plupart des agriculteurs utilisent une faucille pour récolter le blé. Si le blé des champs plus petit est récolté avant qu'il arrive pleinement à maturité, il doit être mis à sécher empilé dans des gerbes sous abri (**HARVEST., 1995**)

Après la récolte, les grains doivent être séparés des plantes puis vannés pour séparer les grains des enveloppes, des grains pas mûrs et des impuretés. Généralement, le battage s'effectue en tapant les épis de blé avec un bâton, en piétinant la paille ou en roulant dessus avec un tracteur. On peut également battre le blé contre un petit muret ou contre les parois d'un récipient pour ramasser les grains plus facilement et réduire les pertes. Les méthodes de battage manuel entraînent en général de plus grandes pertes qu'un battage mécanisé. L'une des caractéristiques du blé est que le grain se sépare facilement de son enveloppe.

Le vannage à la main est courant sous les tropiques mais il est très laborieux et ne permet pas d'atteindre les mêmes résultats qu'un vannage mécanique. Des souffleuses à bas coup, à main ou mécaniques deviennent de plus en plus populaires pour nettoyer et sécher les grains. (**HARVEST., 1995**).

1.4.2 Stockage

Afin d'assurer une bonne durée de conservation et une réduction des pertes, les grains de blé doivent être entièrement séchés et ne doivent pas contenir de poussière, d'insectes ou de mauvaises graines. Une

teneur en humidité en dessous de 13% est considérée comme une valeur sûre pour le stockage du grain. Une température et une teneur en humidité inappropriées dans les grains après la récolte peuvent détruire la qualité de cuisson et créer des taux élevés de mycotoxines, qui sont nocifs pour l'Homme. Les grains secs doivent être stockés de façon à ce que l'air puisse circuler entre, afin de prévenir le développement des moisissures. La zone de stockage doit également être protégée des oiseaux et des rats qui constituent tous deux des problèmes pour le stockage. Sur le site de l'exploitation, on stock généralement le grain dans des fûts métalliques, des pots en terre cuite ou des récipients en polyéthylène. Pour de plus grandes quantités de grains, des silos en bambou et en terre sont également utilisés. Si les grains ne sont pas stockés dans un récipient hermétique, il faudra peut-être les sécher de nouveau et régulièrement. Des installations pour un entreposage commercial peuvent être une alternative au séchage et au stockage du grain sur le site de l'exploitation où il est produit. Les installations de stockage doivent également être certifiées par un organisme de certification biologique. La méthode la plus utilisée pour contrôler les insectes dans les grains stockés consiste à les étendre au soleil. La plupart des insectes s'en vont d'eux-mêmes lorsque la température atteint 40-44°C. Le traitement des grains stockés n'est pas courant sous les tropiques car il est trop coûteux. Les traitements possibles sont la fumigation au CO₂ ou au gaz naturel dans les contenants fermés ou le traitement par la poudre de silice. (HARVEST., 1995).

1.5 .La transformation technologique des graines de blé

La semoule correspond à des morceaux de grain qui sont plus ou moins vêtus d'enveloppes (DOUMANDJI *et al.*, 2003). La semoule de blé dur (*Triticum turgidum ssp durum*) est fréquemment consommée notamment dans les pays du pourtour méditerranéen.

En France, 65% de semoule de blé dur produite (519 041 tonnes/ année) est destiné à la fabrication de pâtes alimentaires sèches et de couscous (LELAMER et ROUSSELIN, 2011). 25% de production de blé dur sert à la fabrication de couscous dont 26% sont exportées (SIFPAF, 2012).

Le processus de transformation du blé en semoule consiste à débarrasser d'abord le blé dur de ses impuretés avant de le stocker. Un deuxième nettoyage est recommandé pour éliminer les impuretés fines, puis les grains sont séparés selon leur taille, leur forme et leur poids.

Les grains de blé dur triés sont ensuite conditionnés en les humidifiant (Mouillage) afin d'éviter de briser le son durant la mouture. Au départ, le grain de blé dur possède une teneur en eau égale à 11 ou 12% puis le grain est humidifié jusqu'à 16 ou 17%. Les grains de blé sont mélangés en fonction de la qualité de semoule désirée. Après la mouture du mélange, la semoule est récupérée puis conditionnée.

Plusieurs sous-produits sont générés à savoir les « finots » (semoules très fines), les « gruaux » (gros grains) et les « issues » comme le son et les pailles.

En outre, le son, les germes et les fourragers sont aussi repartis dans des silos afin de les stocker.

La figure 2 schématise le diagramme de mouture du blé dur comme était expliqué précédemment.

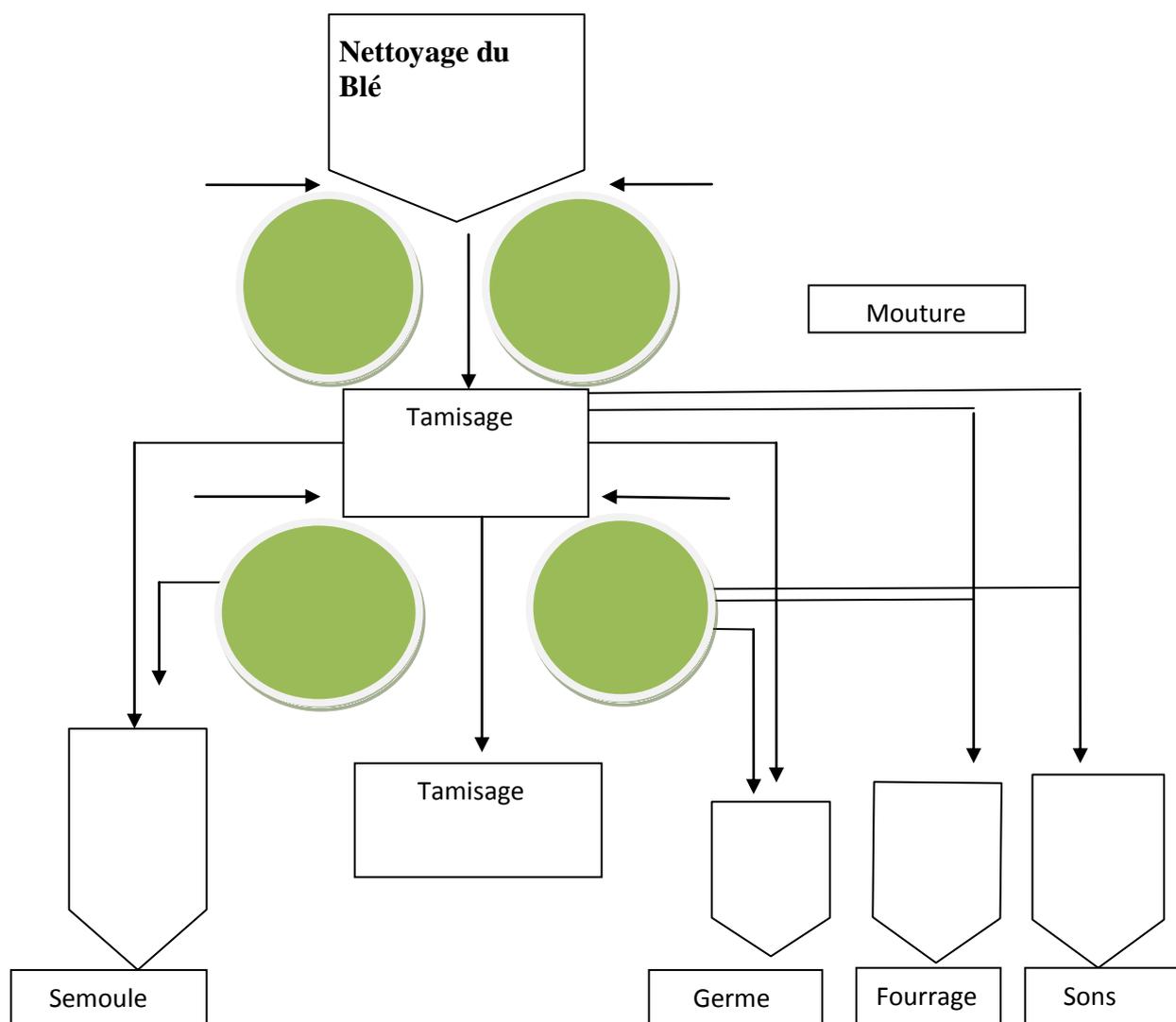


Figure 02 : Diagramme industriel simplifié de fabrication de semoules de blé dur modifié selon AZUDIN (1988).

1.6. Utilisation du blé

La semoule : La semoule- du latin similia fleure de farine – est constituée par des fragments de l’amande du grain dont la taille granulométrique est supérieure à 15mm (**ABECASSIS, 1991**).

les pâtes alimentaires : Les pâtes alimentaires ou les pâtes est un terme général pour un grand nombre de produits fabriqués à base de pate sans fermentation.

