



Université Mohamed Kheider Biskra
Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomique

MÉMOIRE DE MASTER

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences agronomiques

Spécialité : Qualité et métrologie appliquée à l'agronomie

Réf : /

Présenté par

DJEGHBALA Ouarda

Soutenu publiquement le Juin 2024

Thème

**Etude comparative de la qualité physico-
chimique, technologique et microbiologique de
deux semoules destinées aux consommateurs
fabriquées dans la région de Biskra**

Jurys :

Mme	Pr. FARHI.K	Université de Biskra	Présidente
Mme	Dr. GHEZZAZ. F	Université de Biskra	Examinatrice
Mme	Pr. DEGHNOUCHE. K	Université de Biskra	Promoteur

Année universitaire : 2023 - 2024

Remerciement

﴿ الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات على كل نعمة أنعمت بها علينا ﴾

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance à ma directrice de mémoire M^{me} DEGHNOUCHE KAHRAMEN. Je la remercie de m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé.

Je tiens à remercier les membres du jury d'avoir accepté, d'évaluer mon travail.

Je remercie également tous les enseignants qui nous ont encouragé et soutenu depuis le début de notre premier cycle d'études jusqu'à la fin de la cinquième année universitaire.

En fin, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à laboratoire MOUSSAOUI, L'ingénieur KHALED BENAMOR, et à tous ceux qui ont contribués de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail

A celle qui a su me consolider durant les moments les plus difficiles de ma vie,
Mon modèle d'affection et de bonté, qui m'enrobé d'amour, de tendresse et
d'attention.

Ma mère...« Hadda ».

A qui je prie Dieu de le couvrir de sa grande miséricorde...

Mon père... « Rachid ».

A Khaled Ben Amor.....tu as été un véritable soutien

A mes chers frères : Mohamed Oussama, Ilyes.

A mes chères sœurs Nessrine et Rania.

A ma chère amie Maroua

A tous ceux qui ont lu cette dédicace et qui ne nous ont pas lésiné avec son
sourire.

A l'ensemble du personnel administratif et technique et à tous ceux qui ont
contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

A tous mes collègues promotion 2024.

Quarda

Liste des tableaux**Liste des figures****Liste des abréviations****Introduction** 1**Chapitre I : Etude bibliographique**

1-Définition de blé dur (<i>Triticum durum Desf.</i>).....	4
2-Classification systématique de blé dur.....	4
3-Morphologie et composition histologique du grain de blé dur	5
4-Production de blé dur	5
4-1-Dans le monde.....	5
4-2-En Algérie	6
5-Critères d'appréciation de la qualité de blé dur	6
5-1-Agréage	6
5-1-1-Taux de moucheture.....	6
5-1-2-Taux de mitadinage.....	6
5-1-3-Taux des impuretés	7
5-2-Poids spécifique (PS)	7
5-3-Poids de mille grains (PMG).....	7
5-4- Teneur en eau	7
5-5-Teneur en protéines totales	8
6-Définition de la semoule	8
7-Types des semoules en Algérie.....	8
8-Composition biochimique de la semoule.....	9
9- Critères d'appréciation de la qualité physico-chimique de semoule	10
9-1-Aspect	10
9-2-Granulométrie	10
9-3-Humidité	10
9-4- Taux des Cendres	10
9-5-La couleur	11
9-6-Acidité.....	11
10- Critères d'appréciation de la qualité technologique de semoule	11
10-1- Gluten.....	11
10-2- Indice de chute	12

11- Critères d'appréciation de la qualité microbiologique de semoule.....	12
---	----

Chapitre II : Matériels et méthodes

1-Objectif	14
2-Présentation des lieux de stage	14
3-Technologie de transformation de blé à la semoule.....	14
3-1-Réception de blé.....	15
3-2-Pré nettoyage.....	15
3-3-Nettoyage	15
3-4-Conditionnement.....	15
3-5- 2 ^{ème} Nettoyage	16
3-6- Mouture.....	16
3-7-Stockage et mettre en sacs	16
4- Détermination des caractéristiques physico-chimique de blé dur.....	17
4-1-Agréage	17
4-1-1-Taux des impuretés	17
4-1-2-Taux de moucheture.....	17
4-1-3-Taux de mitadinage.....	18
4-2-Poids spécifique (PS)	19
4-3-Poids de mille grains (PMG).....	20
4-4- Teneur en eau	21
4-5-Teneur en protéines totales	22
5- Détermination des caractéristiques physico-chimique de la semoule.....	23
5-1-Granulométrie	23
5-2-Humidité	24
5-3- Taux des cendres.....	24
5-4-Test de couleur.....	25
5-5-Acidité grasse.....	26
6- Détermination des caractéristiques technologique de semoule	27
6-1- Gluten.....	27
6-2- Indice de chute	29
7- Détermination des caractéristiques microbiologique de la semoule.....	30

Chapitre III : Résultats et discussion

1- Analyses physicochimiques de blé dur	34
1-1-Agréage	34
1-1-1-Taux des impuretés totales	34
1-1-2-Taux de moucheture	35
1-1-3-Taux de mitadinage	35
1-2-Poids spécifique (PS)	36
1-3-Poids de mille grains (PMG).....	37
1-4-Humidité	38
1-5-Teneur en protéines totales	39
2-Analyses physico-chimiques de la semoule.....	39
2-1-Granulométrie	40
2-2-Humidité	41
2-3- Taux des Cendres	43
2-4-Test de couleur	44
2-5-Acidité grasse.....	47
3- Analyses technologique de la semoule	48
3-1- Gluten.....	48
3-2- Indice de chute	51
4- Analyse microbiologique de la semoule	53
Conclusions	55
Références bibliographique	
Annexes	
Résumé	

Tableau 01 : Classification systématique du blé dur.....	4
Tableau 02 : Composition biochimique de la semoule de blé dur.....	9
Tableau 03 : Prise d’essai en fonction de la teneur en eau de l’échantillon (NA 1176 : 2015).....	Annexe 04
Tableau 04 : Résultats d’agrégage de blé dur (GMS) et (El-Baraka).....	34
Tableau 05 : Variations de poids spécifique (Kg/hl) de blé dur (GMS) et (El-Baraka).....	36
Tableau 06 : Variations de poids de mille grains (g) de blé dur (GMS) et (El-Baraka).....	37
Tableau 07 : Variations des teneurs en eau (%) de blé dur (GMS) et (El-Baraka).....	38
Tableau 08 : Variations des teneurs en protéines (%) de blé dur (GMS) et (El-Baraka).....	39
Tableau 09 : Analyse de la variance ANOVA de taux d’humidité (%) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).....	42
Tableau 10 : Analyse de la variance ANOVA de taux des cendres (%) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).....	44
Tableau 11 : Analyse de la variance ANOVA de l’indice de jaune (b*) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).....	45
Tableau 12 : Analyse de la variance ANOVA de l’indice de brun (a*) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).....	46
Tableau 13 : Analyse de la variance ANOVA de l’acidité grasse (%) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).....	48
Tableau 14 : Analyse de la variance ANOVA de gluten humide (%) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).....	49
Tableau 15 : Analyse de la variance ANOVA de gluten index (%) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).....	50
Tableau 16 : Analyse de la variance ANOVA de gluten sec (%) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).....	51
Tableau 17 : Analyse de la variance ANOVA d’indice de chute (Sec) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).....	52
Tableau 18 : Résultats d’analyses microbiologique de la semoule de blé dur (GMS).....	53
Tableau 19 : Résultats d’analyses microbiologique de la semoule de blé dur (El-Baraka)....	54
Tableau 20 : Granulométrie (%) de la semoule de blé dur (GMS).....	Annexe 05
Tableau 21 : Granulométrie (%) de la semoule de blé dur (El-Baraka).....	Annexe 05
Tableau 22 : Humidité (%) des semoules de blé dur (GMS) et (El-Baraka).....	Annexe 05
Tableau 23 : Les cendres (%) des semoules de blé dur (GMS) et (El-Baraka).....	Annexe 06
Tableau 24 : Test de couleur des semoules de blé dur (GMS) et (El-Baraka).....	Annexe 06

Tableau 25 : Taux d'acidité grasse (%) des semoules de blé dur (GMS) et (El-Baraka).....**Annexe 06**

Tableau 26 : Teneur en gluten (%) des semoules de blé dur (GMS) et (El-Baraka).....**Annexe 07**

Tableau 27 : Temps de chute (Sec) des semoules de blé dur (GMS) et (El-Baraka).....**Annexe 07**

Figure 01 : le blé dur (<i>Triticum durum Des</i>).....	4
Figure 02 : Morphologie et composition histologique du grain de blé dur (<i>Triticum durum Desf.</i>).....	5
Figure 03 : La semoule.....	8
Figure 04 : Granulométrie des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).....	40
Figure 05 : Variations de taux d'humidité (%) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).....	41
Figure 06 : Variations de taux des cendres (%) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).....	43
Figure 07 : Variations des indices de couleur (b*) et (a*) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).....	45
Figure 08 : Variations de taux d'acidité grasse (%) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).....	47
Figure 09 : Variation de teneurs en gluten (%) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).....	49
Figure 10 : Variations de temps de chute (Sec) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).....	52
Figure 11 : Préparation de la suspension mère et des dilutions décimales.....	Annexe 01
Figure 12 : Etapes de la recherche des moisissures.....	Annexe 02
Figure 13 : Etapes de recherche des spores de <i>Clostridium sulfito-Réducteur</i>	Annexe 03

C ° : degré Celsius

(g) : grammes

GH : Gluten humide

GI : Gluten Index

GS : Gluten sec

H : humidité

h : heure

hl : hectolitre

ISO : international standard organisation

JORA : journal officiel de la république algérienne

Kg : Kilogrammes

(mg) : milligrammes

ml : millilitre

mm : millimètre

µm : Micromètre

min : minutes

Mt : million tonnes

N : Normalité

N : nombre

NA : normes algérienne

NF : normes française

P : probabilité

Sec : Second

Tr/min : tours par minute

TSE : Tryptone-Sel-Eau

vf : volume finale

V : Volume

% : Pourcent

Introduction

Le blé dur est l'une des premières espèces cultivées par l'homme depuis plus de 7000 à 10000 ans avant Jésus-Christ dans la région du croissant fertile, vaste territoire comprenant la vallée du Jourdain et les zones adjacentes de la Palestine, de la Jordanie, de l'Irak, et la bordure Ouest de l'Iran (**Feldman, 2001**). Est une céréale largement cultivée dans le monde, la troisième espèce par importance de la récolte mondiale, et la plus consommée par l'homme, il constitue la principale base du régime alimentaire pour les consommateurs, présente un rôle social, économique et politique dans la plupart des pays (**Hamdani et al., 2018**).

Le grain de blé est principalement constitué de 13 % d'eau, (1,7 à 2,10 %) de matières minérales, (10 à 13 %) de matières protéiques, (1,5 à 2 %) de matières grasses, (68 à 72 %) et de glucides totaux (**Barron et al., 2012**). La structure vitreuse de l'amande de blé dur lui confère l'aptitude particulière à être transformé en semoule.

La semoule est un produit granulé issu de la mouture industrielle des grains de blé industriellement purs et nettoyés. Elle est constituée des fragments de l'amande du grain dont la taille granulométrique est supérieure à 150 μm (**Abecassis, 1998**).

Généralement, la semoule contient 80% de glucides, 78% sous forme d'amidon (amylose et amylopectine) et 2% sous forme de sucres réducteurs. Elle est également composée de (10 % à 16.5 %) de protéines dont (80 % à 85%) sont des protéines de réserve. Les pentosanes sont présentés avec un pourcentage de (1.5% à 3%) (**Christèle-Icard, 2000**).

La semoule de blé dur est considérée comme le témoin auxquels sont comparées les autres matières premières. Elle est reconnue comme produit fini de la première transformation des blés et le substrat principal et matière première pour la fabrication des pâtes alimentaires en raison de sa teneur en gluten qui confère aux pâtes (couscous, pâtes alimentaires, pain ...) des propriétés technologiques et rhéologiques spécifiques, de sa dureté, sa couleur unique, sa flaveur et sa qualité de cuisson (**Godon, 1991**).

La semoule est le produit issu de la première transformation du blé, et elle est constituée la première matière stratégique dans l'alimentation du consommateur algérien, non seulement parce qu'elle constitue une matière intermédiaire facile à utiliser pour préparer des plats populaires et traditionnels, mais c'est aussi une source importante des besoins énergétiques quotidiens car elle contient un pourcentage important de sucres (amidon), ainsi que de protéines. Pour cette raison, l'état algérien adopte une politique stricte envers sa sécurité alimentaire en fournissant et en accordant des licences pour construire des moulins pour produire de la semoule afin d'assurer l'abondance ainsi que de créer et encourager la compétitivité dans ce secteur.

Le consommateur aspire à obtenir un produit de haute qualité conforme aux normes algériennes. Pour lever toute ambiguïté sur ce sujet, nous avons mené une étude comparative de deux marques de semoule destinées aux consommateurs de la Wilaya de Biskra : El-Baraka et Grands Moulins du Sud (GMS). L'objectif était de déterminer dans quelle mesure ces marques satisfont les attentes des clients face à la concurrence. Pour ce faire, nous avons étudié certaines propriétés physico-chimiques du blé dur utilisé comme matière première dans les deux usines (agrégage, humidité, poids de mille grains, poids spécifique). Nous avons également analysé les propriétés physico-chimiques (granulométrie, humidité, taux de cendres), technologiques (teneur en gluten, temps de chute) et microbiologiques des deux semoules.

Notre travail est structuré de la manière suivante :

- Une introduction générale au sujet, précisant les objectifs de cette étude.
- Un chapitre consacré à une étude bibliographique abordant la caractérisation physico-chimique du blé dur ainsi que la caractérisation physico-chimique, technologique et microbiologique de la semoule.
- Deux chapitres dédiés à l'étude expérimentale :
 - Le premier chapitre, intitulé "Matériels et Méthodes", présente les différentes méthodes et équipements utilisés pour déterminer les caractéristiques physico-chimiques du blé dur ainsi que les caractéristiques physico-chimiques, technologiques et microbiologiques de la semoule.
 - Le deuxième chapitre présente les résultats obtenus et leur discussion, en comparant les résultats des deux marques de semoule.
- Une conclusion qui synthétise les principaux résultats de l'étude.

Chapitre I : Etude bibliographique

1-Définition de blé dur (*Triticum durum* Desf.)

Le blé est une plante annuelle, dont le grain est un fruit sec et indéhiscant appelé caryopse ; constitué d'une graine et de téguments (Feillet, 2000). Appelé ainsi dur en raison de la dureté de son grain, il est cultivé dans les pays aux climats chauds et secs. Les grains du blé dur sont allongés, généralement même pointu, plutôt mince et légèrement translucides (figure 01) (Khebbat, 2015).

Le blé dur est utilisé dans le roulage de couscous, la fabrication de galette, de certains pains traditionnels et des pâtes alimentaires. Il est alors pastifiable et panifiable (Calvel, 1984).



Figure 01 : le blé dur (*Triticum durum* Desf.) (Photo originale, 2024).

2-Classification systématique de blé dur

Est une céréale, herbacée, annuelle, monocotylédone, Le blé dur est une autogame à paille, caractérisé par des critères morphologiques particuliers. La classification détaillée est illustrée dans le tableau (01) :

Tableau 01 : Classification systématique du blé dur (Bonjean et Picard, 1990).

Embranchement	Spermatophytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotylédones
Ordre	Poales
Famille	Gramineae
Tribu	Triticeae
Genre	<i>Triticum</i>
Espèce	<i>Triticum durum</i> Desf.

3-Morphologie et composition histologique du grain de blé dur

Un grain de blé comprend trois parties principales (figure 02):

- L'enveloppe (14 % à 16 % du poids du grain).
- l'amande farineuse (81% à 88 % du poids du grain).
- le germe (2,5% à 3 % du poids du grain) (**Ben naceur et al., 1997**).

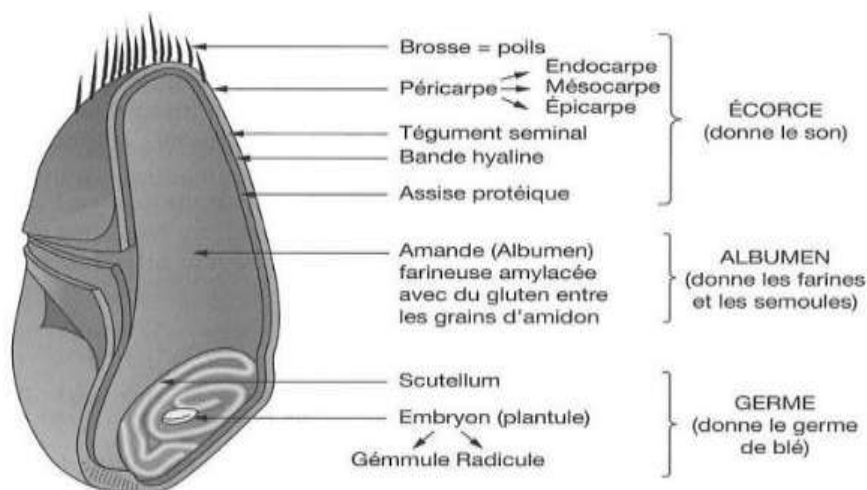


Figure 02 : Morphologie et composition histologique du grain de blé dur (*Triticum durum Desf.*) (**Fredot, 2005**).

4-Production de blé dur

4-1-Dans le monde

La production mondiale en progression constante, et les échanges qui se multiplient entre les régions du monde font du blé l'un des principaux acteurs de l'économie mondiale. Cependant le blé dur est une céréale secondaire à l'échelle mondiale. Sa production est très localisée dans le bassin méditerranéen d'une part (Europe du Sud, Moyen orient, Afrique du Nord), et en Amérique du Nord d'autre part (Canada central et Nord des USA) où est produit le quart du blé dur mondial (blé dur de printemps dans cette région continentale froide). En fin, on trouve un peu de blé dur en Europe centrale (ex U.R.S.S), ainsi qu'en Argentine (**Nour, 2017**). La FAO (2007) estime une production moyenne mondiale annuelle qui avoisine 27.57 Mt durant la période 1994 – 2007.

