

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة 8 ماي 1945 قالمة
Université 8 Mai 1945 Guelma
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Sciences de la Terre et de l'Univers



Mémoire En Vue de l'Obtention du Diplôme de Master

Filière : Sciences Alimentaires

Domaine : Science de la nature et de la vie

Spécialité/Option : Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire

Département : Biologie

Thème

Etude de la qualité du blé dur et de la semoule « Amor Ben Amor »

Présenté par :

- ALLEL Romayssa
- LAHOUES Roumayssa
- SAYOUD Ilham

Devant le jury :

Président	Dr. MOKHTARI A	(M.C.B)	Université de Guelma
Promotrice	Pr. SOUIKI L	(Pr)	Université de Guelma
Examineur	Dr. MEZROUA A	(M.A.A)	Université de Guelma

Année universitaire 2020/2021



Remerciements



Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH, le Tout puissant, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Nos sincères remerciements vont à MOKHTARI A, docteur à l'Université de Guelma, pour avoir accepté de présider le jury de soutenance.

Nous remercions également à MEZROUA A, docteur à l'Université de Guelma, pour avoir accepté d'examiner ce travail.

Remerciement à Pr. SOUIKIL.,

*Nous tenons à remercier Chaleureusement à notre encadreur.
Pour ses réflexions, ses conseils et surtout sa patience,*

*Notre vif remerciement et reconnaissance sont adressés à tout le
groupe des moulins AMOR*

*BENAMOR El Fedjoudj-Guelma : Mr Quassem, Mr Khaled, Mr Charif, Ms Loubna, Mr Nour Eddine, Mr mounir, et toute l'équipe
du laboratoire,*

*Qui nous sont fournis gracieusement du matériel d'analyse,
orientés et aidés pour mener à bien nos expérimentations,*

*Nous remercions aussi à nos familles qui durant nos études ont
toujours donné la possibilité de*

*Faire ce que nous voulions et ont toujours croie à nous.
Tous nos ami(e)s et tous qui nous ont aidés de près ou loin pour
réaliser ce modeste travail.*



Résumé

Cette étude a été réalisée au niveau des Moulins AMOR BENAMOR El Fedjoudj-Guelma-Nord-Est Algérien vise à comparer la qualité des deux types de blé dur : un type local et un type importé (canadien)

Une série d'analyses relatives aux caractères technologiques ont été effectués sur les grains de blé dur à savoir le taux de protéines et d'humidité, le poids spécifique, l'agréage, le poids de mille grains et le mitadinage ; et sur les semoules de blé à savoir la granulométrie, la couleur de semoule, le taux de cendres et du gluten et l'humidité de semoule sont dans la norme de qualité pour les deux types de blé.

Les résultats obtenus des deux échantillons étudiés ont montrés que le blé canadien (importé) a plus de qualité comparé au blé local qui a montré moins de qualité.

Mots clés : grains, blé dur, semoule, norme de qualité, caractéristiques technologiques, local et importé.

Abstract

This study was carried out at the level of the mills AMOR BENAMOR El Fedjoudj-Guelma-North-East Algeria and it aims at comparing the quality of two types of durum wheat: a local type and an imported type (Canadian).

A series of analyses relating to the technological characters were carried out on the grains of durum wheat to know the rate of proteins and humidity, the specific weight , the aggregation , the weight of thousand grains and the mitadinage ; and on wheat semolina namely granulometry, semolina color, ash and gluten rate and semolina moisture are in the quality standard for both types of wheat.

The results obtained from the two samples studied showed that Canadian wheat (imported) has more quality compared to local wheat which showed less quality.

Keywords: grains, durum wheat, semolina, standard quality, technological characteristic, local and imported.

ملخص

تمت هذه الدراسة على مستوى مطاحن عمر بن عمر الفجوج -قالمة - شمال - شرق الجزائر، و تهدف الى المقارنة بين جودة نوعين من القمح الصلب : نوع محلي و نوع مستورد (كندي).