En plus elles peuvent être conservées facilement et longtemps ; les pâtes alimentaires constitués de semoule de blé dur ou de farine de blé tendre auxquelles on ajoute de l'eau et on soumet cette pate à des transformations mécaniques telles que mélange, pétrissage, extrusion, et séchage. (**BOULFDJGHAL et al ,2007**).

Les principales utilisations du blé dur dans le monde sont représentées dans le tableau 04.

Tableau 04 : Utilisation du blé dur (**QUAGLIA, 1988 cité par NAMOUNE, 1996**)

Pays	Pates (%)	Couscous (%)	Pain (%)	Autres (%)
Italie	60			40
France	60			40
Tunisie	30	50	15	5
Algérie	30	40	10	20
Maroc	7	5	85	3
Égypte	100			
monde	28	16	24	32

1. Matériel végétal

L'étude a porté sur une collection de 7 variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf) Les grains de blé dur des 7 variétés sont stockés dans des sacs en papier d'une contenance de 500 g. Les échantillons sont retenus pour apprécier la qualité technologique du blé dur.

La liste des variétés étudiées est mentionnée dans le tableau 05, La partie expérimentale a L'analyse des différents paramètres étudiés a **BENHAMADI** implantés à la zone industrielle Bordj Bou Arreridj pour les paramètres: poids de mille grains, taux de mitadinage, taux d'humidité, poids spécifique, taux de gluten humide, teneur en protéines et teneur en eau.

Tableau 05: Liste des 7 variétés de la collection des blés durs utilisés dans l'expérimentation.

N°	Noms de variétés
1	Mohamed Ben Bachir (MBB)
2	Bousselam
3	Simeto
4	Hoggar
5	Citra
6	Waha
7	Ain lahma

2. Méthode

2.1. Paramètres étudiés :

Les paramètres étudiés

- ✓ Le poids de mille grains en g/ms (P.M.G.).
- ✓ Le taux de mitadinage (MITA).
- ✓ Poids spécifique en kg/ Hi
- ✓ Le teneur eau en % (HUM).
- ✓ Le teneur en protéines en % (PROT).
- ✓ Taux d'humidité en %
- ✓ Taux de gluten humide en %

Sont des tests appliqués sur les grains de blé dur tels quels et non broyés.

2.1. Critères de qualités et méthodes d'appréciation

2.1.1. Les paramètres relatifs aux caractéristiques physiques des grains

1. Détermination du taux de mitadinage (MITA) , Norme (NA1183/1998)

❖ Définition

Le taux de mitadinage est le pourcentage en nombre de grains de blé dur non entièrement vitreux (C.T.P.S et G.E.V.S., 2006). Selon le règlement communautaire n° 824/2000 du 19 avril 2000.

Un grain mitadiné présente à la coupe une ou plusieurs plages farineuses et a tendance, lors de la mouture, à se désagréger en farine et non à éclater en semoule, provoquant une diminution du rendement semoulier. (I.T.C.F., 2001).

Le mitadinage est un accident physiologique fréquent qui se traduit par un changement de texture de l'albumen du grain, dépendant à la fois de la quantité d'azote présent dans le grain, un manque d'azote au stade gonflement, et des conditions de récolte. En outre, un grain mur subissant des pluies peu avant la récolte ne se rétracte pas en totalité lors de la dessiccation et les interstices restant entre cellules ne réfléchissent pas la lumière de la même façon, le grain apparait alors comme farineux. Néanmoins, plus la teneur en protéines totales d'un lot de grains est élevée, moins le mitadinage est important. (CHARLES, (2001) cité in BELKHIRI et YALAOUI, 2011).

❖ Intérêt

L'objectif du semoulier est de fabriquer de la semoule et non de la farine, le blé dur doit donc être peu mitadiné. Si le taux de mitadinage est trop élevé, le rendement semoulier chute. La qualité commerciale type indique que moins de 20 % des grains peuvent être mitadinés, au-delà de 40 %, le blé dur est vendu au prix du blé tendre.

❖ Principe

Le taux de mitadinage (exprimé en %) indique le nombre de grains partiellement ou totalement farineux dans un lot de grains. La détermination du taux de mitadinage s'effectue manuellement.

❖ Mode opératoire

L'expérience a consisté à déterminer le taux de mitadinage d'un échantillon de 50 grains, de chaque variété de blé dur propre après un triage manuel. Chaque grain a été coupé en deux parties et la présence de la moindre tache farineuse entraîne le classement des grains en mitadinés. Le taux de mitadinage est donné par la formule suivante:

$$\text{Taux de mitadinage} = M \times (100 - L) / 100$$

M: le pourcentage de grains mitadinés même partiels des grains propres examinés.

L: masse des éléments qui ne sont pas des céréales de base de qualité irréprochable en gramme.

1. Détermination du poids de mille (1000) grains (PMG), Norme (ISO 731)

❖ Définition

La masse de 1000 grains est la masse de 1000 grains entiers exprimée en grammes. C'est un critère d'un grand intérêt dans les expérimentations agronomiques. Il permet de caractériser une variété, de mettre en évidence des anomalies comme l'échaudage, d'étudier l'influence des traitements en végétation ou des conditions climatiques qui modifient la masse de 1000 grains (SCOTTI., 1997).

C'est une des composantes du rendement agronomique et rendement semoulier. Cette mesure est surtout effectuée lors de la sélection du blé dur, c'est un critère essentiellement variétal qui dépend beaucoup des conditions de cultures qui influent de façon très significative.

❖ Principe

Le principe de la méthode repose sur le comptage manuel du nombre de grains entiers contenus dans une prise de masse connue. La détermination de la masse de 1000 grain est basée sur le comptage des grains d'une prise d'essai de 30g après élimination des impuretés et de grains cassés.

❖ Mode opératoire

30 grammes de grains (m) sont pesés. Les grains entiers (dépourvue de grains cassés et d'impuretés) sont par la suite sélectionnés et comptés manuellement. La masse de 1000 grains entiers est déduite selon la formule suivante : $PMG = m \times 1000 / N$; Avec :

m : 30 grammes de grains

N : Le nombre des graines compté dans les 30 grammes.

Le poids de mille grains secs est par la suite calculé selon l'équation suivante :

$PMGS = m H X (100 - H) / 100$; Avec :

$m H$: poids de 1000 grains normal

H : teneur en eau des grains.

2. Mesure de la masse volumique ou Le poids spécifique (PS)

La masse volumique dite masse à l'hectolitre, appelée communément Poids Spécifique (PS), est la masse d'un hectolitre de grains exprimée en kilogrammes (NA1613/1990) Elle est considérée comme un indicateur de la valeur semoulière en relation avec le rapport enveloppe sur amande. Plus le poids à l'hectolitre est élevé, plus le rapport enveloppe sur amande est faible et le rendement semoulier important. La valeur minimale pour la mise à l'intervention est de 78 kg/hL. (I.T.C.F., 2001).

❖ Intérêt

Le poids spécifique présente un intérêt commercial; la masse volumique est toujours prise en compte dans les contrats commerciaux et dans les transactions.

❖ Principe

La masse à l'hectolitre est calculée à partir de la masse de 50 litre (trémie conique) pour les blés durs, sur un échantillon débarrassé manuellement des grosses impuretés (**I.T.C.F., 2001**).

❖ Mode opératoire

Les grains de blés durs de chaque variété sont remplis dans un bécher de volume connu (500ml) puis pesés. La masse obtenue correspond à la masse d'un volume de 500ml. La masse spécifique à l'hectolitre sera déterminée par la suite en appliquant la règle de trois.

3. Le teneur eau en % (HUM).

❖ Définition

Généralement comprise entre 11.0% et 14.0%, elle est également importante dans le commerce puisqu'elle peut conditionner le prix de la marchandise par un système de bonification/réfaction. En pratique, on ne s'inquiétera que si elle dépasse 16% car le blé devient susceptible d'évoluer spontanément (échauffement et germination).

La teneur en eau du blé ne doit pas cependant dépasser 14,5% selon le Codex Alimentaire (1994).

❖ Intérêt

Selon **MARTIN(1998)**. La mesure de la teneur en eau des céréales et des produits dérivés est une opération capitale qui présente trois intérêts :

✓ Intérêt technologique

Pour la détermination de la conduite des opérations de récolte, de séchage, de stockage ou de transformation industrielle.

✓ Intérêt analytique

Pour rapporter les résultats des analyses de toutes natures à une base fixe (matière sèche ou teneur en eau standard). (**ITCF & ONIC, 1995**).

✓ Intérêt commerciale et réglementaire

Les contrats commerciaux et les normes réglementaires fixent des seuils de teneur en eau à partir des quels sont appliqués des bonifications et des réfections. L'intérêt des humidimètres est de contrôler la teneur en eau des produits. (**I.T.C.F., 2001**).

❖ Mode opératoire

5 grammes de grains (m) sont pesés, mis dans l'étuve à 130° C pendant 2 heures puis repesés après l'étuvage (m1). Les résultats sont déterminés comme suit:

Teneur en eau % = $(m - m1) \times 100 / m$; Avec :

m : 5g des grains

m1 : la masse des grains après étuvages.