4-2-En Algérie

En Algérie, le blé dur (*Triticum durum Desf.*) est la première céréale cultivée dans le pays et occupe annuellement plus d'un million d'hectares. Cependant, sa production est encore faible, elle ne couvre que 20 à 25 % des besoins du pays, le reste étant importé. La cause principale de la faiblesse de la production du blé dur, soit 15,4 quintaux/hectare est liée à des contraintes abiotiques (pluviométrie surtout), biotiques (adventices) et humaines (itinéraires techniques appliqués etc...) (Chellali, 2007).

5-Critères d'appréciation de la qualité de blé dur

La qualité d'un blé dur est en fonction de l'utilisation que l'on en fait, la presque unique destination du blé dur est l'obtention d'une semoule destinée elle-même à l'obtention de pain ou de galette, de couscous, et surtout de pâtes alimentaires (Trentesaux, 1995).

5-1-Agréage

La fonction Agréage 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 (semoule, Couscous, Pâtes alimentaire.....).

5-1-1-Taux de moucheture

Les grains colorés du germe comme étant des grains ayant la coloration au niveau de l'enveloppe du germe, et d'autre part les grains mouchetés comme étant ceux colorés ailleurs que sur le germe et en particulier au niveau du sillon (ECS, 2017).

La moucheture entraîne donc une baisse du prix de vente pour le producteur, que ce soit pour les matières premières ou les produits finis. Le mécanisme de la moucheture n'est pas encore précisément connu, mais sa cause est multifactorielle, incluant des facteurs biotiques (champignons, cultivars de blé) et abiotiques (principalement les conditions environnementales) (Chau, 2019).

5-1-2-Taux de mitadinage

Le taux de mitadinage, un critère d'appréciation de la qualité du blé dur, serait dû en particulier à un excès d'eau dans le sol et à un déficit d'azote, ce qui donne un grain gonflé, blanchâtre, à structure partiellement ou entièrement farineuse (Matweef, 1946).

Il est donc important de contrôler le pourcentage de grains mitadinés, car il apporte une indication directe sur la valeur semoulière. Outre son effet défavorable sur le rendement en semoule, le mitadinage exerce une influence défavorable sur la qualité culinaire des pâtes alimentaires (Feillet, 1986).

5-1-3-Taux des impuretés

La connaissance du taux d'impuretés et leur nature est intéressante car elles provoquent un réel risque pour la semoulerie et le produit fini. La nature des impuretés varie avec les lots de blé et leurs origines. Un lot de blé idéal pour la meunerie ne devrait être constitué que de grains de l'espèce, propres, sains et secs.

La recherche des impuretés est l'opération qui a pour but de séparer, de classer et de peser les différentes impuretés contenues dans un échantillon (**Godon et Loisel, 1997**).

5-2-Poids spécifique (PS)

Est une ancienne mesure qui permet de mesurer la masse de grains pour un volume donnée (kg/hl). Etant toujours prise en compte dans les transactions commerciales. C'est un critère qui présente toujours un intérêt en rendement semoulier.

le poids spécifique dépend essentiellement des conditions climatiques pendant la formation des enveloppes et à la récolte (pluies tardives) et des maladies en particulier des fusarioses sur épis (**Masse et al., 2002**).

5-3-Poids de mille grains (PMG)

Est l'un des caractères descriptifs de l'obtention de l'information sur le rendement, il est nécessaire pour déterminer l'importance de l'échantillon d'après le nombre de semences qui ont été conservées à long terme.

Le poids de mille grains est une caractéristique qui permet d'évaluer le remplissage du grain. Les grains échaudés, ceux qui ont souffert de mauvaises conditions de croissance, petits, « mal nourris », ou ceux qui ont été partiellement vidés de leur amande par des prédateurs aux champs ou lors du stockage, vont donner une masse bien inférieure à la normale (**Lasme, 2011**).

5-4- Teneur en eau

L'eau est un des constituants de base du grain (environ 13%). L'intérêt de connaître précisément la teneur en eau de blé est avant tout réglementaire. En effet, la réglementation impose une teneur en eau < à 15% afin de faciliter la conservation et d'éviter une altération.

Connaître la teneur en eau du grain permet aux meuniers de savoir la quantité d'eau à rajouter avant la mouture pour une meilleure séparation des couches du grain (**El hadef el okki, 2015**).

5-5-Teneur en protéines totales

La teneur en protéines est un caractère génétique transmissible, mais les conditions agrochimiques (sol, climat ...) influent sur la teneur en protéines ainsi que le rendement en grains. La connaissance de la teneur en protéines associée à celle de la variété du blé, donne une bonne information sur la qualité technologique de la semoule (**Villegas et al ,1970**).

6-Définition de la semoule

La semoule est définie comme étant : « le produit obtenu à partir des grains de blé dur (*Triticum durum Desf.*) par un procédé de mouture au cours duquel le son et le germe sont essentiellement éliminés et le reste est broyé à un degré de finesse adéquat » (figure 03) (**Codex Alimentarius, 1995**).

La semoule de blé dur est considérée comme le témoin auquel sont comparées les autres matières premières. Elle est reconnue comme le substrat principal pour la fabrication des pâtes alimentaires en raison de sa teneur en gluten qui confère aux pâtes (couscous, pâtes alimentaires,...) des propriétés technologiques et rhéologiques spécifiques, due essentiellement à sa dureté, sa couleur unique, sa flaveur et sa qualité de cuisson (**Godon et Willim, 1991**).



Figure 03 : La semoule (photo originale, 2024).

7-Types des semoules en Algérie

La semoule en Algérie est classé en fonction de :

- Leur qualité, et on distingue :

-La semoule supérieure : Elle provient de la partie centrale de l'amande du grain de blé dur et a un faible taux de matières minérales. Elle sert à fabriquer les pâtes alimentaires dites "supérieures".

- **La semoule courante** : Elle contient plus de parties périphériques et a un plus fort taux de matières minérales. Elle sert à la fabrication de pâtes dites "courantes"

➤ Leur granulométrie, et on distingue :

- **Semoule gros (SG)** : La taille des particules varie de 900µm à 1100µm, pour un usage domestique ou la fabrication du couscous de type gros.

- **Semoule moyenne (SM)** : sa dimension est comprise entre 550µm à 900µm, généralement vendue en l'état pour l'utilisation ménagère (couscous, galette, biscuite, etc.) et pour la fabrication de couscous industriel de type moyen.

- **Semoules sasses super extra (SSSE)** : sa dimension est 190µm à 550µm, destinées à la fabrication des pâtes alimentaires.

- **Semoules sasses super fine (SSSF)** : sa taille est de 140µm à 190µm, ces semoules proviennent de la couche externe du grain (**Benbelkacem et al. 1995**).

8-Composition biochimique de la semoule

La semoule de blé dur est un composé complexe. Elle comporte différents constituants (protéines, lipides, sucres,...) (Tableau 02), qui jouent un rôle direct ou indirect dans la fabrication de différentes pâtes alimentaires et aussi comme une source énergétique pour le consommateur.

Tableau 02 : Composition biochimique de la semoule de blé dur (**Souci et al., 1994**)

Constituants	Teneur en (g) par 100 (g) de semoule
Eau	13,1
Protéines	9,56 – 12,6
Amidon	68,96 – 70,4
Polysaccharides non amylacés	3,9
Lipides	0,79 – 3,8

9- Critères d'appréciation de la qualité physico-chimique de semoule

9-1-Aspect

Est une observation à l'œil nu et une évaluation de la propreté de la semoule et de son absence d'impuretés diverse telles que des grains marrons de son et des granules noirs issus de blé moucheté ou de mauvais nettoyage de blé.

9-2-Granulométrie

La granulation a pour objet de la mesure de la taille des particules élémentaires qui constituent l'ensemble des grains de substances diverses, telles que semoule, couscous, et la définition des fréquences statistiques des différentes tailles de grains dans l'ensemble étudié. La distribution granulométrique de la semoule est un facteur déterminant du fait qu'elle affecte les propriétés d'absorption des pâtes et par conséquent elle influe sur la qualité du produit fini (**Dick et Matsuo, 1988**).

Les produits les plus demandés correspondent à des semoules présentant une granulométrie homogène. (**kellou2008**).

9-3-Humidité

L'humidité est un facteur crucial dans l'évolution des phénomènes biologiques, le contrôle de la teneur en eau des semoules permet de minimiser le risque d'altération lors de conditionnement et du stockage, ainsi plus la teneur en eau est faible plus la qualité des semoules est meilleure (**Fillet, 2000**).

Il faut noter que la semoule comme tous les produits dérivés des céréales est hygroscopique. Il est normal qu'au cours du stockage, la teneur en eau des sacs et des sachets des semoules puisse varier, ainsi que leur poids, mais la matière sèche demeure constante, et le produit garde la même valeur aux points de vue technologique et nutritionnelle (**Bourgois et al., 1996**).

9-4- Taux des Cendres

Le taux de cendres des semoules correspond à la teneur en matières minérales après incinération à 900°C. Il constitue le critère réglementaire de la pureté et taux d'extraction des semoules. En effet, plus le taux de cendre est faible plus la semoule est considérée comme pure. Il n'existe pas de réglementation uniforme, chaque pays fixe une valeur limite supérieure du taux de cendres pour les produits dérivés de blé dur (**Abecassis, 1996**).

9-5-La couleur

Est un critère important de la qualité des semoules de blé dur et de ses produits dérivés, la coloration jaune représentent un paramètres importants de la qualité du pain de blé dur.

La couleur jaune de la semoule est due à la fois, à la présence dans le blé des pigments caroténoïdes et aux réactions enzymatiques responsables des dégradations oxydatives, l'indice de brun et l'indice de jaune augmenteraient avec la dureté du blé.une semoule grosse paraît plus jaune que lorsqu'elle est finement broyée, alors que la quantité de "pigments jaunes" extractibles reste invariable.

Les pigments caroténoïdes sont distribués différenciellement dans le grain, leur gradient décroît dans le germe, les enveloppes et l'endosperme (**Tazerout, 2013**).

9-6-Acidité

L'acidité est due surtout à la présence d'acides gras libres qui résultent de l'hydrolyse lente des triglycérides par des lipases endogènes ou exogènes; elle apparaît à partir d'une humidité de 12 à 14%. La libération des acides gras s'accompagne d'une accumulation du mono et des di-glycérides; les lipides inclus dans l'amidon, ne sont pas altérés; leur complication avec l'amylose et l'amylopectine les protégeant des attaques enzymatiques.

Une valeur élevée d'acidité résultant d'une mauvaise condition de stockage, peut affecter de manière sensible la valeur technologique des semoules. Son excès diminue la qualité de gluten, sa cohésion, son élasticité et son coefficient d'hydratation (**Feillet, 2000**).

10- Critères d'appréciation de la qualité technologique de semoule

10-1- Gluten

Gluten ; ce mot vient du latin glutinum (glu, colle) ; le gluten humide de la semoule de blé dur est une masse viscoélastique composée de gliadines et de gluténines gonflées dans l'eau.

Le gluten est le composant fonctionnel des protéines constituent 80 % du total des protéines du grain. Les composantes majeures du gluten sont les gliadines et les gluténines, qui représentent 70 % des protéines totales du blé. Ce sont les deux principaux groupes de protéines de l'endosperme, et varient suivant la variété de blé utilisée. La qualité des gliadines influence l'extensibilité de la pâte, les gluténines lui donnent élasticité et ténacité (**El hadef El okki 2015**).

10-2- Indice de chute

L'indice de chute est un indicateur de l'activité des amylases (enzymes dégradant l'amidon) qui peut devenir excessive dans le cas de présence de grains germés ou en voie de germination (**Godon et al., 1997**).

La mesure de l'activité enzymatique révèle non seulement la présence de grains germés, mais aussi, elle contribue à la qualité du pain : volume du pain, aspect de la mie, couleur de la croûte et dégagement gazeux au cours de la fermentation (**Bard, 1997**).

11- Critères d'appréciation de la qualité microbiologique de semoule

Les analyses microbiologiques ont pour but d'assurer la qualité hygiénique du produit afin d'éviter tout risque pour la santé du consommateur.

Les micro-organismes recherchés sont principalement les moisissures et clostridium sulfite-réducteur. Ces micro-organismes sont les principaux responsables des pertes en grains après récolte, se sont eux qui posent un problème au niveau du stockage et de conservation. Rappelons que certaines moisissures, fréquentes sur le grain sont capables d'élaborer des substances toxiques pour l'homme (**Roberts, 2005**).

Chapitre II :

Matériels et méthodes

1-Objectif

L'objectif de cette étude est de comparer deux types de semoule consommées dans la wilaya de Biskra, à savoir la semoule El-Baraka et la semoule des Grands Moulins du Sud (GMS), afin d'évaluer leur conformité aux normes de qualité et leur capacité à répondre aux attentes des consommateurs. Cette comparaison sera effectuée à travers l'analyse de certaines propriétés physico-chimiques et microbiologiques des deux types de semoule. Il est important de noter que cette étude a été réalisée de manière rigoureuse et impartiale, sur la même période pour les deux semoules, sans tenir compte de la provenance du blé utilisé (importé, local, ou un mélange des deux).

2-Présentation des lieux de stage

Le Laboratoire Moussaoui de contrôle de qualité et de conformité, dirigé par le gérant Monsieur Riadh Moussaoui, est situé dans la wilaya de Biskra (cité 177 logements participatifs, pavillon 1, n° 133). Agréé par le ministère du Commerce (autorisation ministérielle n° 015 délivrée le 06/07/2020), le laboratoire est équipé de matériels sophistiqués conformes aux normes et dispose d'un personnel qualifié, sérieux et dynamique. Il offre les services suivants :

- Analyses physico-chimiques et bactériologiques des produits agroalimentaires (Huiles, miel, dattes, produits laitiers, viandes, aliments de bétail, biscuits, café, sel, eaux minérales, semoules...).
- Analyses des plantes.
- Analyses des soles et des eaux de forages.
- Plats témoins (Hôtels, restaurants, écoles, hôpitaux, universités...).
- Analyses des produits cosmétiques et parapharmaceutiques.
- Analyses des produits d'entretien et détergents.
- Analyses des compostes et des engrais.
- Formations pour les étudiants ou les nouveaux investisseurs.

3-Technologie de transformation de blé à la semoule

Le procédé utilisé par les Moulins reprend à son compte les méthodes traditionnelles afin de préserver, au travers des moyens sophistiqués.

L'art de la mouture est d'isoler l'albumen amylicé du grain exempt des parties périphériques (enveloppes et couche à aleurone) et du germe avec le meilleur rendement possible et à moindre coût, tout en maîtrisant les propriétés des produits obtenus.

3-1-Réception de blé

L'approvisionnement en matière première (blé dur) dans une semoulerie se fait généralement au moyen de camions, qui dès leur arrivées passent par un pont bascule pour vérifier la quantité de Blé reçue, à ce niveau, un échantillon de blé est immédiatement prélevé et envoyé au laboratoire afin d'être analysé (**Boudreau et Menard, 1992**).

3-2-Pré nettoyage

Cette étape a pour but d'enlever les gros objets chargés de blé, comme les branches d'arbres et les grosses pierres. La trémie élimine les gros déchets. Une chaîne de convoyage envoie le blé sale du bas vers le haut au moyen du seau désigné. Un appareil magnétique (aimant) élimine les métaux ferreux provenant du blé placé en tête du circuit de nettoyage sur le séparateur nettoyeur aspirateur (S.N.A). Un autre aimant doit être placé avant que le blé n'atteigne le moulin.

3-3-Nettoyage

Les grains de blés doivent être débarrassés de toutes leurs impuretés avant d'être envoyés au broyage. Le nettoyage a pour but :

- D'éliminer les corps étrangers (pailles, pierres, pièces métalliques etc.).
- D'éliminer graines contaminants (grains d'autres céréales : avoine, maïs...etc).
- La décontamination microbiologique est un autre objectif parfois recherché.

3-4-Conditionnement

Le processus de conditionnement est une étape essentielle pour faciliter le processus de la mouture, car il consiste à traiter les grains avec de l'eau, à les mouiller, puis à les soumettre à un temps de repos dans le pot, puis à une humidification supplémentaire, suivie d'une courte période de repos avant le broyage. Ce procédé vise à modifier l'état physique des grains d'amidon pour permettre la meilleure séparation possible lors de la mouture. La teneur en eau des grains est généralement d'environ 16%, la période de conditionnement est de 5 à 6 heures.

Il est à noter que la période de repos après le conditionnement vise à garantir que l'eau atteint tous les grains de blé et dépend également de l'ampleur de l'absorption d'eau.

3-5- 2^{ème} Nettoyage

A partir des silos de deuxième repos, le blé passe par des doseurs et un aimant qui retient les corps métalliques restants. A ce niveau, l'humidité est de 16,5% et le blé est prêt à la mouture.

3-6- Mouture

Une fois le blé nettoyé et conditionné, il est acheminé vers la section de mouture. Celle-ci, à pour but l'extraction la plus poussée de l'amande farineuse du grain de blé en dépensant le minimum d'énergie. Le processus de mouture comprend quatre opérations :

➤ **Broyage**

Consiste en une fragmentation progressive du blé en particules grossières tout en évitant la création des particules fines.

➤ **Convertissage**

Le convertissage a pour but de réduire la semoule propre jusqu'à l'obtention d'une farine. Au dessous de chaque convertisseur nous trouvons un détacheur servant à pulvériser les plaquettes de farine.

➤ **Claquage**

C'est une opération permettant de traiter la semoule vêtue. Il a pour but de séparer des particules de son de la semoule.

➤ **Curage de son**

Six brosses à son activées horizontalement assurent l'opération de curage du son afin de récupérer la farine seconde et celle qui reste encore dans les particules de son.

➤ **Blutage**

C'est une opération de tamisage qui permet de séparer les produits et de les classer suivant les différentes dimensions des particules, elle est assurée par deux plansichters.

3-7- Stocker et mettre en sacs

Ils représentent l'étape finale du processus de fabrication. En effet, les semoules de blé dur sont mises dans des sacs en polypropylène, ces derniers doivent être propres et fortement scellés, et ils doivent préserver les qualités hygiéniques, nutritionnelles, technologiques et organoleptiques du produit (**Boudreau et Menard, 1992**).