أجريت سلسلة من التحاليل المرتبطة بالخصائص التكنولوجية على حبوب القمح الصلب ، وهي نسبة البروتين والرطوبة، الوزن النوعي، وزن ألف حبة، وعلى سميد القمح وهي قياس الحبيبات ، لون السميد، نسبة الرماد والغلوتين و رطوبة السميد، حيث تخضع لمعايير الجودة بالنسبة لنوعي القمح.

النتائج المتحصل عليها للعينتين المدروستين أظهرت أن القمح الكندي (المستورد) يتميز بجودة أعلى مقارنة بالقمح المحلي.

الكلمات المفتاحية: حبوب، قمح صلب، سميد، معايير الجودة، تكنولوجية، محلي ومستورد.

SOMMAIRE

Résumé

Abstract

ملخص

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE D'ABREVIATION

Introduction 1

I. Généralités

I. 1. Production du blé dans le monde et en Algérie 3

I.1.1. Dans le monde 3

I.1.2. En Algérie 4

I.2. Diversité variétale des blés 4

I.2.1. Blé dur 4

I.2.2. Blé tendre 5

I.3. Classification taxonomique du blé dur 6

I. 4. Structure du grain de blé dur 6

I. 5. Composition biochimique du grain de blé 7

I. 6. Appréciations de la qualité technologique du blé dur 8

I. 7. Définition de la semoule 9

I.8. Procédé de transformation du blé dur en semoule 9

I.8.1. Réception des matières premières 11

I.8.2. Pré-nettoyage 11

I.8.3. Nettoyage à sec 11

I.8.4. Conditionnement 11

I.8.5. Nettoyage humide 11

I.8.6. Mouture 12

I.8.6.1. Broyage 12

I.8.6.2. Réduction 12

I.8.6.3. Division des semoules 12

I.8.6.4. Sassage 12

I.8.6.5. Désagréage	13
I.8.6.6. Convertissage	13
I.8.7. Produits de la Mouture	13
I.9. Classification des semoules	13
I.10. La valeur semoulière du blé dur	13

II. Matériel et méthodes

II.1. Présentation de l'entreprise	15
II.2. Matériel	15
II.3. Méthodes d'analyses	16
II.3.1. Paramètres relatifs aux caractéristiques des grains de blé dur	16
II.3.1.1. Détermination de taux de protéines et humidité	16
II.3.1.2. Le poids spécifique	17
II.3.1.3. L'agréage	17
II.3.1.4. Le poids de mille grains (PMG)	17
II.3.1.5. Taux de Mitadinage	18
II.3.2. Paramètres relatifs aux caractéristiques des Semoule de blé dur	19
II.3.2.1. Granulométrie	19
II.3.2.2. Couleur de la semoule (indice de jaune-indice de brun)	20
II.3.2.3. Taux de cendre	20
II.3.2.4. Taux du gluten	21
II.3.2.5. Humidité de semoule	22

III. Résultats et discussions

III.1. Résultats relatifs aux caractéristiques des grains de blé dur	24
III.1.1. Teneur en protéine	24
III.1.2. Taux d'humidité	24
III.1.3. Poids Spécifique (PS)	25
III.1.4 Le poids de mille grains	26
III.1.5. L'agréage	26
III.1.6. Taux de cendre de blé dur	28
III.1.7. Taux de mitadinage	28
III.2. Résultats relatifs aux caractéristiques de la semoule complète de blé dur	29
III.2.1. Taux de cendre de semoule	29

III.2.2. Couleur de semoule	30
III.2.3. La granulométrie	31
III.2.4. Humidité de semoule	31
III.2.5. Taux de gluten.....	32
IV. Conclusion	34
V. Références Bibliographiques	35
Annexes	

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Statistiques des neuf principaux pays producteurs de blé au cours des années de commercialisation de 2016 à 2019 en milliers de tonnes	3
Figure 2: Blé dur	5
Figure 3 : Blé tendre	5
Figure 4: Diagramme de procédé de fabrication des semoules de blé dur.....	10
Figure 5: Présentation du site d'étude (les moulins AMORBENAMOR)	15
Figure 06: Les protéines du blé.	22