2.1.2. Les paramètres relatifs aux caractéristiques biochimiques des grains

2.1.2.1. Analyse technologique

➤ Analyse dans le proche infra rouge (NIRS)

ne nécessite qu'une préparation réduite de l'échantillon. En outre, elle permet la détermination rapide et non coûteuse de plusieurs paramètres.

La spectrométrie dans le proche infra rouge (NIRS) est une méthode d'analyse comparative dont le La spectrométrie dans le proche infra rouge est une technique analytique de plus en plus répandue, pour le contrôle rapide de la qualité des céréales. Le plus souvent non destructive, elle principe repose sur l'absorption de la lumière proche infra rouge par la matière organique (ALAVA *et al.*, 2001). La technique repose sur la mesure de la réflectance d'un rayonnement émis à une longueur d'onde donnée dans le visible ou l'infrarouge, les différentes liaisons chimiques du produit testé (O-H, N-H ou C-H) l'absorbent à des longueurs d'onde spécifiques égales à leur fréquence de vibration et passent ainsi d'un état fondamental à un état excité (FREDERIC *et al.*, 2013).

Cette analyse permet de mesurer par infrarouge les paramètres suivants de la semoule : le taux des protéines et l'humidité.

1. Le teneur en protéines en % (PROT)

❖ Définition

La teneur en protéines est un critère important d'appréciation de la qualité des Semoules. (BOULFDJGHAL *et al* ,2007).

❖ Intérêt

La teneur en protéines de blé dur est un critère très important qui influe fortement sur la qualité du blé dur compte tenu de ses relations étroites avec le taux de grains mitadinés et avec la qualité culinaire des produits de transformation. La teneur minimale pour la mise à l'intervention est de 11.5%. En règle générale, plus la teneur en protéines est élevée, meilleure

est la qualité du blé dur. Un seuil de 14% est le plus souvent nécessaire à l'obtention d'un taux de vitrosité satisfaisant.

❖ Principe

La détermination de la teneur en protéines totales a été faite à l'aide d'un appareil (**infra tec™1241**), la spectroscopie dans le proche infra rouge est technique analytique de plus en plus répandue pour le contrôle rapide de la qualité des matières premières et des produits de transformation en agroalimentaire.

❖ Mode opératoire

Placer un échantillon homogénéisé dans la cellule de mesure. comprimer l'échantillon dans le compartiment .en utilisant le dispositif de tassement pour Lancer l'analyse appuyée sur la touche **ENTRE**.

Lorsque les résultats apparaissent à l'écran, essayer de vider le tiroir de la quantité de la première analyse, et de le rendre à sa place dans l'appareil ; **I'Infra tec™1241** est prêt pour une nouvelle analyse. (**I.T.C.F., 2001**).



Figure 03: Mode opératoire pour déterminer la teneur en protéine avec l'InfraTec 1241

2. Taux d'Humidité (H)

L'humidité d'une matière englobe toutes les substances qui s'évaporent par chauffage en entraînant une perte de poids de l'échantillon. La perte de poids est mesurée par une balance et interprétée comme taux d'humidité (MARIANA.,2010).Selon la formule suivante : (HENNOUNI.,2012)

$$H (\%) = [(P0 - P1)/P0] \times 100$$

H (%) : Taux d'humidité exprimé en pourcentage.

P0: Poids de l'échantillon avant séchage (g).

P1: Poids de l'échantillon après séchage (g).

❖ Mode opératoire

Le taux d'humidité de blé dur a été déterminé par la méthode physique en introduisant 10 g d'échantillon et placé dans une étuve réglée à 105°C à une durée de 24h. Cela pour déduire la quantité d'eau contenue dans le blé dur initialement. Les échantillons sont ensuite pesés avec précision pour obtention d'un poids constant. (LABDELLI., 2010) Cette expérience a été répétée au minimum 03 fois pour bien préciser les calculs .La valeur de l'humidité est la moyenne de trois essais.

2.1.2.2. Tests technologiques

1. Test du Gluten humide

Le blé est la seule céréale dont les protéines ont la propriété de constituer dans la pâte un réseau protéique. Le gluten, fraction insoluble des protéines dans une solution saline, est le responsable majeur de la qualité rhéologique des pâtes c'est-à-dire l'extensibilité, l'élasticité et la ténacité, qui ont une influence sur le comportement des pâtes au cours de la fabrication et sur la qualité du produit fini. La quantité de gluten est très liée à la teneur en protéines.

❖ Principe

L'extraction du gluten se fait par malaxage d'un mélange de mouture d'une solution de chlorure de sodium.

❖ Mode opératoire

La teneur en gluten a été déterminée selon le protocole de (Mauze *et al.*, 1972). 5ml d'eau distillée salée à 10% de NaCl sont rajoutés à 10 g de semoule. Après un repos de 5mn, la pâte est malaxée dans la main sous un filet d'eau continu pour la transformer en pàton. Lorsque l'eau de lavage devient claire, le gluten est essoré en le comprimant fortement entre les

paumes des deux mains. A ce moment le gluten humide est pesé.

La teneur du gluten humide (GH) s'exprime en pourcentage :

GH% = 100 (Mh / 10) ; Mh étant la masse du gluten humide.

Résultats et discussion

Afin d'atteindre les objectifs fixés pour cette étude à savoir évaluer une gamme de variétés de blé dur, pour leur qualité technologique, et comparer les différents types de génotypes afin de situer leurs niveaux, pour les différents caractères de qualité.

1. Les Analyse physico-chimiques des grains des variétés étudiées :

1.1. Taux de mitadinage

Les résultats du taux de mitadinage pour l'ensemble des variétés étudiées sont mentionnés dans la figure suivante.

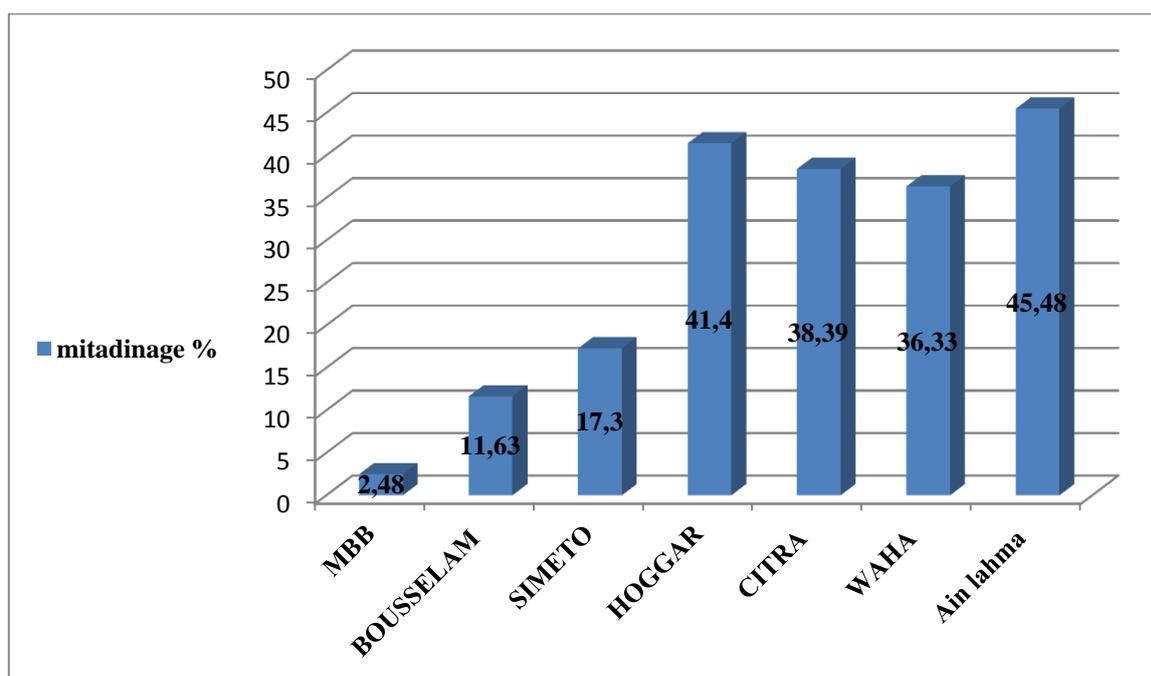


Figure04: Taux de mitadinage des grains des variétés étudiées.

Les valeurs du taux de mitadinage enregistrées varient entre 2.48% (la variété MBB) et 45.48% (la variété Ain lahma).

La qualité commerciale type indique que moins de 20 % des grains peuvent être mitadinés, au-delà de 40 %, le blé dur est vendu au prix du blé tendre.

A la lumière des résultats obtenus (**figure 04**), nous constatons des taux de mitadinage élevés (au-delà de 40%) pour l'ensemble de variété étudiée : 41.4% (la variété Hoggar) et 45.48% (la variété Ain lahma). Ces blés sont considérés comme blés de mauvaise qualité.

BAR (1995) a conclu également que les blés présentant un taux de mitadinage élevé par rapport à un taux moyen de 20 à 40 % sont des blés de mauvaise qualité.