4- Détermination des caractéristiques physico-chimique de blé dur

4-1-Agréage

4-1-1-Taux des impuretés

Principe (NA 1830 : 2009)

détermination du taux d'impuretés par séparation des petits grains, grains cassés, grains étrangers, dégermées ou autres éléments indésirables dans 100 grammes de blé sale.

Appareillage

- Diviseur d'échantillon.
- Balance analytique.
- Tamis à tôle perforée de trous longs de 2.1 mm × 20 mm.
- Tamis à tôle perforée de 3.5mm
- Pince (pour séparer les différentes impuretés).

Mode opératoire

- Prélèvement de 100 g d'échantillon de blé sale.
- Tamisage de l'échantillon dans un tamis à tôle perforée de 3.5mm pour extraire les matières inertes.
- Tamisage de l'échantillon dans un tamis à tôle perforée de 2mm pour extraire les grains cassés, les grains échaudés et les grains maigres.
- Le triage manuel de toutes les autres impuretés après examen visuel de l'échantillon.

Expression des résultats

Après séparation des différentes impuretés, celles-ci sont pesées, et les résultats sont exprimés en pourcentage (%) par rapport à 100 grammes de blé sale.

4-1-2-Taux de moucheture

Principe (ISO 5532 : 1987)

Un échantillon de 100 g est prélevé. Les grains mouchetés sont appréciés visuellement sur la prise d'essai de 100 g.

Appareillage

- Diviseur d'échantillon.
- Balance analytique.
- Tamis à tôle perforée de trous longs de 2.1 mm × 20 mm.
- Tamis à tôle perforée de 3.5mm
- Pince (pour séparer les différents grains mouchetés).

Mode opératoire

- Prélèvement d'échantillon de 100 g de blé sale.
- Tamisage de l'échantillon de blé sale afin de classer et éliminé tous impuretés
- Triage manuel (à l'aide de pince) des grains mouchetés après examen visuel de l'échantillon.

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en gramme de grain mouchetés pour 100g de l'espèce considérée, selon la formule :

$$\text{Taux de moucheture (\%)} = (m_1 / m_2) \times 100 \quad \text{où}$$

m_1 : masse en gramme de grains entiers mouchetés présent dans 100g d'échantillon.

m_2 : masse en gramme du prélèvement (100g).

4-1-3-Taux de mitadinage**Principe (ISO 5532 : 1980)**

Après élimination des impuretés par tamisage et triage à la main, les grains sont coupés au farinotome de POHL.

Appareillage

- Farinotome de POHL.

Mode opératoire

Peser 100 grammes de l'échantillon et en verser une poignée sur la grille en la secouant, puis refermer le couvercle pour maintenir les grains à trancher. Compter soigneusement le nombre de granules de blé mitadiné.

Expression des résultats

$$\text{Taux de mitadinage (\%)} = (M1/M2) \times 100 \quad \text{Où}$$

$$M1 = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5 + E_6 \dots \dots \dots$$

M1 : nombre de grains entiers mitadiné présent dans les 300 grains.

M2 : nombre de grains entiers du prélèvement (300 grains).

E : nombre de pilules Mitadiné dans une poignée.

4-2-Poids spécifique (PS)**Principe (NA 1177 : 1990 / ISO 7971: 2009)**

L'écoulement libre d'un échantillon au moyen d'une trémie dans un récipient de un litre et pesé le contenu à l'aide d'une balance.

Appareillage

- Nilema-litre.
- Balance analytique.

Mode opératoire

- Peser le cylindre de Niléma-litre vide (m_1).
- Remplissage de la trémie dont on pose la mesure sur un plan horizontal stable, la trappe étant fermée en remplissant la trémie avec le grain dont on veut connaître le poids.
- On fait 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.
- Arasement et pesée de la mesure aussitôt après la fin du jet et sans fermer la frappe.
- Une fois la mesure arasé, on pèse le grain (m_2).

Expression des résultats

$$\text{PS (Kg/hl)} = m_2 - m_1 \quad \text{où :}$$

PS : Poids spécifique.

M1 : masse récipient vide.

M2 : masse récipient rempli.

4-3-Poids de mille grains (PMG)

Principe (NA 730 : 1991 / ISO : 520)

Le PMG est la détermination en gramme (g) de la masse de 1000 grains entiers. L'analyse est réalisée grâce à un appareil approprié pour le comptage des grains (NUMIGRAL).

Appareillage

- Appareil automatique de comptage des grains (NUMIGRAL).
- Balance précise à 0.01gramme.

Mode opératoire

- Prélever au hasard une quantité approximativement égale à la masse de 500 grains de l'échantillon tel quel et la peser à 0.01gramme près.
- Sélectionner les grains entiers peser le reste à 0.01 gramme près, et en déduire par différence la masse des grains entiers ; puis compter ces derniers à l'aide du compteur de grains.
- Déterminer sur un échantillon séparé la teneur en eau selon la méthode de référence.

Expression des résultats

L'expression des résultats se fait par la masse (m_h), en grammes de 1000 grains entiers tels quels, est donnée par la formule :

$$m_h = (m_0 \times 1000) / N \quad \text{Où}$$

m_h : La masse en gramme (g), de 1000 grains sur humide.

m_0 : masse, en gramme(g) des grains entiers.

N : le nombre de grains entiers contenus dans la masse m_0 .

La masse (m_s) en gramme de 1000 grains sur sec est donnée par la formule :

$$m_s = (m_h \times (100 - H)) / 100 \quad \text{Où}$$

H : est la teneur en eau, exprimée en pourcentage en masse des grains tels quels.

4-4- Teneur en eau

Principe (NA 1132 : 2012)

Broyage éventuel d'un échantillon après conditionnement, si nécessaire. Séchage d'une prise d'essai à une température entre 130°C et 133°C dans des conditions permettant d'obtenir un résultat concordant avec celui qui est obtenu par la méthode de référence fondamentale.

Appareillage

- Balance analytique.
- Broyeur.
- Capsules métallique.
- Etuve isotherme.
- Dessiccateur.

Mode opératoire

- Préparation des capsules découvertes et leurs couvercles par séchage à l'étuve durant 15 min (de 130°C à 133°C), puis refroidir dans le dessiccateur pendant 30 min.
- Peser la capsule vide.
- Peser, à 0.001 g près, 5g d'échantillon broyée, fine et homogène.
- Induire la capsule ouverte contenant la prise d'essai et le couvercle dans l'étuve pendant 2 h à une température de 130°C à 133°C.
- Retirer la capsule de l'étuve, la couvrir et la placer dans le dessiccateur.
- Laisser refroidir la capsule dans le dessiccateur pendant 15 min, puis peser la capsule.

Expression des résultats

La teneur en eau exprimée en pourcentage en masse du produit telle qu'elle est donnée par la formule ci-après :

$$H\% = 1 - \frac{(m_0 - m_1)}{5} \times 100$$

m_0 : poids initiale de capsule en gramme

m_1 : poids finale après séchage en gramme

4-5-Teneur en protéines totales

Principe (NA 1158 : 1990) (ISO 1871)

La teneur en protéines totales est rapprochée, par la détermination de la teneur en azote total selon la méthode de KJELDAHL, en multipliant la valeur obtenue par le coefficient de conversion (5,70) spécifique aux céréales destinées à l'alimentation humaine.

Appareillage

- Balance De Précision a 0.01g Prés.
- Broyeur.
- Matras Kjeldahl.
- Appareil de distillation.
- Dispositif d'aspiration Pour les vapeurs d'acides libérés pendant l'attaque.
- Réchaud électrique.
- Fiole Jaugée.
- Bécher.

Réactifs

- catalyseur (100 g de sulfate de potassium (K_2SO_4) + 10 g de sulfate de cuivre ($Cu SO_4$) + de sélénium).
- La soude NaOH (40%).
- Acide sulfurique concentré 94%.
- Acide sulfurique 0,2N.
- Acide borique (2%).
- Indicateurs colorés (rouge de méthyle, bleu de méthyle).

Mode opératoire

a - Minéralisation

-Prélever 1 g d'échantillon broyé dans un récipient de type matras, puis minéralisé pendant environ 1 heure à l'aide de 15ml d'acide sulfurique concentré à chaud en présence de 2 pastilles de catalyseur (contenant le K_2SO_4 et $CuSO_4$) pour produire du sulfate d'ammonium.

b - La distillation de l'ammoniac

Après dilution du liquide de minéralisation avec de l'eau distillée (100ml de mélange), les ions ammoniums formés sont transformés en ammoniac à l'aide d'un excès de NaOH et l'acide sulfurique est neutralisé. Au cours de la distillation, les molécules d'ammoniacs libérées sont entraînées par la vapeur et fixées dans une solution d'acide borique.

c -Titrage

-Titrage du distillat récupéré en utilisant de l'acide sulfurique à 0,01 N et 3 à 5 gouttes d'indicateur (mélange de Rouge de Méthyle et de bleu de méthylène).

Expression des résultats

La teneur en azote par rapport à la matière humide est donnée par la formule suivante :

$$N \% = 0,01401 \times T \times (V1 - V0) \times 100/m$$

La teneur en azote par rapport à la matière sèche est donnée par la formule suivante :

$$N \% = 0,01401 \times T \times (V1 - V0) \times 100/m-H \quad \text{Où :}$$

N : teneur en azote.

T : normalité de l'acide sulfurique utilisé pour le titrage.

V1: volume, en millilitre, de la solution d'acide sulfurique versée par le titreur lors du dosage.

V0 : volume, en millilitre, de la solution d'acide sulfurique versée par le titreur lors de l'essai à blanc.

m : masse en grammes de la prise d'essai.

H : la teneur en eau en pourcentage de l'échantillon.

5- Détermination des caractéristiques physico-chimique de la semoule**5-1-Granulométrie****Principe (NF V03 – 721/1994)**

La granulométrie ou l'affleurement des semoules est une sorte de classement dimensionnel des particules selon leurs tailles en utilisant un tamiseur de laboratoire avec des tamis mobiles dont les ouvertures des mailles sont respectivement les suivantes (du haut en bas) : 500 µm, 450µm, 355µm, 250µm, 200 µm, 150µm, <150µm.

Appareillage

- Tamiseur de laboratoire avec une aptitude bien étudié et une minuterie intégrée.
- Tamis mobile avec des ouvertures des mailles 500 μm , 450 μm , 355 μm , 250 μm , 200 μm , 150 μm , <150 μm .
- Balance analytique.

Mode opératoire

- Pesage de 100g d'échantillon à analyser (semoule de blé dur).
- Déposer la prise d'essai sur le tamis supérieur.
- Placer les tamis sur un appareil qui exerce des mouvements circulaires vibratoires uniformes, pendant 07 min.
- Peser les refus de chaque tamis.

5-2-Humidité

Le principe, l'appareillage et le mode opératoire sont les même utilisées pour déterminé l'humidité de blé dur sauf que l'échantillon est prêt sans broyage.

Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en pourcentage (%).

5-3- Taux des cendres**Principe (NA 733 : 1991-E) (ISO 2171)**

Incinération d'une prise d'essai dans une atmosphère oxydante, à une température de 900 °C \pm 25°C, jusqu'à combustion complète de la matière organique, et pesée du résidu obtenu.

Appareillage

- Broyeur.
- Nacelles à incinération, en matériaux non attaquable dans les conditions de l'essai, d'au moins 20 ml de capacité.
- Four électrique, la température d'incinération est réglable à la température de 900 \pm 25° C.
- Appareil de refroidissement ne permettant pas de reprise d'humidité, par exemple dessiccateur garni d'un agent déshydratant efficace.
- Plaque unie thermorésistante (amiante).

- Balance analytique.

Mode opératoire

-Préparation des nacelles a incinération : chauffé durant 10 mn les nacelles dans le four réglé à $900 \pm 25^\circ \text{C}$ et les refroidir dans un dessiccateur.

-Peser à 0.001g près, 5 g d'échantillon (semoule de blé dur).

- Afin d'obtenir une incinération uniforme, humecter la prise d'essai dans la nacelle, au moyen de 1 à 2 ml d'éthanol.

- Prés incinération : La porte du four étant ouverte, placer la nacelle et son contenu à l'entrée du four préalablement chauffé à $900^\circ \text{C} \pm 25^\circ \text{C}$, jusqu'à ce que la matière s'enflamme.

-Incinération : aussitôt que la flamme est éteinte, placer avec précaution la nacelle à incinération dans le four. Le temps 2 heures. Une fois l'incinération terminée retirer les nacelles du four, et les mettre à refroidir sur la plaque unie thermorésistante pendant une minute, puis dans le dessiccateur jusqu'à la température ambiante, la peser alors rapidement à 0.1 mg près.

Expression des résultats

Le taux de cendres, exprimé en pourcentage en masse rapporté à la matière sèche, est égal à :

$$\text{Teneur en cendres (\%)} = m_1 \times (100/m_0) \times (100 / (100-H)) \quad \text{où :}$$

m_1 : la masse de résidus (g).

m_0 : la masse de la prise d'essai (g).

H: la teneur en eau, exprimée en pourcentage de la masse de l'échantillon.

5-4-Test de couleur

Principe

Les indices de couleur donnent une valeur chiffrée pour caractériser le brun et le jaune de la semoule.

-L'indice de brun (a^*) : la valeur 0 correspond à une couleur neutre entre le rouge et le vert. Les valeurs positives correspondent à du rouge et les valeurs négatives à du vert.

-L'indice de jaune (b^*) : la valeur 0 correspond à une couleur neutre entre le jaune et le bleu. Les valeurs positives correspondent à du jaune et les valeurs négatives à du bleu. Plus l'indice est élevé en valeur absolue, plus la couleur est intense.

Appareillage

- Chroma-mètre (KONICA MINOLTA) CR-410.

Mode opératoire

- Allumer le colorimètre.
- Placer votre échantillon dans le compartiment nécessaire fourni avec l'appareil.
- Mettre la tête de mesure à la verticale au-dessus de l'échantillon.
- Appuyer sur la touche Mesure/entre (ou la touche de mesure sur la tête de mesure) dès que le voyant prêt est allumé et ne pas bouger la tête pendant la mesure.

Expression des résultats

- Noter directement sur l'écran la valeur des indices : a*: brun, b*: jaune.

5-5-Acidité grasse**Principe AFNOR (NF V03 712, 1981).**

Mise en solution des acides dans l'éthanol à 95% (V/V) à la température du laboratoire, centrifugation et titrage d'une partie adéquate du surnageant par l'hydroxyde de sodium.

Appareillage

- Centrifugeuse.
- Fiole conique.
- Micro burette.

Réactifs

- Ethanol à 95 %.
- Phénophtaléine.
- Hydroxyde de sodium (Na OH à 0,05N).

Mode opératoire

- Dans un tube de centrifugeuse, 5g de la semoule sont mis en suspension dans 30ml de l'éthanol à 95 % et le tube est bouché hermétiquement, après agitation et centrifugation durant 5 minutes à 6000 tours par minute.
- Prélever 20 ml du surnageant limpide et ajouter 5 gouttes de phénophtaléine.
- Le titrage est effectué avec la solution d'hydroxyde de sodium à 0,05N jusqu'au virage de la couleur au rose. Parallèlement un essai à blanc est effectué.
- Déterminer la teneur en eau de l'échantillon selon la méthode de référence.

Expression des résultats

L'acidité exprimée en grammes d'acide sulfurique pour 100 grammes de matière sèche est égale à :

$$\text{Acidité grasse} = 7,13 \times (V1 - V2) \times T/M \times 100 / 100 - H \quad \text{où :}$$

V1 : Le volume en ml de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée dans le titrage de l'échantillon.

V2 : Le volume en ml de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée dans l'essai à blanc.

T : Le titre exact de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée.

M : La masse en gramme de la prise d'essai.

H : La teneur en eau.

6- Détermination des caractéristiques technologique de semoule

6-1- Gluten

Principe (NF : 1124) (ISO 5531)

Préparation d'une pâte au moyen d'un échantillon de semoule et d'une solution salée (Na Cl à 2%), isolement du gluten humide par lixiviation de cette pate, puis essorage du produit obtenu suivi d'un séchage de gluten humide (GH) en vue d'obtenir le gluten sec (GS).

Appareillage

- Balance analytique
- Burette graduée de 10 ml.
- Glutomatic.
- Centrifugeuse.
- appareil de séchage.
- Dessiccateur.
- Tamis de toit de cuivre.
- Spatule, mortier.

Mode opératoire

a-Gluten humide

- Peser 10g de la semoule à 0.01g près sur chaque un des deux extracteurs mécaniques du gluten et la mouiller avec quelques gouttes de la solution de chlorure de sodium (Na Cl à 2%).

- Laver la pâte dans la machine durant 10 mn au moyen de la solution de chlorure de sodium (NaCl à 2%).
- Placer les deux boules dans la presse à gluten pendant 20 secondes.
- Placer les boules essorées obtenues, on obtient la masse de gluten humide.

b-Gluten index

La détermination du gluten index se fait par la centrifugation (à 6000 Tr/min) de la masse de gluten humide mise dans une cassette à tamis spécialement conçue.

c- Gluten sec

Séchage du gluten humide dans la plaque chauffante durant 4 min, puis le poser directement dans le dessiccateur qui va absorber la vapeur dégagée pendant 15 mn et les peser, on obtient donc le gluten sec.

Expression des résultats

- Le gluten humide s'exprime en masse du produit tel que :

$$\text{GH} = m \times 10 \quad \text{Où}$$

GH : Gluten humide

m : la masse en gramme (g) de gluten humide.

- Le gluten index s'exprime :

$$\text{Gluten index (\%)} = (\text{Gr} / \text{GH}) \times 100 \quad \text{où}$$

Gr : gluten résiduel en gramme (g).

GH : gluten humide en gramme (g).

- Le gluten sec s'exprime en masse du produit tel que :

$$\text{GS} = m_0 \times 10 \quad \text{où}$$

GS : Gluten sec

m_0 = la masse en gramme (g) de gluten sec.