LISTE DE TABLEAUX

Tableau 1: Classification taxonomique du blé dur .	6
Tableau 2: Composition chimique des différentes parties d'un grain de blé : valeurs moyennes et écarts courants exprimés en % de la matière sèche de la partie considérée.	8
Tableau 3: Les résultats relatifs ou moyenne et l'écart-type pour la teneur en protéines des deux types des grains de blé dur Type de blé (Canadien, Algérien).	24
Tableau 4 : Les résultats relatifs ou moyenne et l'écart-type pour le taux d'humidité des deux types des grains de blé dur Type de blé (Canadien, Algérien).	25
Tableau 5: Les résultats relatifs ou moyenne et l'écart-type pour le poids spécifique des grains des deux types des grains de blé dur Type de blé (Canadien, Algérien).	25
Tableau 6: Les résultats relatifs ou moyens et écart-types pour le Poids de 1000 grains de blé dur.	26
Tableau 7: Les résultats relatifs ou moyens et écart-types pour le classement des impuretés de blé dur.	27
Tableau 8: Moyennes et écart-type pour le taux de cendres sur la matière sèche des deux types de blé dur.	28
Tableau 9: Les résultats relatifs ou moyens et l'écart- type pour le taux de mitadinage des deux types des grains de blé dur (Canadien, local).	29
Tableau 10: Moyennes et écart-type pour le taux de cendres des deux types de semoule du blé dur.	29
Tableau 11: Les résultats relatifs ou moyens et écart-types pour la colorimétrie de semoule de blé dur.	30
Tableau 12: Les résultats relatifs ou moyens et écart-types pour l'analyse granulométrique de semoule de deux types de blé dur.	31
Tableau 13: Les résultats relatifs ou moyens et l'écart- type pour l'humidité de semoule des deux types des grains de blé dur (Canadien, Local).	32
Tableau 14: Moyennes et écart-type pour le taux de gluten humide sec et index des deux types de semoules de blé dur (Canadien, Local).	32

LISTE D'ABREVIATION

ISO	Organisation international de standardisation
MAB	Moulin Amor Benamor
CCLS	Coopérative Algérienne Interprofessionnel des céréales
PMG	Poids de mille grains
PS	Poids spécifique
SG	Semoules grosses
SGM	Semoules grosses moyennes
SSSE	Semoules sassées super extra
SSSF	Semoules sassées super fines
TGH	Teneur en Gluten Humide
TGS	Teneur en Gluten Sec
RE	Rétention d'eau
NGM	Nombre des grains mitadinés
NT	Nombre total des grains coupés
IJ	Indice de jaune
IB	Indice de brun
GI	Gluten Index
tr / min	Tour /minute
H	Humidité
MS	Matière sèche
MTQ	Matière telle quelle.
GI	Gluten Index

The word "Introduction" is centered on the page, flanked by two symmetrical decorative flourishes of wheat stalks. The stalks are rendered in shades of golden yellow and deep red, with detailed grain heads. The word "Introduction" is written in a bold, dark blue, serif font.

Introduction

A travers le monde, les céréales ont une importance impérative pour les disponibilités alimentaires. Elles représentent l'aliment de base de toute l'humanité directement à travers la consommation des produits céréaliers tel que la farine, pain et biscuits, semoules, pâtes alimentaires, couscous, et indirectement à travers la production animale tel que le fourrage.

Les céréales, notamment, les blés dur et tendre, l'orge, le triticale, l'avoine, le maïs, le riz, le sorgho, sarrasin... Sont des monocotylédones qui produisent des grains très riches en amidon, ils diffèrent entre eux par leur composition chimique et au niveau génétique (nombre de chromosomes), ainsi qu'en ce qui concerne leur potentiel de transformation. Vu qu'elles fournissent plus de 50 % des besoins énergétiques des êtres humains (**Mbarek et Boubaker, 2017**). Sachant que les trois grandes espèces céréalières sont le maïs, le blé et le riz, qui représentent respectivement plus de 1000,700 et 700 millions de tonnes de grains chaque année (**Colin et al., 2017**).