Contrairement, les variétés Cirta (38,39 %), Waha (36,33 %), présentent des valeurs qui sont proches de celles indiquées par Bar (1995) (20 à 40 %) mais sont nettement élevées par rapport à celles indiquées par **Selselet (1991)** (inférieur à 5%).

un taux de mitadinage particulièrement élevé est lié à une absence de fumure azotée.

Un taux de mitadinage élevé exerce une influence défavorable sur la qualité culinaire des produits finis (**Cheriet, 2000**), de plus il entraîne une diminution du rendement semoulier, et la semoule sera dépréciée par la présence des piqûres blanches dans la pâte (**ITGC, 1994**)

Le mitadinage est très lié à la nutrition azotée tardive (pré-et post-floraison) et à la composition protéique des grains qui en résulte. L'apport d'azote fractionné avec un apport tardif (floraison) améliore la teneur en protéines et diminue de façon significative le mitadinage (**SAMSON et al., 2004**).

La vitrosité constitue un important facteur aussi bien au niveau de la mouture que de l'agrégage. Les grains mitadinés sont ceux qui sont amyliacés, gravement endommagés, brisés ou provenant de blés d'autres classes.

Le taux de mitadinage est un critère d'appréciation déterminant dans le rendement et la qualité de la semoule et des produits dérivés (pâtes et couscous).

Les grains endommagés, ayant une incidence sur le poids spécifiques, diminuent le rendement de mouture, alors que d'autres types de dommages, tels que la moucheture, peuvent causer la décoloration et des piqûres dans la semoule (**Feuillet, 2000 ; Desclaux et al., 2005**).

Le mitadinage dû, en particulier, à l'exercés d'eau dans le sol ou à sa pauvreté en azote, donne des grains gonflés, blanchâtre, à structure partiellement ou entièrement farineuse, en d'autres termes c'est la présence, dans la masse de la cornée de l'albumen, des tâches d'amidon farineux (**Desclaux, 2005**). Ces zones sont visibles soit à l'extérieur soit à la coupe du grain.

Le mitadinage diminue le rendement en semoule et provoque des points blanchâtres sur les pâtes. La fumure tardive, à la montaison, limite cet accident (**Cheret et al., 2003**).

Le mitadinage est un caractère qui a donc une relation directe avec la vitrosité du grain et donc avec sa qualité et sa capacité à faire de la bonne semoule.

1.2. poids de mille grains

Les résultats de l'analyse sont représentés dans la figure suivante

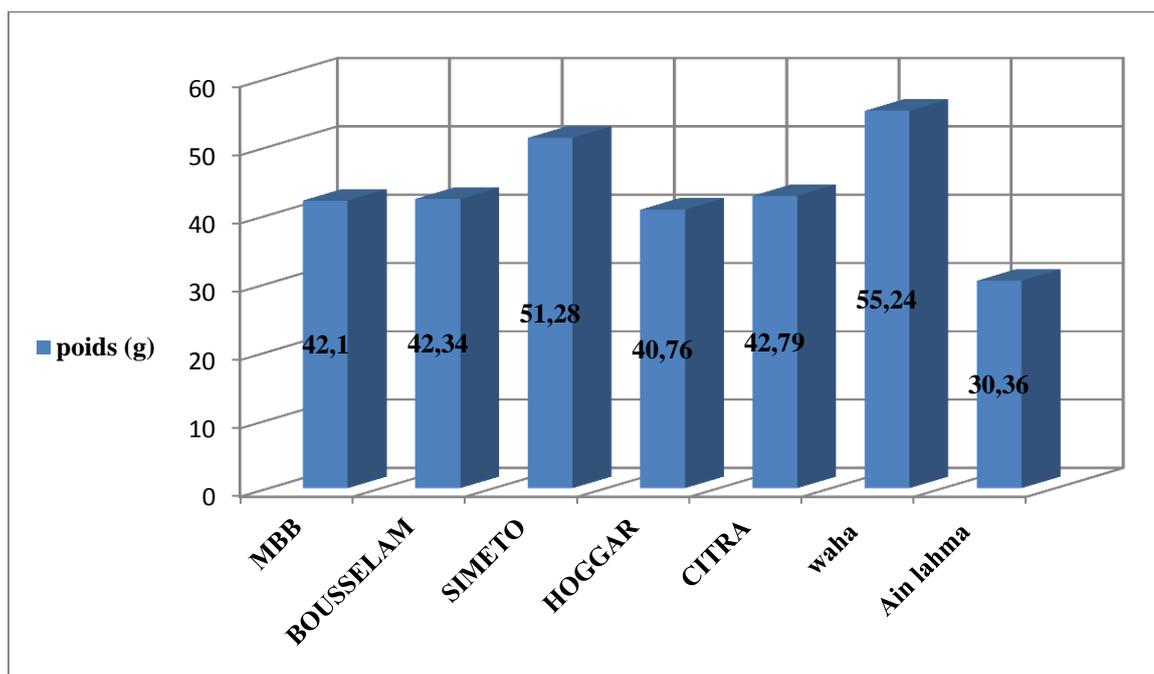


Figure 05: Poids de mille grains des variétés étudiées.

Les résultats montrent que le poids de mille grains varie de 30.36 g enregistré chez la variété Ain lahma jusqu'à 55.24 g enregistré chez la variété Waha.

Selon les normes d'ERAD SKIKDA, nous pouvons classer les variétés étudiées en trois groupes distincts (**tableau 06**) : gros blé, blés moyens et petits blés.

Tableau 06: Classification des variétés de blé dur selon leurs poids de milles grains.

CLASSIFICATION	VARIETES
Gros blé (de 55 à 80 g)	Waha
Blé moyen (de 35 à 55 g)	MBB , bousselam , simeto, hoggar, citra
Petit blé (au dessus de 35 g)	Ain lahma

Le poids de mille grains est un critère essentiellement variétal et dépend aussi des conditions de cultures (I.T.G.C., 2000).

La variation de la masse de mille grains peut être une expression du degré d'échaudage d'origine physiologique ou pathologique.

Les blés sont classés, selon le manuel de contrôle de la qualité **ERAD SKIKDA**, en trois groupes comme suit :

- ✓ De 55 à 80 ggros blés.
- ✓ De 35 à 55 gblés moyens.
- ✓ Au dessous de 35 gpetits blés.

1.3. La masse volumique

La figure suivante représente les résultats du poids spécifiques des 7 variétés étudiées.

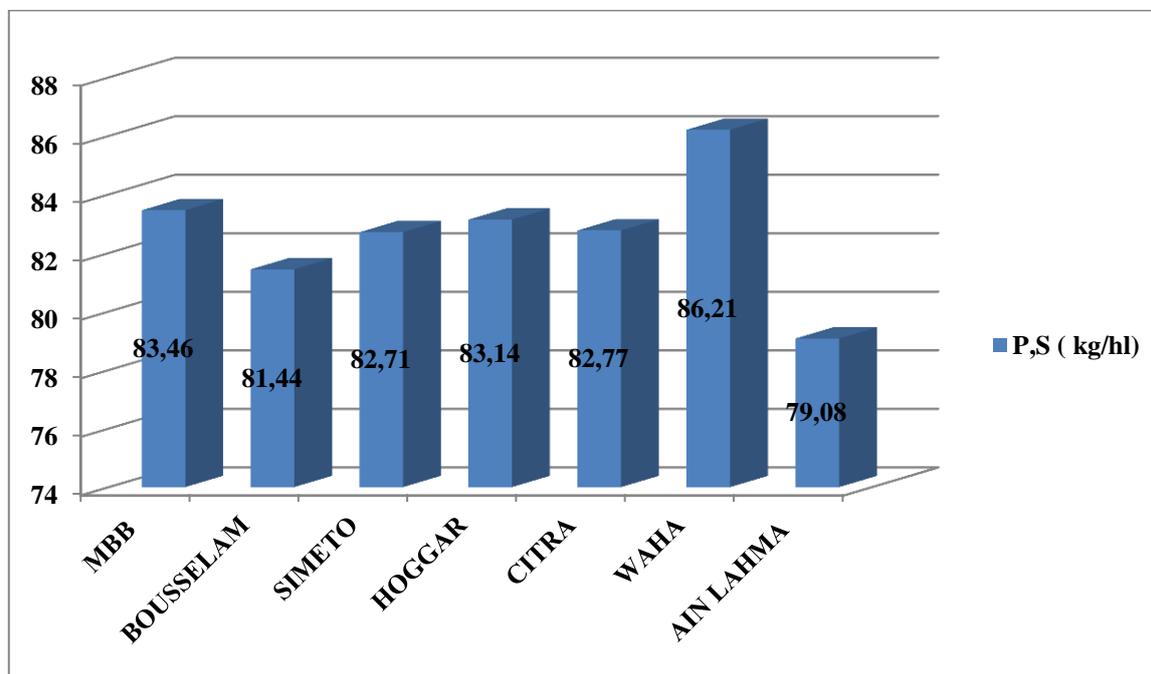


Figure 06 : Le poids spécifique des variétés étudiées.