6-2- Indice de chute

Principe (NA 1176 : 2015) Selon Hagberg-Perten

L'activité α -amylasique est estimée en utilisant l'amidon présent dans l'échantillon comme substrat. La détermination est basée sur la capacité de gélatinisation rapide d'une suspension aqueuse de semoule dans un bain d'eau bouillante, et sur la mesure de la liquéfaction de l'empois d'amidon par α -amylase présente dans l'échantillon.

La liquéfaction affecte la consistance de l'empois de l'amidon, et par conséquent, la résistance à l'agitateur viscosimétrique et le temps qu'il met à chuter d'une distance définie.

Appareillage

- Appareil de détermination de l'indice de chute PERTEN.
- Tubes viscosimétrique de pression avec bouchons en caoutchouc.
- Agitateur viscosimétrique.
- Distributeur automatique ou pipette.
- Balance analytique
- Broyeur de laboratoire.
- Tamis de laboratoire.

Mode opératoire

- Déterminer la teneur en eau d'échantillon de la semoule. Se reporter au tableau (3) (voir annexe) colonne (2), qui indique la masse de la prise d'essai à prélever selon les différentes teneurs en eau, afin de s'assurer que l'on utilise un rapport de la matière sèche à l'eau totale constante pour la détermination de l'indice de chute.
- Remplir le bain-marie d'eau jusqu'au le niveau de trop-plein. Ouvrir le robinet du système de refroidissement et s'assurer que l'eau froide s'écoule à travers du couvercle de refroidissement. Le bain-marie doit être maintenu à vive ébullition avant de réaliser toute détermination et également pendant toute la durée d'essai.
- Introduire la prise d'essai pesée dans un tube viscosimétrique propre et sec. Ajouter 25ml \pm 0.2 ml d'eau à l'aide de distributeur automatique ou de la pipette.
- Boucher le tube viscosimétrique avec le bouchon et l'agiter vigoureusement verticalement 20 à 30 fois, afin d'obtenir une suspension homogène.
- Enlever le bouchon, racler dans le tube toute matière pouvant adhérer à la base du bouchon, puis avec l'agitateur viscosimétrique racler également toute matière adhérant aux parois du tube. Laisser l'agitateur dans le tube.

-passer le tube viscosilétrique avec l'agitateur par l'orifice du couvercle et les placer dans le bain-marie bouillant. Activer la tête d'agitation de l'appareil, ce dernier effectue ensuite automatiquement les diverses étapes de l'essai.

-l'essai considéré comme terminé lorsque l'agitateur viscosimétrique est arrivé au fond de la suspension gélatinisée.

Expression des résultats

-Lire le temps affiché par la minuterie de l'appareil. Ce temps constitue l'indice de chute.

7- Détermination des caractéristiques microbiologique de la semoule

Les micro-organismes recherchés sont surtout les moisissures et *Clostridium Sulfito-Réducteur*, les analyses microbiologiques se réalisent en trois étapes fondamentales :

a-Préparation des suspensions mères

- Introduire aseptiquement 25 g de produit à analyser.

-Ajouter environ 70 ml d'Eau -Tryptone-sel (TSE) et broyer le mélange (produit + TSE), afin d'extraire tous les micro-organismes qui se trouvent dans le produit.

-Verser la solution obtenue dans le flacon qui contient le reste de TSE (environ 155 ml).

-Il faut bien homogénéiser la solution pour assurer une meilleure dispersion des micro-organismes.

b-Préparation des dilutions décimales

La technique de dilution s'effectue aseptiquement avec un maximum de précision.

- Préparer une série de tubes contenant chacun 9 ml d'eau physiologique stérile (TSE).

-Introduire aseptiquement et à l'aide d'une pipette graduée 1 ml de la solution mère dans le 1^{er} tube de la série préparée précédemment, on obtiendra donc la 1^{ère} dilution 10^{-1} .

- Prélever en suite 1 ml de la dilution 10^{-1} et la portée dans le 2^{ème} tube de TSE, on obtiendra donc la 2^{ème} dilution 10^{-2} , on procède de la façon jusqu'à l'obtention de la dilution recherchée.

c-1- Recherche et dénombrement des moisissures

Les moisissures sont des champignons filamenteux, aérobie, acidophile (pH=3 à 7) et mésophile, se développe sur les aliments à faible activité d'eau.

Principe (JO n°35/1998).

Pour l'isolement des moisissures, on utilise le milieu sélectif OGA (gélose glucosé additionnée d'un antibiotique sélectif «Oxytétracycline».

Mode opératoire

-Préparation du milieu : Fondre préalablement un flacon de gélose OGA, puis le refroidir à 45°C et couler dans 3 boîtes de pétri et laisser solidifier sur paille.

-Ensemencement : La technique d'ensemencement en surface c'est-à-dire 4 gouttes de dilutions

$10^{-1}, 10^{-2}, 10^{-3}$, sont mises sur milieu solide OGA.

-Etaler à l'aide d'un râtelier en verre stérile pour chacune des boîtes.

-Deux autres boîtes de pétri sont considérées comme témoin de OGA et de TSE (ensemencement surface après avoir mis 4 gouttes de TSE).

-Incubation : Incubation de ces boîtes à 20-25°C pendant 5 jours (voir annexe).

-Lecture : Les colonies sont épaisses, pigmentées ou non parfois envahissantes. Le comptage se fait sur les boîtes contenant entre 15 et 300 colonies et le nombre trouvé est multiplié par l'inverse de la dilution.

C- 2- Recherche et dénombrement des Clostridium sulfite-réducteurs

Principe (ISO : 66 49)

Les Clostridium sulfite-réducteur sont mis en évidence en utilisant la gélose viande foie (VF)

à laquelle on ajoute le sulfite de sodium (milieu sélectif des Clostridium qui réduisent les sulfites en sulfures) et l'alun de fer qui permettent la formation d'un complexe noir entre le fer et le sulfite réduit par les Clostridium.

Mode opératoire

Préparation de la gélose :

-Fondre un flacon de gélose de VF, le refroidir dans un bain d'eau à 45°C et ajouter une ampoule d'alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium.

-Mélanger soigneusement et aseptiquement.

-Le milieu est ainsi prêt à l'emploi, mais il faut le maintenir dans une étuve à 45°C jusqu'au moment de l'utilisation.

Inoculation :

Les tubes contenant les dilutions 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} seront soumis :

-D'abord à un chauffage dans un bain marie à 80°C pendant 8 à 10 min. Puis à un refroidissement immédiat sous l'eau de robinet, dans le but d'éliminer les formes végétatives et garder uniquement les formes sporulées.

-A partir de ces dilutions, porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution en double dans deux tubes à vis de 16 mm de diamètre, puis ajouter dans chaque tube environ 15 ml de la gélose VF prête à l'emploi.

-Laisser solidifier sur la paillasse pendant 30 mn.

Incubation :

Incuber les tubes à 37°C pendant 16, 24 ou 48 heures (voir annexe).

Lecture : la première lecture doit se faire impérativement à 16 h car :

-D'une part les colonies de Clostridium sulfite-réducteurs sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant alors l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse à refaire.

-D'autre part, il faut absolument repérer toute colonie noire ayant poussé en masse et d'un diamètre supérieur à 0.5 mm

-Dans le cas où il n'y a pas de colonies caractéristique ré-incuber les tubes et effectuer une deuxième lecture au bout de 24 h voir 48 h.

Chapitre III :

Résultats et

discussion

1- Analyses physicochimiques de blé dur

Les résultats d'analyses physicochimiques de blé dur (GMS et El-Baraka) sont exprimés en (moyen \pm écart type) avec (3 répétitions) (n = 3).

* M+E : (moyenne \pm écart type).

* E : Essai.

1-1-Agréage

*Impuretés totales = grains cassés + grains échaudés + grosses impuretés + petites impuretés.

* Grains sains = Blé sale - Impuretés totales.

Les résultats des analyses d'agrégage sont répertoriés dans le tableau (04) :

Tableau 04 : Résultats d'agrégage de blé dur (GMS) et (El-Baraka).

Caractéristiques	Blé dur (GMS) (%)				Blé dur (El-Baraka) (%)			
	E1	E2	E3	M+E	E1	E2	E3	M+E
-Grains sains	90.68	91.36	90.26	90.77 \pm 0.56	94.49	94.03	93.90	94.14 \pm 0.31
-Impureté total	9.32	8.64	9.74	9.25 \pm 0.56	5.51	5.97	6.1	5.86 \pm 0.31
*grains cassés	4.18	3.99	4.59	4.25 \pm 0.31	2.69	2.92	2.76	2.79 \pm 0.12
*grain échaudé	3.37	2.83	3.07	3.09 \pm 0.27	1.98	2.17	2.34	2.16 \pm 0.18
*gros impureté	0.76	0.69	0.86	0.77 \pm 0.09	0.025	0.11	0.31	0.15 \pm 0.15
*petit impureté	1.01	1.13	1.22	1.12 \pm 0.11	0.81	0.77	0.69	0.76 \pm 0.06
-Moucheture	1.00	0.61	0.67	0.76 \pm 0.21	0.55	0.75	0.93	0.74 \pm 0.19
-Métadinage	15.41	14.15	15.5	15.02 \pm 0.75	7.1	8.28	9.79	8.39 \pm 1.35

1-1-1-Taux des impuretés totales

Les impuretés affectent la valeur marchande et la qualité technologique des lots de blé, et par conséquent du produit final (semoules, couscous, pâtes alimentaires..). Sa présence affecte aussi le rendement de broyage, qui diminue en raison de son élimination lors du nettoyage.

D'après le tableau (04), le blé dur GMS a enregistré un taux d'impuretés égale à (9.25 % \pm 0.56) et supérieur à celui enregistré pour le blé dur El-Baraka (5.86 % \pm 0.31), les

deux blés sont conformes aux normes Algériennes (NA 1830), qui adoptent des valeurs d'impuretés inférieures à 10%.

Nos échantillons de blé dur (GMS) ont enregistré des valeurs d'impuretés supérieures à celles obtenues par (**Khadhraoui, 2023**) (3.39%) et inférieures au résultat de (**Sayoud et al, 2021**) (11.79%). Le blé dur El-Baraka a des valeurs d'impuretés supérieures au résultat de (**Mokhtari, 2013**) (3.36%), et inférieurs à celles déclarées par (**Melloul et Lahnichat, 2022**) (6.82%), et tous pour de variétés de blé dur.

Cet écart dans les résultats obtenus peut être dû à la provenance géographique du blé (local ou importé), en plus de la sophistication des machines utilisées lors de la récolte.

1-1-2-Taux de moucheture

Les mouchetures sont pénalisantes, car on les retrouve dans la semoule. La dépréciation de la valeur marchande des lots de blés durs peut être très importante avec des réfections de prix, voire des refus de lots présentant des taux de moucheture supérieurs à 2%.

Relativement aux résultats du tableau (04), le taux de moucheture de blé dur (GMS) est égal à (0.76 % \pm 0.21) et proche à son homologue de blé dur El-Baraka (0.74 % \pm 0.19), les deux résultats sont conformes aux normes (ISO 5532) qui exigent des valeurs inférieures à 2%.

Les résultats de taux de moucheture des deux blés étudiés sont proches à celui obtenu par (**Mokhtari, 2013**) (0.6 %), supérieurs à celui déclaré par (**Sayoud et al, 2021**) (0.4 %), inférieurs aux résultats de (**Bentounsi, 2015**) (7.78 % \pm 0.6), et tous pour des variétés de blé dur.

La différence de taux de la moucheture est principalement due aux conditions de stockage de blé, comme l'humidité, qui le rend exposé à divers champignons, ainsi qu'à la provenance géographique du blé lorsqu'on parle de blé importé et de son transport par bateau. Le taux de moucheture est en corrélation opposé avec la pureté des semoules.

1-1-3-Taux de mitadinage

Selon Feuillet (2000), est un indicateur d'une carence potentielle dans la teneur en protéines des blés. Le taux de mitadinage est un critère d'appréciation déterminant dans le rendement et la qualité de la semoule et des produits dérivés (pâtes, couscous). Les grains endommagés, ayant une incidence sur le poids spécifique, diminuent le rendement de la mouture.

Les résultats de tableau (04) montre que le blé dur de GMS a enregistré un taux de mitadinage égal à (15.02 % \pm 0.75), il est supérieur à ceux enregistrés pour le blé dur d'El-Baraka (8.39 % \pm 1.35), les deux résultats sont conformes aux normes (ISO 5532) qui exigent des valeurs ne dépassant pas les 20 %.

Le blé dur de GMS a enregistré un taux de mitadinage supérieur à ceux enregistrés par (Tebri et Zeggane, 2016) (4.46 % \pm 0.28), et inférieur au résultat de (Tazerout, 2013) (18.25%), alors que le blé dur d'El-Baraka a enregistré des valeurs supérieures à celles obtenues par (El hadef El okki, 2015) (6.69%), et inférieures au résultat de (Bentounsi, 2015) (10.3%), et tous pour des variétés de blé dur.

La variation de ces résultats est due en particulier, à l'excès d'eau dans le sol, à sa pauvreté en azote ou l'incapacité de synthèse des protéines (défaut héréditaire).

1-2-Poids spécifique (PS)

Selon Delachaux (1983), 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 en semoules est élevé.

Les résultats de poids spécifique (Ps) sont illustrés dans le tableau (05) :

Tableau 05 : Variations de poids spécifique de blé dur (GMS) et (El-Baraka).

Blé dur (GMS) (Kg/hl)				Blé dur (El-Baraka) (Kg/hl)				Normes*
E1	E2	E3	M+E	E1	E2	E3	M+E	> 78 kg/hl
77.91	78.14	78.23	78.09 \pm 0.17	80.46	80.39	80.67	80.51 \pm 0.15	

D'après le tableau (05), nos échantillons de blé dur (GMS) ont enregistré un poids spécifique (PS) égale à (78.09 Kg/hl \pm 0.17) qui est inférieur par rapport à son homologue de blé dur (El-Baraka), ce dernier a enregistré un poids spécifique égale à (80.51 kg/hl \pm 0.15). Les deux résultats sont conformes et supérieurs à la valeur exigée par les normes Algériennes (NA 1177) (> 78 kg/hl).

Les résultats de blé dur (GMS) obtenus sont proches à ceux obtenus par (Ben Amieur et al, 2011) (77.8 kg/hl \pm 0.16), inférieurs au résultat de (Boulala et Rouabeh, 2018) (79.08 Kg/hl). Le blé dur (El-Baraka) a enregistré des valeurs proches à la valeur de (Chelabi et Meghdour, 2013) (80.5 Kg/hl) et inférieurs à celle déclarée par (Melloul et Lahnichat, 2022) (83.1 Kg/hl), tous pour des variétés de blé dur.

La variation des résultats de poids spécifique (PS) est due à la bonne nutrition durant la maturation (les grains échaudés sont moins présents) (augmente le poids spécifique), et à la propreté de la récolte (les déchets plus légers diminuent la densité). D'après des études antérieures, le poids spécifique (PS) est en corrélation positive avec le poids de mille grains.

1-3-Poids de mille grains (PMG)

Selon Godon et Loisel (1997), Le poids de mille grains est un critère de grand intérêt dans les expérimentations agronomiques il permet de distinguer la qualité du blé d'une manière générale.

Lors du développement des grains, le poids de 1000 grains augmente et plus ils sont riches en amidon, par conséquent, on obtient un meilleur rendement en semoule, cependant ce paramètre permet aussi de vérifier si un grain a été conservé dans des bonnes conditions.

Les résultats des poids de mille grains (PMG) sont rapportés dans le tableau 06 :

Tableau 06 : Variations de poids de mille grains (g) de blé dur (GMS) et (El-Baraka).

Blé dur (GMS) (g)				Blé dur (El-Baraka) (g)				Normes*
E1	E2	E3	M+E	E1	E2	E3	M+E	
36.69	36.76	36.75	36.73 \pm 0.04	40.08	40.13	40.26	40.16 \pm 0.09	\leq 45g

En se référant au tableau (06), le blé dur (GMS) a enregistré un poids de mille grains (PMG) égal à (36.73 g \pm 0.04), est inférieur par rapport à son homologue d'El-Baraka qui a enregistré un (PMG) égal à (40.16 g \pm 0.09), les deux résultats sont conformes aux normes Algériennes (NA 730), qui adoptent des valeurs \leq 45g.

Pour Le blé dur (GMS), les résultats de (PMG) obtenus sont supérieurs à celui obtenu par (Gouaidia et al, 2021) (34.6%), inférieurs au résultat de (Menasria et Seraiche, 2022)

(39.19%). Le blé d'El-Baraka a enregistré des valeurs proches à celui obtenu par (Khadhraoui, 2023) (40.45 g) et inférieurs au résultat de (Souadkia, 2014) (42 g) et tous pour des variétés de blé dur.

La variation de ces résultats est due à des conditions de culture et aux problèmes rencontrés par la plante lors de son développement tels que l'échaudage et l'attaque par les maladies ou les insectes.

1-4-Humidité

La mesure de la teneur en eau initiale du blé permet aux meuniers de savoir la quantité d'eau à rajouter et le temps de repos nécessaire avant le processus de la mouture pour une meilleure séparation des couches du grain et éviter la présence de son dans la semoule.

Les résultats des analyses de la teneur en eau sont répertoriés dans le tableau (07) :

Tableau 07 : Variations des teneurs en eau (%) de blé dur (GMS) et (El-Baraka).

Blé dur (GMS) (%)				Blé dur (El-Baraka) (%)				Normes*
E1	E2	E3	M+E	E1	E2	E3	M+E	
09.86	10.11	10.29	10.09 ± 0.22	12.17	12.44	12.3	12.30 ± 0.14	14%

D'après le tableau (07), les échantillons de blé dur (GMS) ont enregistré une teneur en eau égale à (10.09 % ± 0.22), est inférieur par rapport à celle trouvée pour le blé dur (El-Baraka) (12.30 % ± 0.14), les deux blés sont conformes à la norme Algérienne (JORA 2007), qui exige des valeurs d'humidités inférieures à 14%.