Parmi les céréales, le blé dur c'est la céréale la plus consommée à travers le monde, Il occupe environ 20 à 30 million d'hectares dans le monde, repartis dans de nombreux pays, (**Bozzini, 1988**), avec une production mondiale de 35 millions de tonnes. Les principales nations productrices de blé dur sont les nations européennes (France, Espagne, Portugal, Italie et Grèce), Amérique du Nord (Canada, Etats-Unis, Mexique), Moyen-Orient (Turquie, Syrie), Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Libye, Tunisie) et l'Australie (**Colin et al., 2017**). Au niveau national, la production de blé est faible, elle couvre un petit pourcentage des besoins du pays, le reste étant importé où considéré le premier importateur de blé dur français (**Collaert, 2013**).

Le blé dur est utilisé principalement pour la fabrication des semoules. Celles-ci sont utilisées dans la fabrication des pâtes alimentaires (**ISB, 2012**) (spaghetti, lasagnes, macaroni aux coudes) utilisées dans le monde entier, et de certains autres aliments régionaux, tels que le couscous, le boulgour (burghul), le frekeh, les céréales soufflées, les céréales chaudes, les desserts, le pain plat à une ou deux couches, le pain levé et les nouilles (**Williams et al., 1984**).

La qualité d'un blé dur est essentiellement le résultat de l'effet conjugué du génotype d'une part et des facteurs agro climatiques d'autre part (**Abdellaoui, 2007**). C'est le seul à contenir des pigments caroténoïdes, sans additifs, la couleur jaune là mieux appropriée à la présentation des produits finis. Il est également le seul à posséder un gluten à la fois ferme et

élastique indispensable à leur tenue à la cuisson. Il a de plus une très grande valeur nutritionnelle due à leur richesse en protéines plus élevée que les autres céréales.

La semoulerie de blé dur appartient à la catégorie des industries de première transformation des céréales (**ISB, 2012**), est considérée comme le témoin auxquels sont comparées les autres matières premières. Elle est reconnue comme 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, de sa dureté, sa couleur unique, sa flaveur et sa qualité de cuisson (**Souadkia, 2014**). La qualité de semoule est essentiellement déterminée par la qualité du blé à employer.

Par conséquent la haute qualité de premier produit (blé dur) permet d'obtenir un produit fini (semoule) de bonne qualité, et ainsi de satisfaire le consommateur.

Le consommateur cherche toujours à faire le bon choix entre les produits alimentaires à base de blé dur. A cet égard, l'étude de ce travail a un objectif de :

✚ Evaluer la qualité des produits d'Amor Benamor par la réalisation d'un ensemble d'analyses physico-chimiques et technologiques sur la matière première (blé dur) et sur le produit fini (semoule).

A cet effet, nous avons adopté le plan suivant qui comprend :

- Une première partie relative à l'étude bibliographique : Généralités sur le blé dur et la semoule.
- Une deuxième partie pratique présenter par : matériel et méthodes, résultats et discussion. Et enfin une conclusion.



I. Généralités



I.1. Production du blé dans le monde et en Algérie

I.1.1. Dans le monde

Le blé domine le commerce international des céréales. Chaque année, plus de 700 millions de tonnes de blé sont produites, 654 à 660 millions de tonnes sont consommées et le reste est entreposé en réserves.

En 2018, la production mondiale de blé a atteint 758 millions de tonnes selon la FAO, ce qui représente 24.04 tonnes par seconde. Pour 2019, la production devrait connaître une baisse sensible à cause de rendements moins importants que prévu dans l'Union européenne, l'Inde et en Russie, pays dont le poids va grandissant sur le marché : en 2017/2018, la Russie a représenté 23.1% des exports mondiaux de blé, contre 13.3% en 2013/2014.