Les valeurs du poids spécifiques des variétés étudiées varient entre 79.08kg/hL et 86.21 kg/hL, enregistrées chez les variétés Ain lahma et Waha, respectivement.

Etant donné que la valeur minimale pour la mise à l'intervention est de 78 kg/hL, la variété AIN lahma est un blé de qualité médiocre par rapport au rendement en semoule.

Selon la classification établie pour le poids spécifique, les blés de contrôle sont classés de première qualité (80-83 Kg/hL) ou de seconde qualité (77- 79.9 Kg/hL). Ainsi, nos variétés étudiées présentent des blés durs de première qualité à l'exception de la variété Ain lahma qui est un blé de seconde qualité selon la classification (79.08 Kg/hL). Selon la classification (**ERIAD, 1984**), ces variétés sont classées comme blés lourds.

La masse volumique dite masse à l'hectolitre, appelée communément poids spécifique (P.S), est une mesure ancienne qui date de l'époque où l'on mesurait la quantité des grains au volume. Elle présente un intérêt commercial certain : la masse volumique est toujours prise en compte dans les transactions bien que son intérêt technique soit très limité. (**JORA, 1992**)

Dans la pratique, la masse à l'hectolitre est la masse d'un hectolitre de grains mesurée en kilogramme. Elle est calculée à partir de la masse de 50 litre (trémie conique) ou d'un litre (Niléma-litre) pour les blés tendres et durs, sur un échantillon débarrassé manuellement des grosses impuretés.

Par exemple, la présence d'impuretés de gros volume mais de faible densité (pailles, balles), provoque une diminution du P. S. A l'inverse, la présence d'impuretés denses et de petit volume (cailloux) provoque son augmentation. (**FEILLET, 2000**).

De même, les mesures pratiquées sur des grains humides entraînent généralement une sous estimation du P.S due au gonflement des grains et au fait qu'ils se rangent moins bien dans le volume , mais dans certaine condition, l'eau peut être absorbée sans provoquer le gonflement des grains et le P.S augmente, la densité de l'eau étant plus élevée que celle du grain.

La mesure du P.S donnée par certains humidimètres n'est pas fiable car elle est effectuée sur un trop petit volume de grains .Elle ne peut être utilisée dans les transactions commerciales. (**Anonyme 1, 2007**).

La connaissance du poids spécifique d'un blé est très importante dans les contrats commerciaux et dans les spécifications réglementaires. Plus le poids spécifique est grand plus le rendement de semoule est élevé. (**KLEIJER et al, 2007**)

2. Les paramètres relatifs aux caractéristiques biochimiques des grains

2.1 Analyse technologique

2.1.1. Dosage de l'humidité

Les résultats de la teneur en eau sont présentés dans la figure suivante.

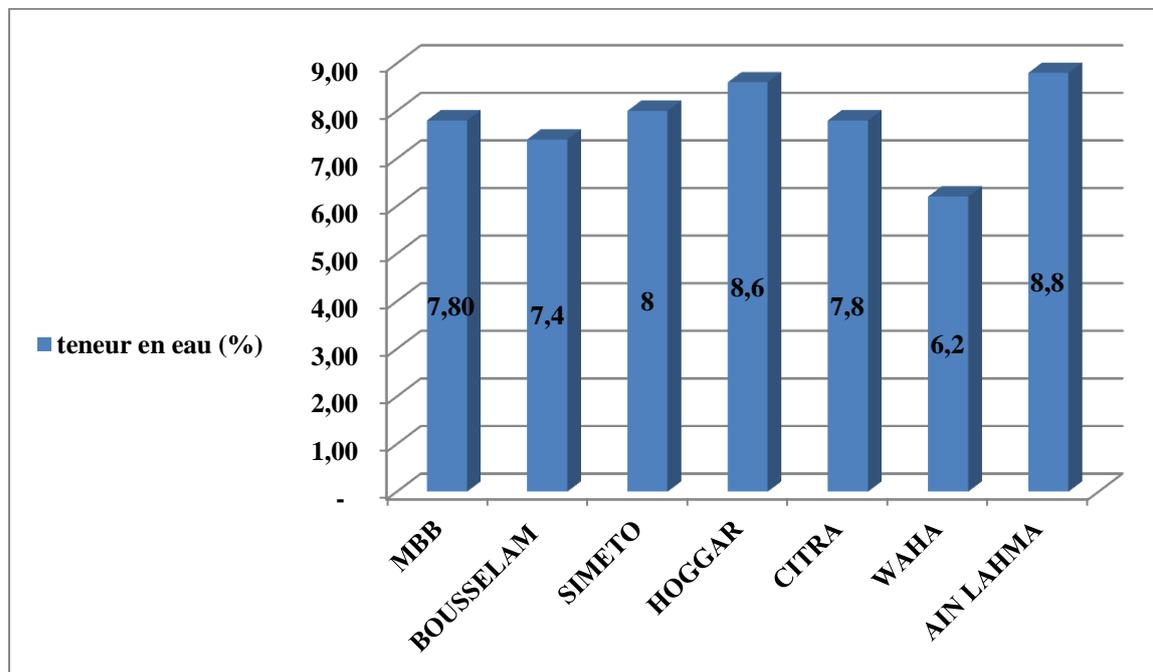


Figure 07: Teneur en eau des grains des variétés étudiées.

Les valeurs de la teneur en eau sont comprises entre 6.2% (variété Waha) et 8,8% (variété Aïn lahma). Ces teneurs en eau sont sensiblement identiques, et sont conformes aux normes (14,5% selon le codex alimentarius volume 7, 1994). Ces variétés de blé peuvent être stockées sans risque d'altération lié à ce paramètre.

La variation de l'humidité d'après (KIGER ,1967) est principalement en fonction de l'humidité de la saison.

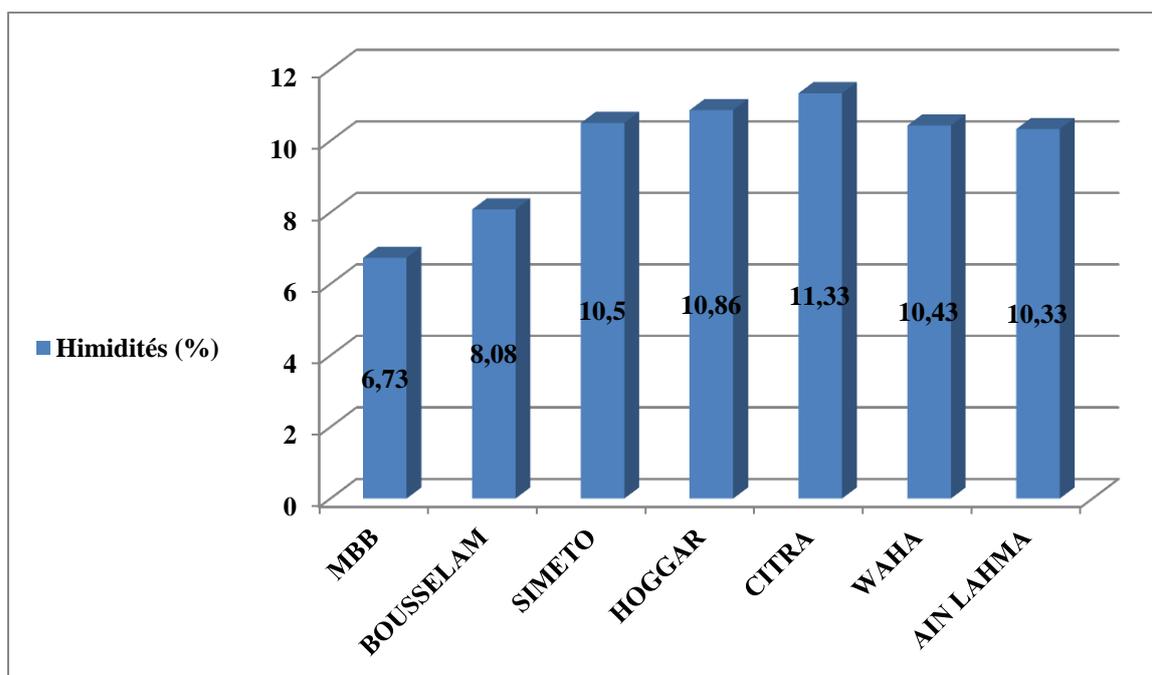


Figure 08 : Humidité des grains entiers broyés des variétés étudiées.

Nous constatons cette fois-ci que les valeurs varient entre 6.73 % et 11.33% enregistrées chez les variétés MBB et Cirta, respectivement. Les valeurs obtenues sont toujours conformes à la norme fixée par le codex alimentarius (14.5% maximum).

Cette augmentation pourrait être due probablement aux paramètres de l'air qui ont caractérisé les conditions de conservation des échantillons durant la période des analyses.

Généralement, la teneur en humidité de la semoule est prise en considération au cours de l'utilisation et précisément lors de l'addition de l'eau (Calvel, 1984).