Les résultats de l'humidité de blé dur (GMS) enregistrés sont proches à ceux obtenus par (Maoucha, 2021) (10.35%), supérieurs à ceux déclarés par (Mokhtari, 2013) (9.32%), alors que son homologue d'El-Baraka a des teneurs en eau proches à ceux obtenus par (Souadkia, 2014) (12.5 % ± 0.1) et inférieurs au résultat déclaré par (Filali et al, 2021) (13.2%), et tous pour des variétés de blé dur.

La variation enregistrée de la teneur en eau du blé dur est principalement due à l'origine géographique de ce dernier blé dur (local ou importé), à la variété elle-même, ainsi qu'aux conditions de son transport par voie maritime lorsqu'il s'agit de blé importé.

1-5-Teneur en protéines totales

La teneur en protéines du grain de blé dur est le critère le plus important pour l'appréciation de la qualité rhéologique et culinaire.

Selon Kaan et *al* (1993), une teneur en protéine du grain élevée et stable est un caractère génétique d'importance capitale pour l'obtention des produits de qualité (semoules, pâtes alimentaires..).

Les résultats des teneurs en protéines sont illustrés dans le tableau (08) :

Tableau 08 : Variations des teneurs en protéines (%) de blé dur (GMS) et (El-Baraka).

Blé dur (GMS) (%)				Blé dur (El-Baraka) (%)				Normes*
E1	E2	E3	M+E	E1	E2	E3	M+E	
11.21	11.11	11.39	11.24 ± 0.14	14.63	14.59	14.9	14.71 ± 0.17	11 - 15%

Le tableau (08), révèle que les échantillons de blé dur (GMS) détiennent des teneurs en protéine égales à (11.24 % ± 0.14) et sont inférieurs à celles enregistrées par blé dur (El-Baraka) (14.71 % ± 0.17), les deux blés sont conformes aux normes Algérienne (NA 1158) qui exigent des valeurs supérieures à 11 %.

Les résultats de la teneur en protéine de blé dur (GMS) sont proches à ceux obtenus par (Melloul et Lahnichat, 2022) (11.44%), et inférieurs au résultat de (Zekkari, 2013) (12.98%), d'autre part, son homologue d'El-Baraka a enregistré des valeurs proches à la valeur de (Lahoues, 2021) (14.83 %), supérieurs à celle de (Souadkia, 2014) (13.3%), et tous pour des variétés de blé dur.

La teneur en protéines varie avec de nombreux facteurs tels que la variété, les conditions de la culture, (la richesse de sol en azote) et le stade de maturité des grains.

2-Analyses physico-chimiques de la semoule

Les résultats des analyses physico-chimiques de la semoule sont exprimés en (moyenne ± écart type) avec (5 répétitions) (n = 5). L'analyse de la variance ANOVA est effectuée en utilisant le programme Microsoft Office Excel 2007, avec un seuil de signification (0.05).

2-1-Granulométrie

Selon Senator (1983), la granulométrie peut influencer la composition biochimique de la semoule et son comportement au cours de malaxage, notamment la vitesse d'hydratation. En effet, plus une semoule est fine plus elle est riche en amidon endommagé, ce qui entraîne une absorption élevée en eau, favorisant la formation de gros grumeaux. Elle est aussi un critère déterminant de l'homogénéité des particules de semoule.

Les résultats d'analyse granulométrique obtenus sont rapportés dans la figure (04) :

RT * : refus tamis.

PT* : passant tamis.

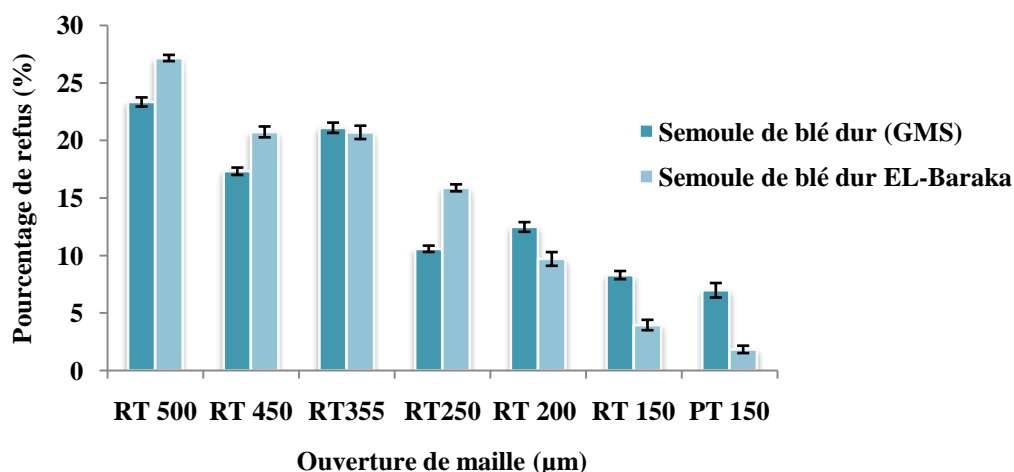


Figure 04 : Granulométrie des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).

Lorsqu'il s'agit d'étudier la propriété d'absorption de l'eau par les granules de la semoule et son rapport avec la taille de ces derniers, le contenu en semoule de tamis RT 500 μm est un passage dont les grains peuvent être considérés comme quelque peu grossiers, par conséquent, absorber de l'eau pendant le pétrissage nécessite une plus grande quantité d'eau et un temps plus long. Les tamis RT450 μm, RT355 μm, RT250 μm, sont des passages extra fins, riche en gluten, ce qui confère à la semoule la propriété d'absorption et de cohésion entre les granules afin de former la pâte.

Les tamis RT200 μm, RT150 μm, PT150 μm, sont des semoules farineuses, elles souffrent du fait qu'elles contiennent beaucoup moins de gluten (moins absorption d'eau), c'est en grande proportion lors de la mouture du blé qui contient un pourcentage plus élevé de métadinage.

Basé sur les détails précédents sur la relation entre la taille des granules et la vitesse d'absorption, et en référence à la figure (04) :

Les contenus en particules des tamis (RT500 μm , RT450 μm , RT355 μm , RT250 μm) de la semoule (GMS) égale à (72.34 %), et inférieur de son homologue d'El-Baraka qui enregistre une valeur de (84.48 %).

Le contenu en particules des tamis (RT200 μm , RT150 μm , PT150 μm) de la semoule (GMS) égale à (27.76 %), et supérieur de son homologue d'El-Baraka, qui a enregistré une valeur de (15.5 %).

En termes d'hydratation et de capacité d'absorption, la semoule d'El-Baraka est de meilleure qualité que la semoule (GMS).

2-2-Humidité

Selon Dubois (1996), La teneur en eau des semoules est d'une importance capitale sur le plan réglementaire, économique, et dans la conservation de l'aliment, Une teneur élevée entraîne des fermentations et le développement de moisissures qui communique à la semoule une odeur désagréable.

Les résultats d'analyse d'humidité sont illustrés par la figure (05).

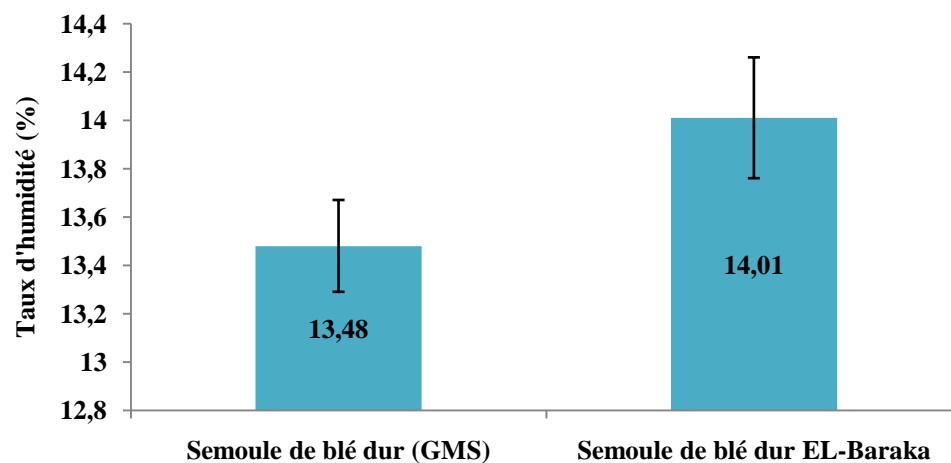


Figure 05 : Variations de taux d'humidité (%) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).

D'après la figure (05), les échantillons de la semoule de blé dur (GMS) ont enregistré des teneurs en eau qui oscillent entre 13.21 % et 13.68 %, avec une moyenne de (13.48 % \pm 0.19), cette dernière est inférieure aux valeurs obtenues pour la semoule d'El-Baraka, qui a enregistré des teneurs en eau oscillent entre 13.71% à 14.37% avec une moyenne de (14.01 % \pm 0.25). Les deux semoules sont conformes aux normes Algériennes (JORA 2007), qui exigent une teneur en eau inférieure à 14.5%.

Les résultats d'humidité de la semoule de blé dur (GMS) obtenus sont proches à ceux rapportés par (Menasria et Seraïche, 2022) (13.44 % \pm 0.05), et inférieurs à ceux obtenus par (Messaâdi et Samaï, 2016) (13.97 % \pm 0.52), d'autre part les résultats de la semoule de blé dur El-Baraka obtenus dans le présent travail sont proches à ceux décrits par (Sayoud et al, 2021) (14.17% \pm 0.01), et sont inférieurs aux résultats de (Souadkia, 2014) (14.4 % \pm 0.1), pour des semoules de blé dur.

Tableau 09 : Analyse de la variance ANOVA de taux d'humidité (%) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).

ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,70225	1	0,70225	14,5258041	0,00515329	5,31765506
A l'intérieur des groupes	0,38676	8	0,048345			
Total	1,08901	9				

Les résultats de l'ANOVA montrent qu'il existe une différence hautement significative ($P < 0,05$) entre les deux semoules.

La variation des résultats d'humidité dues à la fois de la granulométrie de la semoule (les semoules granuleuses ont des teneurs en eau élevés), à la température de l'ambient, la quantité d'eau ajoutée au blé et le temps de repos avant la mouture.

2-3- Taux des Cendres

Est la quantité de matières minérales, principalement contenues dans le son et encore mélangées à la semoule. Plus la semoule est pure, plus le taux de cendres est faible. Ce taux est réglementé par les pouvoirs publics et permet le classement des semoules selon un certain nombre de critères bien déterminés (taux d'extraction, indice de brun (a*)..).

Les résultats de taux des cendres des semoules obtenus sont regroupés dans la figure (06)

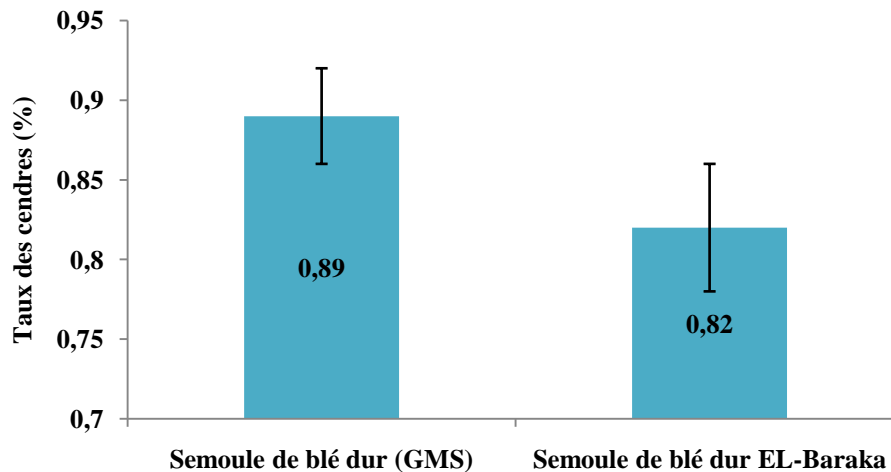


Figure 06 : Variations de taux des cendres (%) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).

La lecture de la figure (06), montre que les échantillons de la semoule de blé dur (GMS) ont enregistré des teneurs en cendres comprises entre 0.87 % et 0.94 %, avec une moyenne de (0.89 % \pm 0.03), qui est supérieurs aux valeurs obtenues pour la semoule d'El-Baraka, qui a enregistré des teneurs en cendres comprises entre 0.78 % à 0.87 % avec une moyenne de (0.82 % \pm 0.04). Les deux semoules sont conformes aux normes Algériennes (NA 733), qui exigent des valeurs inférieures à 1.1%.

Les résultats du taux des cendres de la semoule de blé dur (GMS) obtenus sont proches à ceux déclarés par (Khadhraoui, 2023) (0.89 % \pm 0.03), inférieurs à ceux obtenus par (Mokhtari, 2013) (0.93 % \pm 0.01), d'autre part les résultats de la semoule de blé dur El-Baraka obtenus sont proches à ceux déclarés par (Tebri et Zeggane, 2016) (0.81% \pm 0.02), inférieurs aux résultats de (Chelabi et Meghdour, 2013) (0.86 % \pm 0.01), et tous pour des semoules de blé dur.

Tableau 10 : Analyse de la variance ANOVA de taux des cendres (%) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).

ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,01296	1	0,01296	11,52	0,00944233	5,31765506
A l'intérieur des groupes	0,009	8	0,001125			
Total	0,02196	9				

Les résultats de l'ANOVA montrent qu'il existe une différence hautement significative ($P < 0,05$) entre les deux semoules.

La teneur en cendres serait influencée par plusieurs facteurs tels que les facteurs pédologiques (disponibilité des minéraux du sol), les facteurs climatiques (humidités), les facteurs agronomique (nature de la fumure) des blés destinés à la mouture, et aussi le taux d'extraction des semoules.

Des études antérieurs ont prouvé une corrélation directe entre le taux d'extraction et le taux des cendre et aussi avec l'indice de brun (a^*).

2-4-Test de couleur

La coloration de la semoule est d'intérêt surtout commercial et constitue aussi un critère important de la qualité organoleptique (le vue) des semoules. L'indice de jaune (b^*) est due a la présence des pigments caroténoïdes et xanthophylle dans la semoule, l'indice de brun (a^*) lié au taux d'extraction et taux des cendres.

Les résultats obtenus sont rapportés dans la figure (07) :

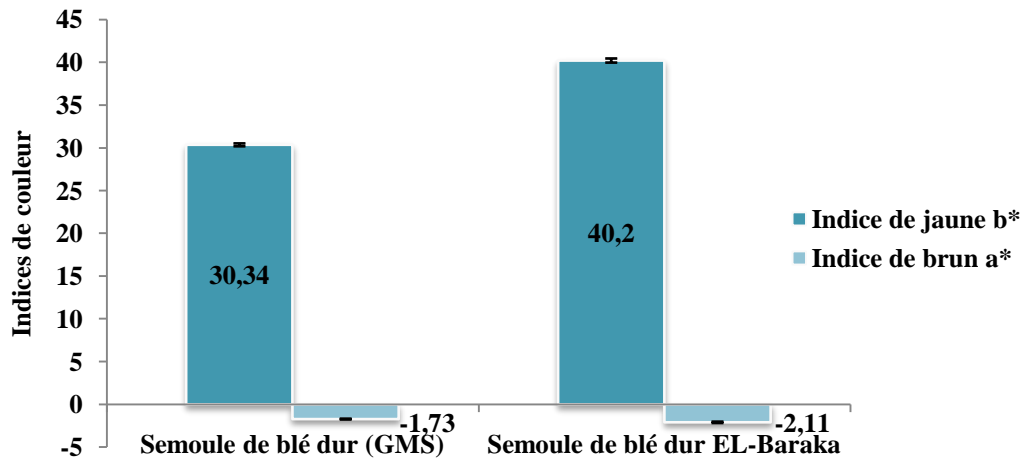


Figure 07 : Variations des indices de couleur (b*) et (a*) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).

Relativement à la figure (07) :

Nos échantillons de la semoule de blé dur (GMS) ont enregistré des valeurs d'indice de jaune (b*) variant de 30.12 à 30.53 avec une moyenne de (30.34 ± 0.17) , inférieure à ceux enregistrés par la semoule de blé dur El-Baraka, cette dernière a montré des valeurs variant de 39.87 et 40.49 avec une moyenne de (40.2 ± 0.24) , les deux semoules sont en accord avec l'intervalle d'acceptabilité adopté par le laboratoire Moussaoui.

Les résultats d'indice de jaune (b*) de la semoule de blé dur (GMS) obtenus sont supérieurs à ceux obtenus par (Sayoud et al, 2021) (28.82 ± 0.55) , inférieurs à ceux obtenus par (Khadhraoui, 2023) (32.37 ± 0.65) , d'autre part, le jaune (b*) de la semoule de blé dur El-Baraka obtenu est supérieur à ceux obtenus par (Khaldi et al, 2015) (37.31 ± 0.57) , et tous pour des semoules de blé dur.

Tableau 11 : Analyse de la variance ANOVA de l'indice de jaune (b*) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).

ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	243,14761	1	243,14761	5534,25765	1,1877E-12	5,31765506
A l'intérieur des groupes	0,35148	8	0,043935			
Total	243,49909	9				

Les résultats de l'ANOVA montrent qu'il existe une différence significative ($P < 0.05$) entre les deux semoules.

La variation des résultats de couleur jaune des semoules est due principalement à la richesse en pigments caroténoïdes et xanthophylle des blés, et probablement à l'origine géographique de la variété (locale ou importé).

-la semoule de blé dur (GMS) a enregistré des valeurs de l'indice de brun (a^*) qui oscillent entre (-1.68) à (-1.79) avec une moyenne de (-1.73 ± 0.05) , et supérieurs par rapport à celle enregistrée par son homologue d'El-Baraka, ce derniers a des valeurs comprises entre (-2.00) et (-2.21) avec une moyenne de (-2.11 ± 0.08) , les deux semoules sont en accords avec l'intervalle d'acceptabilité adopté par laboratoire Moussaoui.

Les résultats d'indice de brun (a^*) de la semoule de blé dur (GMS) obtenus sont supérieurs à ceux obtenus par (**Khadhraoui, 2023**) (-2.14 ± 0.15) et (**Sayoud et al, 2021**) (-1.9 ± 0.22) , d'autre part, le brun (a^*) de la semoule de blé dur El-Baraka obtenu est supérieur à ceux obtenus par (**Khaldi et al, 2015**) (-3.43 ± 0.08) , et tous pour des semoules de blé dur.