L'humidité constitue un indicateur important dans la conservation et le stockage des grains. Pour le blé dur, la teneur maximale en eau est fixée selon la norme du codex Alimentarius, volume 7 (1994), à 14.5%.

2.1.2. Détermination de la teneur en protéines

La mesure de la teneur en protéines totales est représentée dans la figure suivante

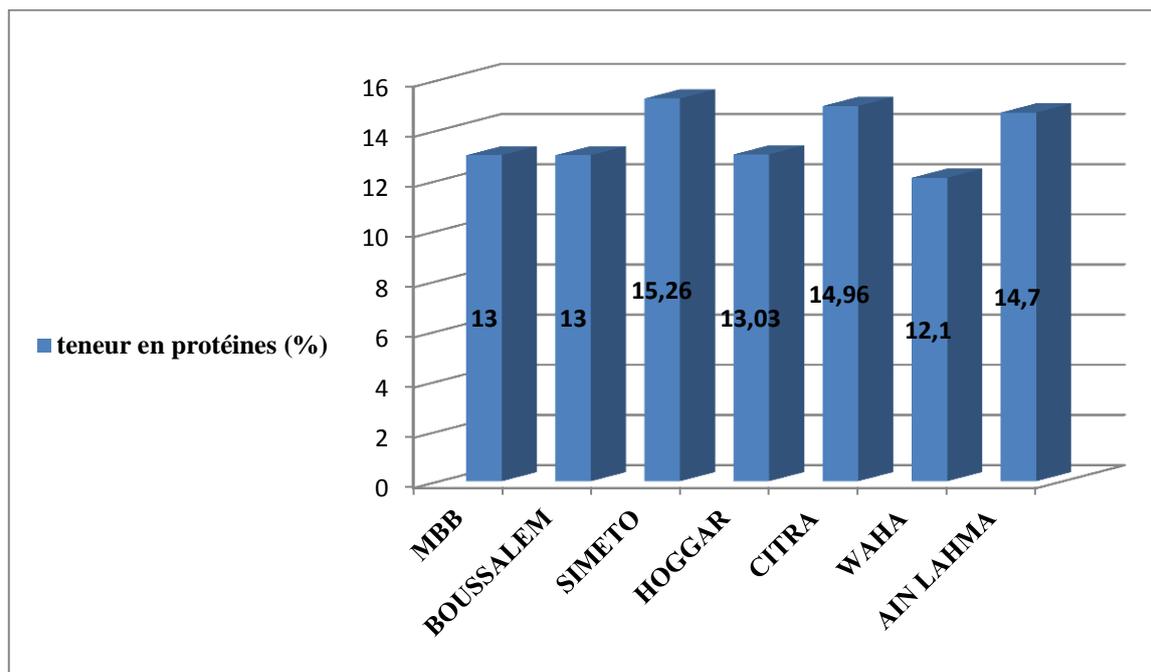


Figure 09 : Teneur en protéines des grains entiers broyés des variétés étudiées.

Les résultats montrent des valeurs comprises entre 12,10% (la variété Waha) et 15,26 % (la variété Simeto).

A l'exception de la variété Simeto qui est caractérisée par une valeur très élevée en protéines (15,26 %), les autres variétés ont des teneurs conformes à celles citées dans les normes (**Benbelkacem et al., 1995**) ; quant à la variété Waha , elle contient de faibles teneurs en protéines (12.1%).

selon **BENBELKACEM et al. (1995)**, nous pouvons classer, selon la teneur en protéines, les variétés étudiées en trois classes différentes: blé de bonne qualité, blé de qualité moyenne et blé de faible qualité (**tableau 07**).

Tableau 07: Les différentes qualités des blés selon leur richesse en protéines.

Les classes	Les variétés	Teneur en protéines (%)
Blés de bonne qualité (15%)	simeto	15.26
Blés de qualité moyenne (de 13 à 15%)	MBB	13
	Bousselam	13
	Citra	14.96
	Ain lahma	14.7
	Hoggar	13.03
Blés de faible qualité < 13%	WAHA	12.1%

Plus une semoule contient des protéines, meilleure sera la qualité culinaire des produits finis. En effet, la richesse en protéines constitue un paramètre de qualité important, elle varie avec de nombreux facteurs tels que la variété, les conditions de la culture et le stade de maturité des grains (SELSELET, 1991).

Selon HLYNKA (1964) cité par NAMOUNE (1989), les périodes de pluie importantes diminuent les teneurs en protéines mais les saisons sèches les relèvent.

Donc la fertilisation du sol en éléments azotés a une grande part dans la richesse en protéines.

2.2 Test technologique des grains entiers broyés des variétés étudiées

2.2.1. Teneur en gluten

Apprécier la quantité et la qualité du gluten a un intérêt principalement technique. En effet, le gluten, constitué essentiellement par la fraction insoluble des protéines, présente la caractéristique de pouvoir former un réseau viscoélastique dont les propriétés d'extensibilité, d'élasticité et de ténacité ont une influence sur le comportement des pâtes en cours de fabrication et sur la qualité du produit fini (pain, biscuit, pâte).

Ce test peut constituer également un moyen de prédiction de la qualité du blé dans le processus de l'amidonnerie. Le gluten joue un rôle multiple grâce à ses propriétés rhéologiques qui ont un comportement lors du pétrissage (GODON, 1991).

- Teneur en gluten humide

Les teneurs en gluten humide sont mentionnées dans la figure suivante

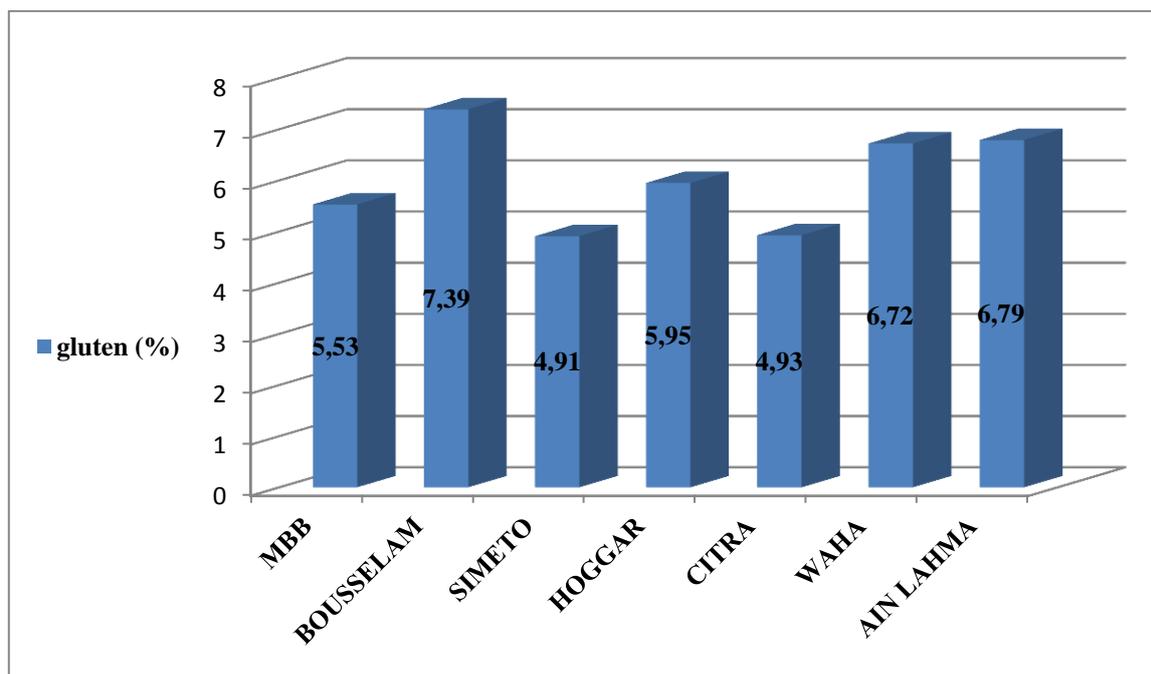


Figure 10 : Teneur en gluten humide des grains entiers broyés des variétés étudiées

Les valeurs sont comprises entre 7.39% et 4.91% enregistrées chez les variétés Bousselam et Simeto, respectivement.

D'un point de vue quantitatif, les teneurs en gluten humide de toutes les variétés sont nettement inférieures à la norme de Delachaux, 1983 fixée à 27,85 %.

La teneur élevée en gluten humide pourrait être due à une forte absorption d'eau. Plus le gluten absorbe de l'eau et plus la différence est grande entre le gluten humide et sec et plus le gluten est de bonne qualité.

Conclusion

Le caractère qualité est actuellement très recherché et est devenu l'un des objectifs principaux dans l'amélioration des blés. La fabrication de la semoule et ses sous-produits nécessite des analyses physico-chimiques et technologiques spécifiques pour contrôler la qualité de blé dur à utiliser.

Pour atteindre les principaux objectifs que nous nous sommes fixés dans le cadre de ce travail, nous avons procédé à des analyses physicochimiques et technologiques de 07 variétés de blé dur cultivées à Bourdj Bou Araridj (humidité, taux de mitadinage, poids de mille grains, teneur en protéines, teneur en eau, poids spécifique et la teneur en gluten).

Pour les différentes variétés les résultats obtenus révèlent des différences significatives pour la plupart des paramètres analysés.

Les résultats qui peuvent être tirés à partir des différentes analyses effectuées sont regroupés dans les points suivants :

- ❖ Les masses des grains des variétés étudiées montrent que se sont des blés moyens, sauf la variété *Semito* qui possède de gros grains.
- ❖ Selon les valeurs de l'humidité des grains obtenus, toutes les variétés sont des blés peu humides et peuvent être conservées sans risque d'altération.
- ❖ Les résultats du dosage de protéines montrent que la semoule de variété *Simeto* apporte plus de protéines que les autres variétés telles que celles de *MBB*, *Bousselam* et *HOGGAR*, qui ont des teneurs moyennes sauf la variété *waha* qui possède de faible qualité.
- ❖ La présence d'un taux élevé en mitadinage conduit à un gluten et à une teneur en protéines plus faibles.
- ❖ Les analyses technologiques montrent que du point de vue quantitatif, les variétés ont des bonnes teneurs en gluten, excepté la variété *Hoggar* qui a une teneur inférieure aux normes.

Face à la diversité des besoins et des procédés de fabrication à base de semoule de blé, les technologues et généticiens ont compris l'importance de mieux connaître les caractéristiques physico-chimiques, biochimiques et l'hérédité des propriétés fondamentales de la pâte. Cela nous conduit à dire que l'amélioration de la qualité des semoules par le biais des caractères présents dans les blés durs mérite l'utilisation de collections de variétés plus performantes (présence des gènes d'intérêt pour la qualité).

En perspective il serait intéressant d'étudier les points suivants :

Conclusion

- la poursuite des travaux nécessite une étude sur plusieurs variétés locales de blé dur afin de rechercher d'autre utilisation de blé dur.
- la lecture génétique des sous unités gluténines de haut et de faible poids moléculaire des variétés de blé dur utilisées pour la fabrication industrielles par l'utilisation de nomenclatures alléliques internationales des protéines de réserve .
- d'apprécier la diversité génétique d'une part et la corrélérer avec les caractères de qualité d'autre part.

Références bibliographiques

1. **ABCASSIS J.**, 1991. Qualité du blé dur, de la semoule et de la pâte alimentaire-ind. Des céréales .Juillet-Aout, pp7-11.
2. **ABECASSIS J., CUQ B., BOGGINI G., and NAMOUNE H., 2012** □ Other traditional durum-wheat product □ PP 177-199 in Durum wheat: Chemistry and technology **SISSON M., ABECASSIS J., MARCHYLO B., and CARCEA M.** Edition AACC International, Inc. 300 pages. ABECASSIS.J, Nouvelles possibilités d'apprécier la valeur meunière et la valeur semoulière des blés, Industries des céréales N° 81, 1993, 35 p.
3. **ADRIAN J., 1990.** La science alimentaire de A à Z, 2ème édition, Techniques et documentation. Lavoisier. Paris. 477 pages.
4. **ALAVA, J.M., MILLAR, S.J., And SALMON, S. E. (2001).** The determination of wheat breadmaking performance and bread dough mixing time by NIR spectroscopy for high speed mixers. *Journal of Cereal Science*: 33. pp 71-81.
5. **Anonyme 1.** 2007. Effects of variety and fertiliser nitrogen on alcohol yield, grain yield, starch and protein content, and protein composition of winter wheat. *Journal of Cereal Science* 48: 46-57.
6. **AZUDIN. N (1988) :** 1988). The milling process in Omeranz Y. Wheat Chemistry and *Bacillus cereus* in some Nigerian flour-based foods. *Food Control*. 3, 149-15
7. **BAR C, (1995)** Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux. guide pratique – Ed , ITEC Paris P. 253..
8. **BENBELKACEM.A, BRINIS.L, SADLI.F,** La recherche pour la qualité des blés durs en Algérie. (Options Méditerranéennes CIHEAM, Série A, Séminaires Méditerranéens, 1995, p 61 -65.
9. **BORNERT, G. 2000.** Importance des bactéries psychrotrophes en hygiène des denrées alimentaires. *Revue Méd. Vét.*, 151(11).1003-1010
10. **BOUDREAU A., 1992.** Le blé. PP. 25-49 in □ le blé éléments fondamentaux et transformation □. **BOUDREAU A., MENARD G.** les presses de l'université LAVAL. Paris. 439 pages
11. **BOZZINI, A.,(1988).** Origin, distribution, and production of durum wheat in the world. In: Fabriani, G., & Lintas, C. (eds.). *Durum - Chemistry and technology*. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Minnesota, USA, pp. 1-16.
12. **BOULEFDJGHAL H.DJOUAD D.et LABED F., 2007.** Evaluation des caractères technologiques de quatre variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.), Mémoire de l'Ingénieur, Option: Génie-biologie, Dept. Biologie. Univ 08MAI 1945, Guelma: pp 1- 42- 43.

13. **BOURNE M., 1977**, le stockage non-étatique des grains dans les pays sahéliens d'Audette et Grolleaud, p 18.
14. **CALVEL R.**, La boulangerie moderne, ed : EYROLLES, Paris, 1984, 460 p.
15. **CHERIET G.**, étude de la galette : différents types, recette et mode de préparation These de magister. Option : science alimentaire. INATAA. Université de Constantine, 2000, 99 P.
16. **CLARCK et MAC-CAIG. 1982**. Excised leaf water relation capability as an indicator of drought resistance of *Triticum* genotypes. *Canadian Journal of Plant Science*. 62: 571-576 p.
17. **Codex Alimentarius 178-1991**, Norme codex pour la semoule et la farine de blé dur, CODEX STAN (Rev. 1-1995), Cereales, legumes secs, legumineuses et matieres proteiques vegetales, 1991, 3 p
18. **DESCLAUX D. 2005**. Amélioration de la valeur technologique et commerciale du blé dur : vers une réduction des taux de moucheture et de mitadin. Rapport du projet de recherche. INRA. Montpellier. France.
19. **DESCLAUX D., SAMSON MF., CARON D. 2005**. Qualité du blé dur en zone traditionnelle : diagnostic en partenariat et avancées multidisciplinaires. Symposium international « Territoires et Enjeux du Développement Régional ». INRA-PSDR. France.
20. **DOUAI M 1833**. Société nationale d'agriculture, collection numérique : fonds régional : nord-pas-de-calaid université catholique de lille- bibliothèque, 2008-211-207.
21. **DOUMANDJIA, DOUMANDJIB, DOUMANDJIS**, Technologie de transformation de blé et problèmes dus aux stocks, ed : opifice des publications universitaires. Alger. 2003, 65p
22. **FAO (2013)**. Crop prospects and Food situation. N°2. July 2013.
23. **FAO, 2014** Perspectives Agricoles de l'OCDE et de la FAO 2012-2021. Available on http://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=HIGH_AGLINK_2012&lang=fr.
24. **FAO, 2011** Perspective de l'alimentation : analyse de marchés mondiaux. Juin 2011.
25. **FEILLET, 2000** Le grain de blé, composition et utilisation, ed : INRA, Paris, 2000, 303 P.
26. **FEILLET P., DEXTER J.E.** 1996. Quality requirements of durum wheat for Semolina milling and pasta production .In "Monograph on Pasta and Noodle Technology", Matsuo R.R., Minnesota ,A.A.C.C.N°95. pp132.
27. **FRANKLAND G. C , et FRANKLAND P. F ,1887** Studies of som new micro-organisms obtained from air, proceedings of the royal society of london, 42 : 150-151.

- 28. FREDERIC C., MARTIN E., PIERRE R., 2013 : Mesure** de la qualité du grain de blé dur par spectrométrie proche infrarouge, Le Cahier des Techniques de l'INRA 2013 (80) n°3, 8p.
- 29. GODON B., 1981.** Le pain pour la science, 50. Paris.
- 30. GODON B.1991.** Biotransformation des produits céréaliers. Ed. Lavoisier. 598p.
- 31. HAMADACHE A., 2011 :** effets de quelques facteurs agro-techniques sur la qualité du grain du blé pluvial. Impact de la fertilisation azotée et de la protection phytosanitaire .Céréaliculture 56 1ere semestre, pp 57-62.
- 32. Hennoui, N, "Evaluation du métabolisme respiratoire et enzymatique des racines de blé dur (*Triticum durum Desf*) issues de plantes infectées par les maladies cryptogamiques et de Plantes traitées avec un fongicide", Thèses de doctorat, département de biologie, Université BADJI Mokhtar de Annaba, 2012.**
- 33. HARVEST INDEX ., 1995.** A review of its use in plant breeding and crop physiology, annals of biology vol 126 n°1 février 1955: p: 197-216.
- 34. I.T.C.F. (Institut Techniques des céréales et des fourrages), 2001 :** Contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux, Lavoisier, France : 286 p
- 32. J.O.R.A. n° 002 DU 08-01-1992.** Décret exécutive N° 91-572 du 31 décembre 1991 relatif à la farine de panification et au pain. 43p.
- 33. KELLOU.R, (2008) « Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pôle de compétitivité Quali-Méditerranée - Le cas des coopératives Sud Céréales, Groupe coopératif Occitan et Audecoop »** CIHEAM-IAMM, thèse publiée, série Master of Science, n° 93, Montpellier.
- 34. KIGER J.L, KIGER J.G,** Techniques modernes de biscuiterie, pâtisserie, boulangerie industrielle et artisanale et les produits de régime, ed : DUNO, Paris.1967, 676 p.
- 35. KLEIJER G ; LEVY I ; SCHWERZEI R ; FOSSATI D ; et BRABANT C. (2007) :** relation entre le poids a l'hectolitre et plusieurs paramètres de la qualité dans le blé, revue suisse Agric.
- 36. LARABA D., 1989.** Contribution à la composition du blé vert concassé et grillé fric d'une variété locale BIDI 17.Mémoire d'ingénieur d'état I.N.A.T.A.A. Université des frères Mentouri, Constantine. 86 pages.
- 37. LABDELLI, A,** étude des effets des variations morpho-structurales du système racinaire pour la tolérance a la sécheresse du blé dur (*triticum durumdesf.*) “, Mémoire de magister, département de biologie, université d'Oron ,2011.