Tableau 12 : Analyse de la variance ANOVA de l'indice de brun (a^*) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).

ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,37249	1	0,37249	86,6255814	1,4469E-05	5,31765506
A l'intérieur des groupes	0,0344	8	0,0043			
Total	0,40689	9				

Les résultats de l'ANOVA montrent qu'il existe une différence hautement significative ($P < 0.05$) entre les deux semoules.

La variation des résultats de brun (a^*) est due principalement à la nature de sol et la richesse de grain de blé en minéraux, et aussi au taux d'extraction des semoules, plus le taux d'extraction est élevé plus le brun (a^*) est élevé ceci est dû au fait que les couches périphériques contiennent un taux élevé des cendres, donc on peut dire aussi que l'indice de brun est en corrélation direct avec le taux des cendres.

2-5-Acidité grasse

Selon Feillet (2000), l'acidité est un indicateur de l'état de bonne conservation des semoules. Elle est générée par les acides gras libres suite à l'hydrolyse des triglycérides par les lipases.

Une fois libres, les acides gras subissent des réactions d'oxydations qui produisent des composés volatiles à l'origine de l'altération des propriétés organoleptiques (flaveur de rance) des semoules stocké longtemps ou conservées à des températures élevées.

Les résultats d'acidité grasse des semoules obtenus sont regroupés dans la figure (08)

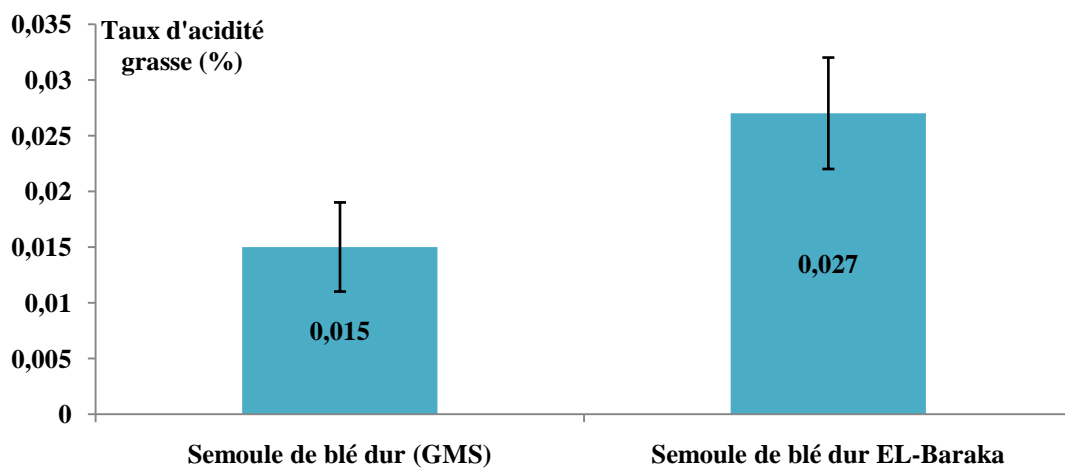


Figure 08 : Variations de taux d'acidité grasse (%) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).

D'après la figure (08), les échantillons de la semoule de blé dur (GMS) ont enregistré des taux d'acidité grasse oscillent entre 0.01 % et 0.02 %, avec une moyenne de (0.015 % \pm 0.004), et inférieurs par rapport aux valeurs obtenues pour la semoule d'El-Baraka, qui a enregistré des valeurs oscillent entre 0.019% à 0.031% avec une moyenne de (0.027 % \pm 0.005). Les deux semoules sont conformes aux normes Algériennes (JORA 1997), qui exigent des valeurs d'acidité inférieures à 0.055%.

Les résultats d'acidité grasse de la semoule de blé dur (GMS) obtenus sont proches à ceux obtenus par (Salmi et Merbah, 2015) (0.019 % \pm 0.05), inférieurs à ceux obtenus par (Ghezali, 2014) (0.044 % \pm 0.001), d'autre part les résultats d'acidité grasse de la semoule de blé dur El-Baraka obtenus sont proches à ceux décrits par (Messaâdi et Samaï, 2016) (0.029% \pm 0.00), et inférieurs aux résultats de (Chelabi et Meghdour, 2013) (0.055 % \pm 0.005), pour des semoules de blé dur.

Tableau 13 : Analyse de la variance ANOVA de l'acidité grasse (%) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).

ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	0,0003364	1	0,0003364	16,0956938	0,00388452	5,31765506
A l'intérieur des groupes	0,0001672	8	0,0000209			
Total	0,0005036	9				

Les résultats de l'ANOVA montrent qu'il existe une différence hautement significative ($P < 0.05$) entre les deux semoules.

Les résultats d'acidité grasse sont influencés par le taux d'extraction, l'humidité et les conditions de stockage.

3- Analyses technologique de la semoule

Les résultats des analyses technologiques de la semoule sont exprimés en (moyen \pm écart type) avec (5 répétitions) ($n = 5$). L'analyse de la variance ANOVA est effectuée en utilisant le programme Microsoft Office Excel 2007, avec un seuil de signification (0.05).

3-1- Gluten

Le gluten est formé de la fraction insoluble des protéines contenues dans la semoule. Les caractéristiques rhéologiques et physico-chimiques du gluten conditionnent pour une large part, la qualité technologique et commerciale des semoules et par la même, leur qualité industrielle et leur aptitude à la pastification.

Les résultats obtenus sont rapportés dans la figure (09) :

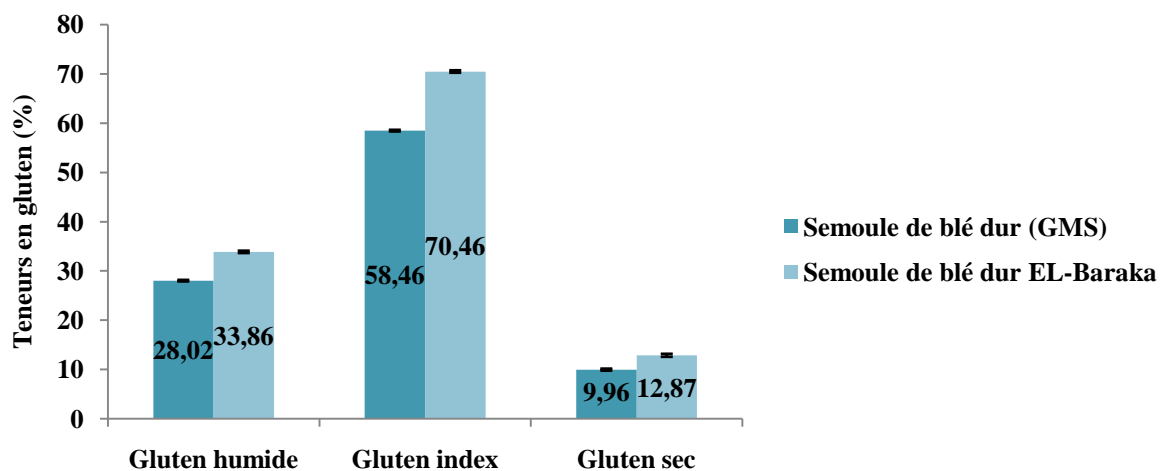


Figure 09 : Variation de teneurs en gluten (%) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).

Revenant à la figure (09) :

Gluten humide

Est un indicateur de la quantité de gluten qui exprime la richesse des semoules en gluten. La semoule à base de blé dur (GMS) a enregistré des teneurs en gluten humide comprises entre 27.81 % et 28.23 %, avec une moyenne de (28.02% ± 0.16), et inférieures par rapport à la semoule d'El-Baraka qui a enregistré des teneurs en gluten humide comprises entre 33.51 % à 34.11 % avec une moyenne de (33.86 % ± 0.24), les deux semoules sont conformes aux normes (ISO 5531), qui adoptent des valeurs inférieures à 100%.

Les résultats de la semoule (GMS) obtenus sont inférieurs à ceux obtenus par (Mokhtari, 2013) (36.27 % ± 0.08) et (Mouloud, 2013) (36.11% ± 0.13), d'autre part les résultats de la semoule El-Baraka sont proches à ceux obtenus par (Khadhraoui, 2023) (33.92 % ± 4.53), tous pour des semoules à base de blé dur.

Tableau 14 : Analyse de la variance ANOVA de gluten humide (%) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).

ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	85,20561	1	85,20561	2109,04975	5,5841E-11	5,31765506
A l'intérieur des groupes	0,3232	8	0,0404			
Total	85,52881	9				

Les résultats de l'ANOVA montrent qu'il n'existe aucune différence significative ($P > 0.05$) entre les deux semoules.

Gluten index

Est un indicateur de la qualité de gluten, qui exprime la capacité d'absorption d'eau par les semoules.

La semoule à base de blé dur (GMS) a enregistré des teneurs en gluten index qui oscillent entre 58.21 % et 58.62 %, avec une moyenne de (58.46% \pm 0.17), et inférieures par rapport à la semoule d'El-Baraka qui a enregistré des teneurs en gluten index variant de 70.1 % à 70.79 % avec une moyenne de (70.46 % \pm 0.25), les deux semoules sont conformes aux normes (ISO 5531), qui adoptent des valeurs supérieures à 50%.

Les résultats de la semoule (GMS) obtenus sont inférieurs à ceux rapportés par (Mokhtari, 2013) (74.21% \pm 0.00) et (Mouloud, 2013) (68.02% \pm 0.06), alors que les résultats de la semoule El-Baraka sont proches à ceux obtenus par (Khadhraoui, 2023) (67.8 % \pm 4.51), tous pour des semoules à base de blé dur.

Tableau 15 : Analyse de la variance ANOVA de gluten index (%) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).

ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	360,24004	1	360,24004	7666,31283	3,2303E-13	5,31765506
A l'intérieur des groupes	0,37592	8	0,04699			
Total	360,61596	9				

Les résultats de l'ANOVA montrent qu'il existe une différence significative ($P < 0.05$) entre les deux semoules.

Gluten sec

Est un indicateur de la quantité et la qualité de gluten, qui exprime la richesse en gluten et la capacité d'absorption d'eau par les semoules.

La semoule a base de blé dur (GMS) a enregistré des teneurs en gluten sec oscillant entre 09.71 % et 10.23 %, avec une moyenne de (09.96 % \pm 0.21), et inférieurs par rapport la semoule d'El-Baraka qui a enregistré des teneurs en gluten sec oscillent entre 12.38 % et 13.19 % avec une moyenne de (12.87 % \pm 0.31), la semoule d'El-Baraka est conforme aux normes (ISO 5531), qui adoptent des valeurs supérieures à 11%, alors que le gluten sec de la semoule (GMS) est inférieur à la norme.

Les résultats de la semoule (GMS) obtenus sont inférieurs à ceux obtenus par (**Mokhtari, 2013**) (12.84% \pm 0.05) et (**Mouloud, 2013**) (12.02% \pm 0.03). Les résultats de la semoule El-Baraka sont proches à ceux obtenus par (**Khadhraoui, 2023**) (12.1 % \pm 1.69), tous pour des semoules a base de blé dur.

Tableau 16 : Analyse de la variance ANOVA de gluten sec (%) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka)

ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	21,17025	1	21,17025	297,355854	1,302E-07	5,31765506
A l'intérieur des groupes	0,56956	8	0,071195			
Total	21,73981	9				

Les résultats de l'ANOVA montrent qu'il existe une différence hautement significative ($P < 0.05$) entre les deux semoules.

La variation des résultats de la teneur en gluten des semoules est due principalement à la variété de blé destinée à la mouture (local ou importé) et sa teneur en protéine.

3-2- Indice de chute

L'indice de chute est un indicateur de l'activité α -amylasique et rend compte du degré d'hydrolyse de l'amidon en sucres simples fermentescibles. L'activité α -amylasique peut être devenir excessive par suite de la présence de grains germés ou en voie de germination. Plus que le temps de chute est long, plus l'activité enzymatique est faible et la semoule est de bonne qualité.

Les résultats d'analyse de temps de chute sont illustrés par la figure (10).

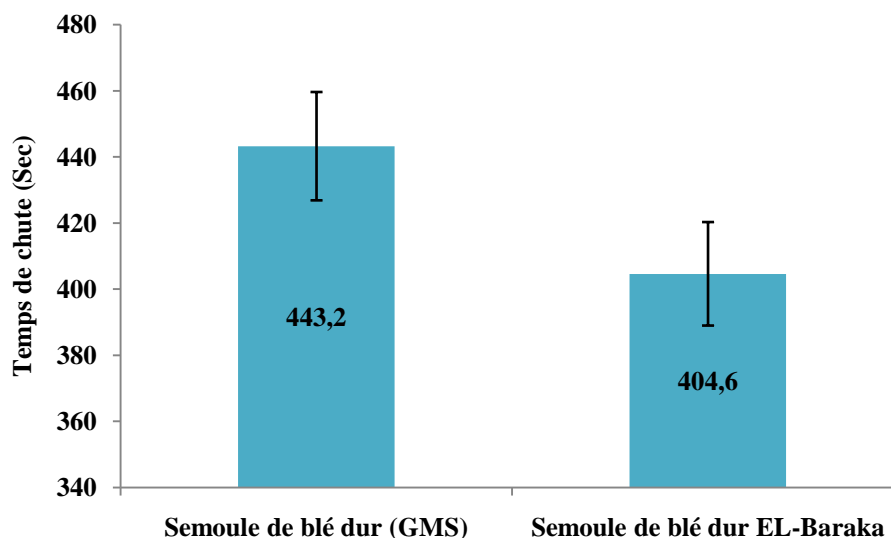


Figure 10 : Variations de temps de chute (Sec) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka).

D'après la figure (10), la semoule de blé dur (GMS) a enregistré un temps de chute qui varie de 427 (Sec) à 467 (Sec), avec une moyenne de (443.2 Sec \pm 16.38), et supérieure par rapport à son homologue d'El-Baraka, qui a enregistré un temps de chute variant de 387 (Sec) à 423 (Sec) avec une moyenne de (404.6 Sec \pm 15.65), les deux semoules sont conformes aux normes Algériennes (JORA., 1992), qui exigent des valeurs supérieures à 180 Sec.

Le temps de chute obtenu pour les deux semoules est supérieur à celui enregistré par (Tazerout, 2013) (359 Sec). Le temps de chute de la semoule (GMS) est proche à celui déclaré par (Salmi et Merbah, 2015) (450 Sec), tous pour des semoules à base de blé dur.

Tableau 17 : Analyse de la variance ANOVA d'indice de chute (Sec) des semoules de blé dur (GMS) et (EL-Baraka)

ANALYSE DE VARIANCE						
Source des variations	Somme des carrés	Degré de liberté	Moyenne des carrés	F	Probabilité	Valeur critique pour F
Entre Groupes	3724,9	1	3724,9	14,5220273	0,00515692	5,31765506
A l'intérieur des groupes	2052	8	256,5			
Total	5776,9	9				

Les résultats de l'ANOVA montrent qu'il existe une différence hautement significative ($P < 0.05$) entre les deux semoules.

La variation des résultats de temps de chute est liée principalement aux conditions de stockage des blés et semoule (humidité très élevée) et l'origine géographique de variété de blé destinée à la mouture.

4- Analyse microbiologique de la semoule

Selon Benamieur et al (2011), la microflore des semoules dérive de celle du grain, la mouture exerce un effet sélectif. En effet, les espèces du champ, peu sporulées restent au niveau des sons alors que très sporulantes, les espèces de stockage seront facilement transmises à la semoule. La meule produit en plus un effet de dispersion qui conduit à la contamination de la semoule. La contamination peut se faire aussi au moulin, par des espèces qui se développent dans les résidus des semoules séjournant dans les machines.

Grains et semoules ne constituent pas des milieux favorables pour les germes pathogènes ou toxigènes comme *Salmonella*, *Clostridium* ou *Staphylococcus*. Par contre, après une contamination accidentelle par des rongeurs ou des insectes par exemple, la meilleure des semoules peut parfaitement véhiculer de tels germes, en état de vie ralentie.

Les résultats d'analyse microbiologique sont regroupés dans les tableaux 18 et 19

Tableau 18 : Résultats d'analyses microbiologique de la semoule de blé dur (GMS).

Détermination	Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech 5	Spécification	Méthode
E.Coli	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10^2 à 10^2	ISO 7251
Staphylocoques à coagulase	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10^2 à 10^3	ISO 6888
Moisissures	10^2	8×10	1.1×10^2	7×10	1.7×10^2	10^2 à 10^3	ISO 21527
Anaérobies sulfito-réductrices	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10^2 A 10^3	RODIER

Tableau 19 : Résultats d'analyses microbiologique de la semoule de blé dur (El-Baraka).

Détermination	Ech 1	Ech 2	Ech 3	Ech 4	Ech 5	Spécificat- ion	Méthode
E.Coli	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10^2 à 10^2	ISO 7251
Staphylocoques à coagulase +	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10^2 à 10^3	ISO 6888
Moisissures	1.3×10^2	6×10	2×10^2	5×10	1.2×10^2	10^2 à 10^3	ISO 21527
Anaérobies sulfito- réductrices	Abs	Abs	Abs	Abs	Abs	10^2 A 10^3	RODIER

D'après les résultats d'analyses microbiologiques effectuées (Tableaux 18 et 19), ils révèlent que les échantillons analysés ne contiennent pas des Staphylocoques, ni des clostridium sulfito-réducteurs, donc on peut dire que les deux semoules (GMS) et (El-Baraka) analysés présentent une bonne qualité microbiologique.

Selon l'arrêté interministériel relatif aux spécifications microbiologique de certaines denrées alimentaires, publiées au journal officiel N° 39 du 02 juillet 2017, Les deux semoules (GMS) et (El-Baraka) sont d'une qualité microbiologique satisfaisante.

Conclusions

. Cette étude a été réalisée dans un laboratoire indépendant afin de mener une comparaison scientifique rigoureuse et objective entre deux marques de semoule destinées aux consommateurs : El-Baraka et Grands Moulin du Sud.