- 38. LELAMER O. AND ROUSSELIN X. (2011).** Marché du blé dur - Monde, Europe, France. Les études de FranceAgriMer, Paris, p44.
- 39. MACKEY.J,** Species relations in *Triticum*, Proc.2nd International wheat genetic. Symposium. Herditas, 1968, 237P.
- 40. Mariana Royer, Ph.D. Robert Houde, M.Sci,** potentiel de développement lié aux extractibles : état des connaissances et revue des marchés, p 33-35,2010.
- 41. MARTIN G (1998) :** l'eau dans les céréales In les industries de première transformation des céréales. Collection science et technique agroalimentaire. Tec et Doc : Lavoisier. Paris.
- 42. Mauze C., Richard M. et Scotti G.** 1972. Guide pratique : contrôle de la qualité des blés. Ed. ITCF.160p
- 43. MEROUCHE, A,** "Besoins en eau et maîtrise de l'irrigation d'appoint du blé dur dans la vallée du Chleff", thèse de doctorat, département de hydraulique agricole, école supérieur d'agronomie, 2015.
- 44. MOHTAHDJI, 1989** Les aliments. Ed Maloine. Paris 203 pages
- 45. QUAGLIA, 1988 cité par NAMOUNE, 1996** Panification du blé dur : mise au point des techniques de fermentation. Thèse de doctorat d'état université de Constantine, Algérie. 263 pages
- 46. REIS D et al., 2006.** Fibre dans l'alimentation PP 277-288 in le monde des fibres **REIS D., VIAN B, BAJON C.** Edition Belin 2006, 351 pages.
- 47. SAMSON M.F., MABILLE F., CHÉRET R., ABÉCASSIS J., MOREL M.H., 2004.** Mechanical and physiological characterization of vitreous and mealy durum wheat endosperm. *Cereal Chemistry* 82, 81-87.
- 48. SELSELET.A,** Technologie des céréales et produits céréaliers. Institut de technologie agricole de Mostaganem, 1991,147 p.
- 49. SIFPAF, 2012.** La filière semoule, pate et couscous. Comité française de la semoulerie industrielle.
- 50. SLAMA A., BEN SALEM M., BEN NACEUR M. ET ZID E. D. 2005.** Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. *Sécheresse* (16) 3 :225-9.
- 51. SURGET.A, BARRON.C,** Histologie du grain de blé : Industries des céréales, 2005,145

ANEXXE

Fiches descriptives des variétés analysées

CIRTA

Teneur en eau : 7.8 %

Masse de mille grains : 42.79 g

Taux de mitadinage : 38.39 %

Poids spécifique : 82.77 kg/hi

Teneur en protéine ; 14.96 %

Teneur en gluten humide : 4.93 %

AIN LAHMA

Teneur en eau : 8.8 %

Masse de mille grains : 30.36 g

Taux de mitadinage : 45.48 %

Poids spécifique : 79.08 kg/hi

Teneur en protéine :14.7

Teneur en gluten humide : 6.79 %

SIMETO

Teneur en eau : 8 %

Masse de mille grains : 51.28 g

Taux de mitadinage : 17.3 %

Poids spécifique : 82.71kg/hi

Teneur en protéine : 15.26%

Teneur en gluten humide : 4.91%

WAHA

Teneur en eau : 6.2 %

Masse de mille grains : 35.24 g

Taux de mitadinage : 36.33%

Poids spécifique : 86.21 kg/hi

Teneur en protéine : 12.1%

Teneur en gluten humide : 6.72 %

HOGGAR

Teneur en eau : 8.6 %

Masse de mille grains : 40.76%

Taux de mitadinage : 41.4 %

Poids spécifique : 83.14 kg/hi

Teneur en protéine : 13.03%

Teneur en gluten humide : 5.95 %

BOUSSELAM

Teneur en eau : 7.4 %

Masse de mille grains : 42.34g

Taux de mitadinage : 11.63%

Poids spécifique : 81.44Kg/hi

Teneur en protéine : 12.53 %

Teneur en gluten humide : 7.39 %

MBB

Teneur en eau : 7.8 %

Masse de mille grains : 42.10g

Taux de mitadinage : 2.48%

Poids spécifique : 83.46kg/hi

Teneur en protéine : 13.00 %

Teneur en gluten humide : 5.53%

Résumé

Le blé dur est omniprésent dans l'alimentation de l'algérien, il est à l'origine de la semoule qui donne par la suite du couscous ou des pâtes alimentaires, mais nous n'avons pas suffisamment conscience de son importance si son accès est facile dans les pays développés, il est convoité dans certains pays comme l'Algérie où sa production est faible ce qui nécessite son importation, et par la suite la subvention de son prix.

Le présent travail est réalisé dans l'objectif d'apprécier la qualité technologique des variétés de blé dur cultivées dans la région de Bourdj Bou Araridj.

Pour atteindre ce but des analyses physico-chimiques et technologiques ont été effectuées.

Les résultats obtenus montrent que la majorité des variétés étudiées (MBB, Waha, Hoggar, Bousselem, Ainlahma, Simeto, Citra) présentent des caractéristiques très proches concernant les tests physico-chimiques (taux de protéines (15.26%), taux de l'humidité(11.33%), mitadinage(2.48%) , teneur en eau(8.8%) , Poids spécifique (86.21%) , Poids de mille grains(55.24%) et technologique (test du gluten(7.39%) .

Mots clés: Blé dur, qualité, tests physico-chimiques, test technologique.

Abstract

Durum wheat is ubiquitous in Algerian food, it is the source of semolina which gives couscous or pasta, but we are not sufficiently aware of its importance if its access is it is easy in developed countries, it is coveted in some countries like Algeria where its production is low which requires its importation, and subsequently the subsidy of its price.

The present work is carried out in order to appreciate the technological quality of durum wheat varieties grown in the Bourdj Bou Araridj region.

To achieve this goal physico-chemical and technological analyzes have been carried out.

The results obtained show that the majority of the varieties studied (MBB, Waha, Hoggar, Bousselam, Ainlahma, Simeto, Citra) have very similar characteristics concerning the physicochemical tests (protein level (15.26%), moisture content (11.33%), mitadinage (2.48%), water content (8.8%), specific gravity (86.21%), thousand grain weight (55.24%) and technological (gluten test (7.39%).

Key words: Durum wheat, quality, physicochemical tests, technological test.

الملخص

يعتبر القمح الصلب من اهم الاغذية الموجودة في الطعام الجزائري , إنه مصدر السميد الذي يعطي الكسكس أو العجائن ، لكننا لسنا على دراية كافية بأهميته إذا كان وصوله سهلاً في البلدان المتقدمة ، فهو مطمئن في بعض البلدان مثل الجزائر حيث الإنتاج منخفض يتطلب استيراده ، وبالتالي دعم سعره.

يتم تنفيذ العمل الحالي من أجل تقدير الجودة التكنولوجية لأصناف القمح القاسي التي تزرع في منطقة برج بوعريرج.

لتحقيق هذا الهدف ، تم إجراء التحليلات الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية.

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن غالبية الأصناف التي تمت دراستها (محمد بن بشير, الواحة, الهقار, بوسلام, عين اللحمة, سميثو, سيترا) لها خصائص متشابهة للغاية فيما يتعلق بالاختبارات الفيزيائية والكيميائية (مستوى البروتين (15.26%) ، محتوى الرطوبة (11.33%) ، التخفيف (2.48%) ، المحتوى المائي (8.8%) ، الثقل النوعي (86.21%) ، ألف وزن الحبوب (55.24%) والتقنية (اختبار الغلوتين (7.39%).

الكلمات المفتاحية: القمح القاسي ، الجودة ، الاختبارات الفيزيائية ، الاختبار التكنولوجي.