-Nous avons conclu ce qui suit :

❖ Pour le blé dur (matière première) :

- Concernant l'agrégage, le taux d'impuretés de blé dur (GMS) est de $(9.25 \% \pm 0.56)$ et supérieur aux impuretés de blé dur El-Baraka $(5.86 \% \pm 0.31)$, les deux blés sont conformes aux normes Algériennes (NA 1830), qui adoptent des valeurs d'impuretés inférieures à 10%. Le taux d'impuretés est en corrélation opposé avec la pureté des semoules. La moucheture de blé dur (GMS) est égale à $(0.76 \% \pm 0.21)$ et proche à son homologue de blé dur El-Baraka $(0.74 \% \pm 0.19)$, les deux blés sont conformes aux normes (ISO 5532) qui exigent des valeurs inférieures à 2%, d'autre part les résultats de mitadinage montre que le blé de (GMS) enregistre une valeur de $(15.02 \% \pm 0.75)$ qui est supérieur à son homologue d'El-Baraka $(8.39 \% \pm 1.35)$, les deux blés sont conforme aux normes (ISO 5532) qui exigent des valeurs ne dépassent pas les 20 %.

-Le poids spécifique de blé dur (GMS) égal à $(78.09 \text{ Kg/hl} \pm 0.17)$ est inférieur par rapport à son homologue de blé dur (El-Baraka) $(80.51 \text{ kg/hl} \pm 0.15)$. Les deux blés sont conformes et supérieurs a la valeur exigée par les normes Algériennes (NA 1177) $(> 78 \text{ kg/h})$, d'autre part le poids de mille grains (PMG) de blé dur (GMS) égal à $(36.73 \text{ g} \pm 0.04)$, et inférieur à son homologue d'El-Baraka $(40.16 \text{ g} \pm 0.09)$, et les deux blés sont conformes aux normes Algériennes (NA 730), qui adoptent des valeurs $\leq 45\text{g}$.

- L'humidité de blé dur (GMS) égale à $(10.09 \% \pm 0.22)$ est inférieure par rapport le blé dur d'El-Baraka $(12.30 \% \pm 0.14)$, les deux blés sont conformes à la norme Algérienne (JORA 2007), qui exige des valeurs d'humidités inférieures à 14%. Le taux des protéines de blé dur (GMS) égal à $(11.24 \% \pm 0.14)$ et inférieurs au taux des protéines de blé (El-Baraka) $(14.71 \% \pm 0.17)$, les deux blés sont conformes aux normes Algérienne (NA 1158) qui exigent des valeurs supérieures à 11 %.

❖ Pour les semoules de blé dur (produits finis) :

-Les deux semoules (GMS et EL-Baraka) présentes une granulométrie homogène, et en termes d'hydratation et de capacité d'absorption, la semoule d'El-Baraka est de meilleure qualité que la semoule (GMS). La teneur en eau de la semoule de blé dur (GMS) égale à $(13.48 \% \pm 0.19)$, est inférieure à l'humidité de la semoule d'El-Baraka $(14.01 \% \pm 0.25)$. Les

deux semoules sont conformes aux normes Algériennes (JORA 2007), qui exigent une teneur en eau inférieur à 14.5%, d'autre part la semoule de blé dur (GMS) enregistre un taux des cendres égal à $(0.89 \% \pm 0.03)$, et supérieur au cendre de la semoule d'El-Baraka, $(0.82 \% \pm 0.04)$, les deux semoules sont conformes aux normes Algériennes (NA 733), qui exigent des valeurs inférieures à 1.1%. Le test de couleur de la semoule de blé dur (GMS) montre que le jaune (b^*) égal à (30.34 ± 0.17) est inférieurs au jaune (b^*) de la semoule de blé dur El-Baraka (40.2 ± 0.24) , le brun (a^*) de la semoule de blé dur (GMS) égal à (-1.73 ± 0.05) , et supérieur au brun (a^*) de son homologue d'El-Baraka (-2.11 ± 0.08) , les deux semoules sont en concordance avec l'intervalle d'acceptabilité adopté par le laboratoire d'analyse. La semoule de blé (GMS) enregistre un taux d'acidité grasse égal à $(0.015 \% \pm 0.004)$, et inférieur à l'acidité de la semoule d'El-Baraka $(0.027 \% \pm 0.005)$. Les deux semoules sont conformes aux normes Algériennes (JORA 1997), qui exigent des valeurs d'acidité inférieures à 0.055%. L'analyse de gluten montre la richesse de la semoule d'El-Baraka en : gluten humide $(33.86 \% \pm 0.24)$, gluten index $(70.46 \% \pm 0.25)$ et gluten sec $(12.87 \% \pm 0.31)$, par rapport à la semoule de (GMS) : gluten humide $(28.02\% \pm 0.16)$, gluten index $(58.46\% \pm 0.17)$ et gluten sec $(09.96 \% \pm 0.21)$. La semoule (GMS) enregistre un temps de chute égal à $(443.2 \text{ Sec} \pm 16.38)$, est supérieur à son homologue d'El-Baraka $(404.6 \text{ Sec} \pm 15.65)$. Les deux semoules sont conformes aux normes Algériennes (JORA 1992), qui exigent des valeurs supérieures à 180 Sec.

Les résultats d'analyses microbiologiques révèlent que les deux marques de semoule destinées au consommateur (El-Baraka et Grands moulin du sud) ne contiennent pas des Staphylocoques, ni des clostridium sulfito-réducteurs, et selon le journal officiel N° 39 du 02 juillet 2017 les deux semoules présentent une bonne qualité microbiologique.

❖ Nous proposons les perspectives suivantes :

-Élargir l'éventail des comparaisons scientifiques en incluant d'autres marques de semoule, y compris celles situées en dehors de la Wilaya de Biskra. Cette approche favoriserait une concurrence accrue sur le marché, bénéficiant ainsi aux consommateurs en termes de qualité et de choix.

Références bibliographique

(A)

- ❖ **Abecassis j., (1998).** La mouture du blé dur. Les industries de première transformation des céréales. GODON B. et WILLM C. Ed : Tec & Doc, Paris, Lavoisier, pp. 362-377.

(B)

- ❖ **Barron, C., Abecassis, J., Chaurand, M., Lullien-Pellerin, V., et al. (2012).** Accès à des molécules d'intérêt par fractionnement par voie sèche. UMR-IATE Ingénierie des Agro polymères et Technologies Emergentes INRA, CIRAD, SUPAGRO, UM II Montpellier, France. N° 19 : 51-62 p.
- ❖ **Benamieur Djamil, Chaaboub Souad, Laid Moufida (2011).** Contrôle de qualité de céréales cultivées en Algérie: Blé tendre et Blé dur. Mémoire D'ingénieur D'état. Université de Djijel. P55
- ❖ **Ben Naceur M. horfi M. Sadli A, et Brinis L. (1997):** Potentialités de production de quelques variétés de blé dur au Maghreb. Rev Sci Technol Univ. Constantine. P: 8, 69-74.
- ❖ **Bentounsi Amira,(2015).** Contribution à l'étude de l'amélioration du blé dur (*Triticum durum, Desf L.*) pour la qualité technologique en Algérie. Mémoire Master. Université Constantine. P 36
- ❖ **Bonjean et Picard, (1990) -** Les céréales à paille : origine, histoire, économie, sélection. Softword – Groupe ITM, Paris, P 208.
- ❖ **Boudreau A., et Menard G, (1992) :** Le blé ; élément fondamentaux et transformation. Ed.Les presses de l'université de laval. Québec, p. 131.
- ❖ **Boulala Zineb, Rouabeh Amira (2018) .**Appréciation de la qualité technologique de 8 variétés homologuées de blé dur cultivées dans la région de Constantine. Mémoire master. Université Constantine.p 33
- ❖ **Bourgeois C.M., Fmexle J. et Zucca J. (1996).** Microbiologie Alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des Aliments. Tomel. P 379.

(C)

- ❖ **Calvel R., (1984).** La boulangerie moderne. Editions EYROLLES, 10 ème Édition, Paris. P460.
- ❖ **Chau, S. (2019).**Moucheture du blé dur : identification des facteurs et gestion du risque.raport de stage master : Fonctionnement et gestion des agrosystème . Agrocampus Ouest, Rennes : Arvalis – Institut du végétal,p 3.

- ❖ **Chellali, B., (2007)** Marché mondial des céréales : L'Algérie assure sa sécurité alimentaire.
- ❖ **Chelabi Djamila, Meghdour Meryem. (2013).** Analyses physicochimiques microbiologiques et toxicologique au cours de la fabrication du couscous issue de deux types de blé dur local et importé à l'unité MOULA pâte. Université Blida. P 54.
- ❖ **Christèle-Icard V (2000).**, De la semoule du blé dur aux pâtes alimentaires : événements physiques et biochimiques. Industries Agricoles et Alimentaires, 117 : 35-43, 2000.
- ❖ **Codex alimentarius(1995).**Norme codex pour la semoule.

(D)

- ❖ **Delachaux N., (1983)** .Alimentation boulangère - pâtisserie. Ed: SPES. pp. 7 - 8.
- ❖ **Dick J. W. et Matsuo R.R., (1988).** Durum wheat and pasta products, pp: 507-547. In « Wheat Chemistry and Technology ». Ed. AACC. St. Paul Minnesota. USA.
- ❖ **Dubois. M., (1996)** : Les farines : caractéristiques des farines et des pâtes. In : Industries des céréales. N°97. Ed : Lavoisier, Paris. 19-29.

(E)

- ❖ **ECS.(2017).** european committee for standardization, 2017. EN 15587 : Cereal and cereal products - Determination of Besatz in wheat (*Triticum aestivum* L.), durum wheat (*Triticum durum* Desf.), rye (*Secale cereale* L.), triticale (*Triticosecale* Wittmack spp) and feed barley (*Hordeum vulgare* L.).
- ❖ **El hadef El okki Lydia , (2015).** Valeurs d'appréciation de la qualité technologique et biochimique des nouvelles obtentions variétales de blé dur en Algérie. Mémoire Magister. Université Setif 1. Pp 21-44

(F)

- ❖ **Feillet, P. (1986).** L'industrie des pâtes alimentaires : Technologies de fabrication, qualité des produits finis et des matières premières. Ind. Agric. Aliment. N°103. pp. 979 - 989.
- ❖ **Feillet, P (2000).** Le grain de blé : composition et utilisation. INRA(Institut national de la recherche agronomique). Paris, p 17,18, 24, 27, 30-31, 197,308.
- ❖ **Feldman M., (2001).** Origin of Cultivated Wheat. In Bonjean A.P. et W.J. Angus. (éd.). The World Wheat Book: a history of wheat breeding. Intercept Limited. Andover. Angleterre : 3-58 p.
- ❖ **fredot E., (2005).** Connaissance des aliments. 1ère édition. Lavoisier. Paris, 397p.

(H)

- ❖ **Hamdani H et al., (2018).** Effet insecticide de l'huile essentielle de *Pittosporum tobira*(Pittosporaceae) sur l'insecte ravageur du blé en post-récolte «*Tribolium castaneum*»(Herbst). Thèse de mastère. Univ de Khemis- Miliana.49p.

(G)

- ❖ **Ghezali Hamid (2014).** Contrôle physico-chimique et microbiologique du couscous fabriqué à base de blé dur au niveau de l'unité « Moula pates » BLIDA. Mémoire Master. Université Blida. P 61
- ❖ **Godon.B, (1991).** Valeur meunière et boulangère des blés tendre et de leurs farines, Conservation et stockage des grains et produits dérivés céréales, protéagineux, aliment pour animaux, ed : tec et doc, Paris, 1982, p 65.
- ❖ **Godon B. et Willm C. (1991).** Les industries de première transformation des céréales. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris. 679 p.
- ❖ **Godon B., Loisel w. (1997).** Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales. 2eme édition. Technique et documentation Lavoisier, Paris. P 819.
- ❖ **Gouaidia Hadil, Filali Manal, Ghorab Mohamed Ali, (2021).** Influence du climat sur la qualité technologique du blé dur (*Triticum durum*) de la wilaya de Guelma. Mémoire Master. Université Guelma. P46.

(K)

- ❖ **Kaan, F., Branlard, G., Chihab, B., Borries, C., Monneveux, P. (1993).** Prebreeding and breeding durum wheat germe plasm (Triticum durum Desf.) for quality products.
- ❖ **Kellou (2008).** Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pole de compétitivité qualité-méditerranéen le cas coopérative sud céréales, groupe coopératifaccitan et Auecoop. Thèse master en science IAAMM n°9.CIHEMM Montpellier. p160
- ❖ **Khadhraoui Ikram (2023).** Etude comparative de la qualité physicochimique des pâtes alimentaires à base de blé importé et de blé local. Mémoire master. Université Biskra. p26
- ❖ **Khaldi Manel Mechali Mohamed Amine Merabti Warda, (2015).** Pâtes d'Amor Ben Amor: Évaluation de la reproductibilité de fabrication, des qualités physicochimiques, organoleptiques et application de l'HACCP. Mémoire Master. Université Guelma. P28
- ❖ **Khebbat, Z. (2015).** Etat hydrique du sol et performance d'une collection de variétés de blé dur. (Mémoire de magister, Université Ferhat Abbas, Setif), P : 188.

(L)

- ❖ **Lasme Agnès Privat Hilaire, (2011).** Etude des bases biochimiques et physicochimiques de la valeur meunière du blé tendre à l'aide de lignées quasi-isogéniques pour la dureté. Thèse de Doctorat. Université de Montpellier. P 16.

(M)

- ❖ **Masse J., Gatel F. et Bernicot M.H. (2002).** Cap sur la protéine des blés tendre en choisissant au mieux sa variété. Dossier presse. ITCF. P 11.
- ❖ **Maoucha Chaima (2021).** Processus de fabrication de la semoule à partir du blé dur et contrôle de qualité. Mémoire licence. Université Bouira. P 39
- ❖ **Matweef, M. (1946).** Valeur industrielle des blés durs Tunisiens et méthodes utilisées pour appréciation. Annales du Service Botanique et Agronomique de Tunisie. Vol, 19,pp. 4-23.
- ❖ **Melloul Amel, Lahnichat Chaima,(2022).** Caractérisation Physico-chimique et Technologique D'une Variété De Blé Dur <BELIOUNI> Provenant De La Région De Sétif. Mémoire Master. Université Boumerdes. P 38
- ❖ **Menasria Fatima Ez Zahra, Seraiche Chourouk. (2022).** Analyse physico-chimique et technologique de la semoule de deux types de blé dur local et importé à l'unité Agro-div Hodna -M'sila. Mémoire Master. Université M'sila. P 21
- ❖ **Messaâdi Hibat allah, Samaï Soumia (2016) :** Etude comparative des paramètres physico chimiques, technologiques, rhéologiques et microbiologiques des différentes marques de semoule mises sur le marché de la commune de Tébessa. Mémoire Master. Université Tébessa. P 39
- ❖ **Mokhtari Ferial (2013).** Contrôle de Qualité et comparaison entre deux types de Couscous de blé Dur. Mémoire Master. Université Blida. P53
- ❖ **Mouloud Abdelhamid (2013).** Etude de la qualité technologique des pâtes courtes. Mémoire Master. Université Blida. P69

(N)

- ❖ **Nour Asma,(2017).** Etude de la viabilité et vigueur des semences de blé pendant le stockage. Thèse Doctorat. Université Annaba. P15.

(R)

- ❖ **Roberts.T.A, (2005)**Microorganisms in foods, Microbial Ecology of food Commodities. Second Edition : Springer, 776 P.

(S)

- ❖ **Sayoud Ilham Allel Romayssa, Lahoues Roumayssa, (2021).** Etude de la qualité du blé dur et de la semoule « Amor Ben Amor ». Mémoire Master. Université Guelma. Pp27-28
- ❖ **SENATOR A., (1983) :** Contribution à l'étude de la valeur couscoussière : comparaison entre deux processus de fabrication. Mémoire d'ingénieur. INA. El Harrach.
- ❖ **Souadkia Amine (2014).** Le Suivi de Qualité de fabrication De Semoule et Pates Alimentaire et Application HACCP. Mémoire Master. Université Guelma. Pp 26-27
- ❖ **Souci S.W., Fachmann W., Kraut H., (1994).** La composition des aliments : Tableaux des valeurs nutritives. Medpharm Scientific Publishers, 5ème edition. Stuttgart. Germany 1091p.

(T)

- ❖ **Tazerout Chahinez, (2013).** Etudes biochimique et technologique de quelques fractions de mouture de blé dur : Relation avec la qualité boulangère. Mémoire Magister. Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie - El Harrach-Alger. P 61
- ❖ **Tebri Miassa, Zeggane Leila,(2016)** Évaluation de la couleur de la semoule au cours de la grenaison et de la pastification. Mémoire Master. Université Tizi-Ouzou. P 30
- ❖ **Trentesaux E., (1995).** Evaluation de la qualité du blé dur. In : Di Fonzo N. (ed.) , Kaan F. (ed.) , Nachit M. (ed.) . Durum wheat quality in the Mediterranean region.
- ❖ Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens. (22).Pp 53- 59

(V)

- ❖ **Villegas E., MC donaldc e et Gilles k.A., (1970) :** Variability in the lysine content of wheat , rye and triticale protein cereal chem. . 47 : 746-757 .

(Z)

- ❖ **Zekkari amine (2013).** Contribution a l'étude qualitative et quantitative des semoules issues des différents passages des sasseurs. Mémoire master. Université Blida. p 55.

Annexes

Annexe 01 :

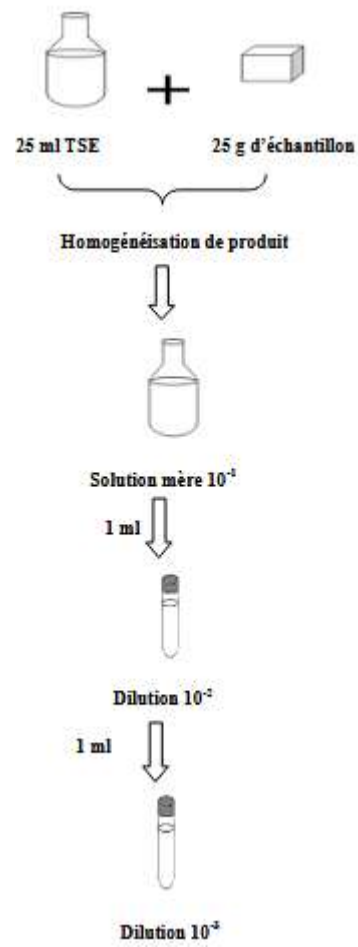
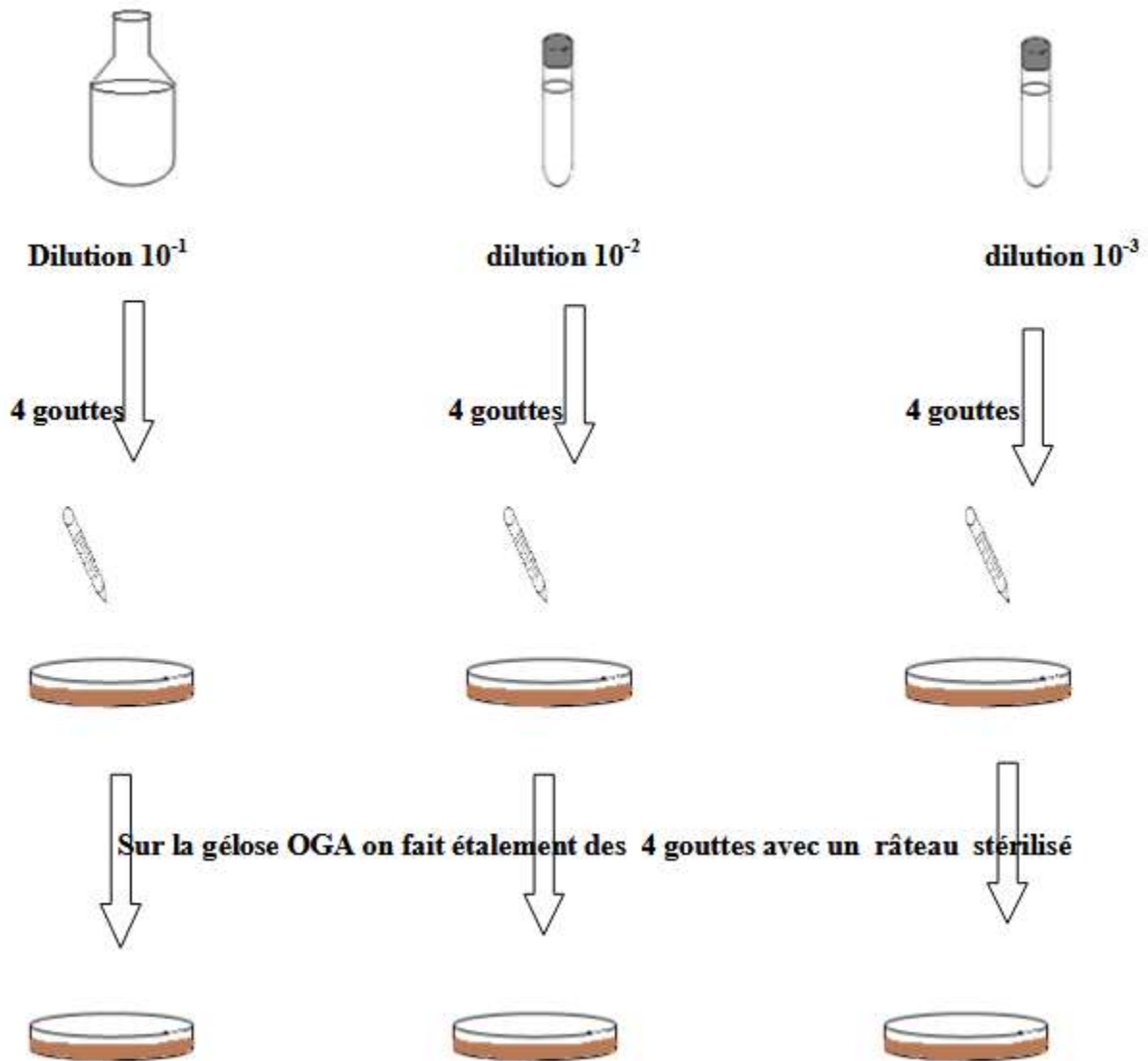


Figure 11: Préparation de la suspension mère et des dilutions décimales.

Annexe 02 :



**Incubation des boîtes avec les couvercles en haut à une température ambiante (25°C)
pendant 5 jours**

Figure 12 : Étapes de la recherche des moisissures.

Annexe 03 :

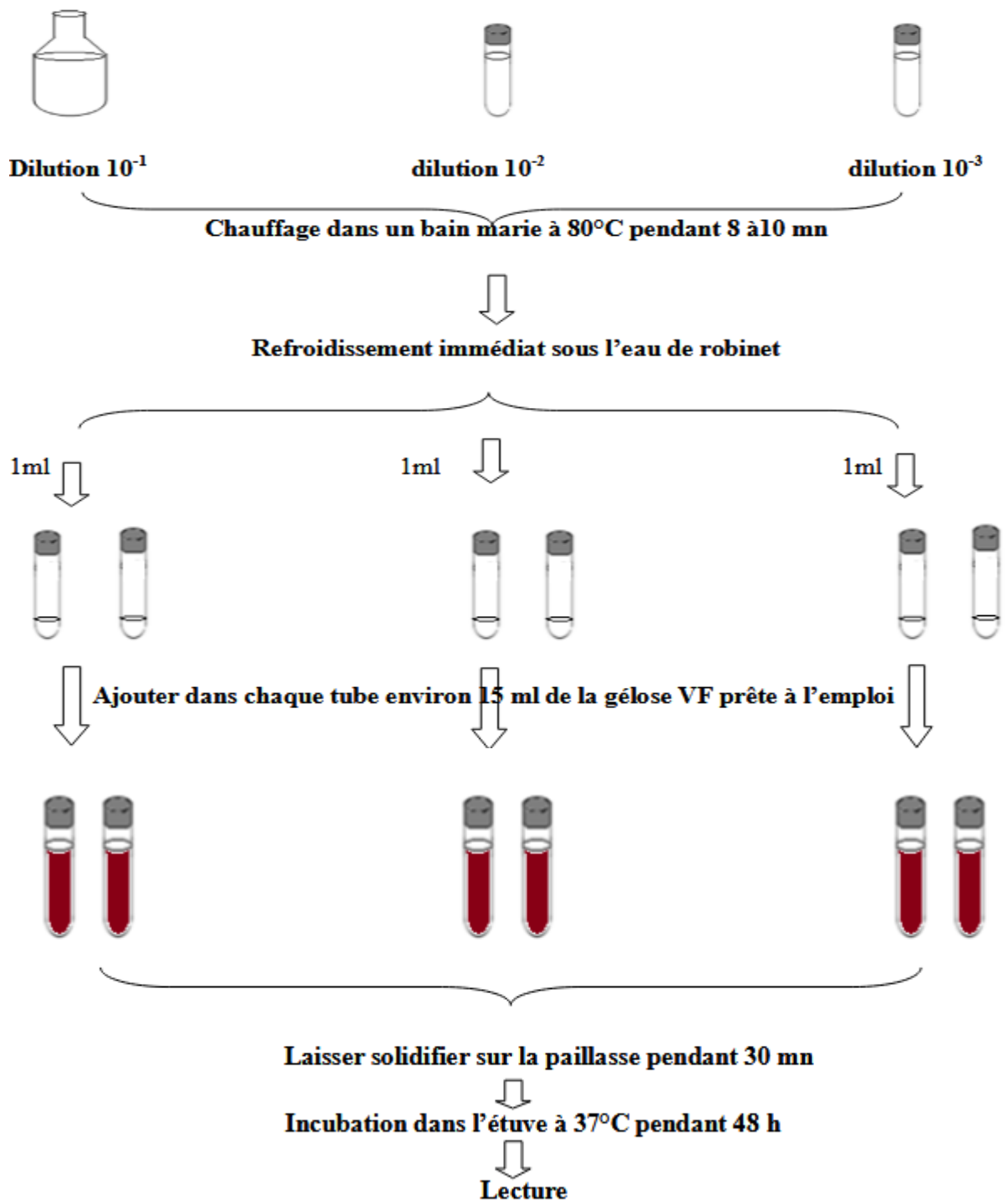


Figure 13 : Etapes de recherche des spores de *Clostridium sulfito-Réducteur*.

Annexe 04 :

Tableau 03 : Prise d'essai en fonction de la teneur en eau de l'échantillon (NA 1176 : 2015).

Teneur en eau %	Prise d'essai, g		Teneur en eau %	Prise d'essai, g	
	pour une masse nominale de 7 g à 15 % de teneur en eau	pour une masse nominale de 9 g à 15 % de teneur en eau		pour une masse nominale de 7 g à 15 % de teneur en eau	pour une masse nominale de 9 g à 15 % de teneur en eau
(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
9,0	6,40	8,20	13,6	6,85	8,80
9,2	6,45	8,25	13,8	6,90	8,85
9,4	6,45	8,25	14,0	6,90	8,85
9,6	6,45	8,30	14,2	6,90	8,90
9,8	6,50	8,30	14,4	6,95	8,90
10,0	6,50	8,35	14,6	6,95	8,95
10,2	6,55	8,35	14,8	7,00	8,95
10,4	6,55	8,40	15,0	7,00	9,00
10,6	6,55	8,40	15,2	7,00	9,05
10,8	6,60	8,45	15,4	7,05	9,05
11,0	6,60	8,45	15,6	7,05	9,10
11,2	6,60	8,50	15,8	7,10	9,10
11,4	6,65	8,50	16,0	7,10	9,15
11,6	6,65	8,55	16,2	7,15	9,20
11,8	6,70	8,55	16,4	7,15	9,20
12,0	6,70	8,60	16,6	7,15	9,25
12,2	6,70	8,60	16,8	7,20	9,25
12,4	6,75	8,65	17,0	7,20	9,30
12,6	6,75	8,65	17,2	7,25	9,35
12,8	6,80	8,70	17,4	7,25	9,35
13,0	6,80	8,70	17,6	7,30	9,40
13,2	6,80	8,75	17,8	7,30	9,40
13,4	6,85	8,80	18,0	7,30	9,45

Annexe 05:**Tableau 20 :** Granulométrie (%) de la semoule de blé dur (GMS).

	RT 500	RT 450	RT355	RT250	RT 200	RT 150	PT 150
	23,20	17,5	21	10,7	12,6	8,1	6,9
	23,00	17,1	20,6	10,4	12,9	8,8	7,3
	23,40	17,4	21,2	10,5	12,4	8,2	7
	23,10	16,9	20,9	10,3	12,7	8,5	7,7
	24,00	17,7	21,8	11	11,8	7,9	6
Moyenne	23,34	17,32	21,10	10,58	12,48	8,30	6,98
Ecart-type	0,40	0,32	0,45	0,28	0,42	0,35	0,63

Tableau 21: Granulométrie (%) de la semoule de blé dur (El-Baraka).

	RT 500	RT 450	RT355	RT250	RT 200	RT 150	PT 150
	27,1	20	20,2	15,5	10,5	4,6	2,3
	27,2	20,8	20,1	15,7	10,1	4,2	1,8
	27,6	20,7	21	16,3	9,2	3,6	1,5
	26,9	21,3	20,7	16	9,1	3,9	2
	27	20,9	21,5	15,9	9,6	3,5	1,6
Moyenne	27,16	20,74	20,70	15,88	9,70	3,96	1,84
Ecart-type	0,27	0,47	0,58	0,30	0,60	0,45	0,32

Tableau 22: Humidité (%) des semoules de blé dur (GMS) et (El-Baraka).

	Semoule de blé dur (GMS)	Semoule de blé dur EL-Baraka
	13,36	14,37
	13,54	14,08
	13,21	13,88
	13,68	13,71
	13,60	14
Moyenne	13,48	14,01
écart-type	0,19	0,25

Annexe 06 :

Tableau 23 : Les cendres (%) des semoules de blé dur (GMS) et (El-Baraka).

	Semoule de blé dur (GMS)	Semoule de blé dur EL-Baraka
	0,88	0,78
	0,88	0,82
	0,87	0,79
	0,90	0,85
	0,94	0,87
Moyenne	0,89	0,82
Ecart-type	0,03	0,04

Tableau 24 : Test de couleur des semoules de blé dur (GMS) et (El-Baraka).

	Semoule de blé dur (GMS)		Semoule de blé dur (El-Baraka)	
	b*	a*	b*	a*
	30.12	-1.71	40.19	-2.1
	30.45	-1.76	40.37	-2.17
	30.38	-1.68	40.49	-2.21
	30.53	-1.79	39.87	-2.09
	30.21	-1.7	40.08	-2.00
Moyenne	30.34	-1.73	40.2	-2.11
Ecart-type	0.17	0.05	0.24	0.08

Tableau 25 : Taux d'acidité grasse (%) des semoules de blé dur (GMS) et (El-Baraka).

	Semoule de blé dur (GMS)	Semoule de blé dur EL-Baraka
	0,011	0,031
	0,010	0,028
	0,017	0,019
	0,017	0,025
	0,020	0,03
Moyenne	0,015	0,027
écart-type	0,004	0,005

Annexe 07:**Tableau 26 :** Teneur en gluten (%) des semoules de blé dur (GMS) et (El-Baraka).

	Semoule de blé dur (GMS)				Semoule de blé dur (El-Baraka)		
	Gluten humide	Gluten Index	Gluten sec		Gluten humide	Gluten Index	Gluten sec
	27.81	58,21	9.79		33.76	70,51	12,38
	27.96	58,62	9,71		33.92	70,10	13.19
	28.12	58.36	10.23		34,11	70,38	12,79
	28.00	58.5	9.98		33.51	70,79	13,07
	28.23	58,61	10,08		34,01	70.54	12.91
Moyenne	28,02	58,46	9,96		33.86	70,46	12,87
Ecart-type	0,16	0,17	0,21		0,24	0,25	0,31

Tableau 27 : Temps de chute (Sec) des semoules de blé dur (GMS) et (El-Baraka).

	Semoule de blé dur (GMS)	Semoule de blé dur EL-Baraka
	427,00	387
	439,00	399
	467,00	419
	431,00	395
	452,00	423
Moyenne	443,20	404,60
Ecart type	16,38	15,65

Résumé

Notre étude comparative scientifique impartiale a été réalisée dans un laboratoire indépendant. Elle porte sur deux marques de semoule commercialisées dans la Wilaya de Biskra : El-Baraka et Grands Moulins du Sud. L'objectif est de déterminer dans quelle mesure ces marques peuvent satisfaire les consommateurs, compte tenu de la compétitivité accrue de ce secteur.

Les résultats des analyses physicochimiques du blé (taux des impuretés, poids spécifique, poids de milles grains, humidité,...), en tant que matière première des deux moulins ont montré qu'ils sont conformes aux normes algériennes avec une supériorité de qualité en faveur du blé utilisé dans les moulins El-Baraka. Les résultats des analyses physicochimiques (granulométrie, teneur en eau, taux des cendres, couleur,...), et technologiques (gluten, temps de chute) de la semoule en tant que produit fini des deux marques ont prouvé leur conformité aux normes algériennes avec une supériorité de qualité en faveur de la semoule d'El-Baraka.

La sécurité alimentaire est un critère de qualité important comme le montrent les résultats d'analyses microbiologiques conformes aux normes algériennes pour les deux marques de semoule.

Mots-clés : blé, semoule El-Baraka, semoule de Grands Moulins du Sud, analyses physicochimiques, analyses technologiques, analyses microbiologiques, qualité, compétitivité.

المخلص :

تم انجاز دراسة مقارنة علمية محايدة، في مخبر محايد لعلامتين من السميد الموجه للمستهلك والذي يتم تسويقهما على مستوى ولاية بسكرة، وهما سميد البركة و سميد المطاحن الكبرى للجنوب، لمعرفة مدى قدرتهما على إرضاء الزبون في ظل التنافسية التي تعرفها ه ذه الشعبية.

أظهرت نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية للقمح (نسبة الشوائب، الوزن النوعي، وزن ألف حبة، الرطوبة،...)، كمادة أولية للمطحنتين مطابقتهما للمعايير الجزائرية مع أفضلية في النوعية لصالح القمح المستعمل في مطحنة البركة. أثبتت نتائج التحاليل الفيزيوكيميائية (تحليل الحبيبات، محتوى الماء، محتوى المعادن، اللون،...)، والتكنولوجية (محتوى الغلوتين، زمن السقوط) للسميد كمنتج نهائي بالنسبة للعلامتين مطابقتهما للمعايير الجزائرية مع تفوق للنوعية لصالح سميد البركة. إن السلامة الغذائية هي معيار جودة مهم، وهو ما أظهرته نتائج التحاليل الميكروبيولوجية المطابقة للمعايير الجزائرية بالنسبة للعلامتين.

الكلمات المفتاحية : القمح، سميد البركة، سميد المطاحن الكبرى للجنوب، التحاليل الفيزيوكيميائية، التحاليل التكنولوجية، التحاليل الميكروبيولوجية، الجودة، التنافسية.

Abstract

Our impartial scientific comparative study was carried out in a neutral laboratory, for two brands of semolina marketed in the wilaya of Biskra (El-Baraka and semolina from Grands Moulins du Sud), in order to determine the extent to which they can satisfy customers, given the competitiveness of this sector.

The results of physicochemical analyses of wheat (impurity levels, specific weight, thousand kernel weight, moisture, etc.) as a raw material for the two mills showed that they complied with Algerian standards, with a quality superiority in favor of the wheat used in the El-Baraka mills. The results of physico-chemical analyses (granulometry, water content, ash content, color, etc.) and technological analyses (gluten, fall time) of semolina as a finished product from both brands proved their compliance with Algerian standards, with superior quality in favor of El-Baraka semolina.

Food safety is an important quality criterion, as shown by the results of microbiological analyses for both brands of semolina, which comply with Algerian standards.

Keywords : wheat, El-Baraka semolina, Grands Moulins du Sud semolina, physicochemical analyses, technological analyses, microbiological analyses, quality, competitiveness.