La figure (1) ci-dessous présente les statistiques des neuf principaux pays producteurs de blé au cours des années de commercialisation 2016/2017 à 2018/2019, en milliers de tonnes. Sur la période de 2017 à 2018, l'Union européenne menait le classement des principaux producteurs mondiaux de blé, affichant une production supérieure à 150 millions de tonnes. Sur la même période, la Chine, classée deuxième, produisait près de 130 millions de tonnes de blé.

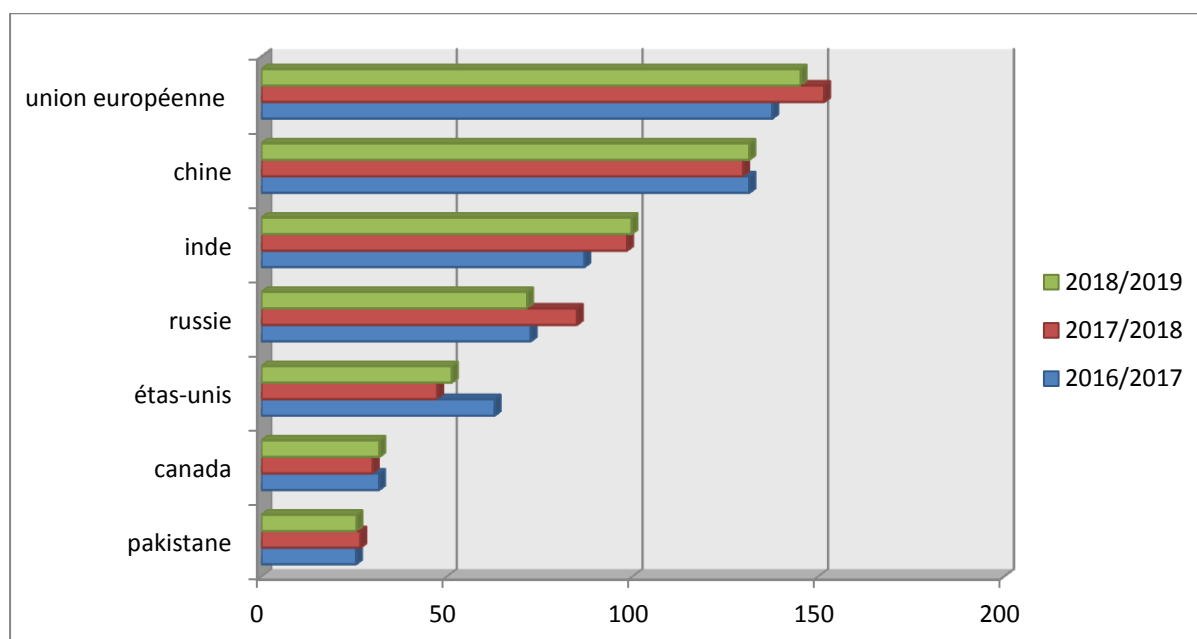


Figure 1 : Statistiques des neuf principaux pays producteurs de blé au cours des années de commercialisation de 2016 à 2019 en milliers de tonnes [1].

I.1.2. En Algérie

La production de blé dur couvre 60 à 70 % des besoins de la population. L'industrie céréalière algérienne est très portée sur la production de semoule destinée à la fabrication des pâtes alimentaires (Cadi, 2005).

En Algérie, le blé dur (*Triticum durum*), est la première céréale cultivée dans le pays. Elle occupe annuellement plus d'un million d'hectares. La production nationale en blé dur est encore faible, elle ne couvre que 20 à 25 % des besoins du pays, le reste étant importé [2].

L'Algérie a réalisé une récolte record de 3.9 millions de tonnes (Mt) sur la campagne 2018/2019, soit une hausse de 61% de la production, dont 3.15 Mt de blé dur. Le pas vers une autosuffisance en blé dur est presque franchi, mais il reste à développer la production de blé tendre qui continue de peser sur les importations algériennes.

L'Algérie a importé pas moins de 4.6 millions de tonnes de blé depuis les ports français à la fin avril dernier. Un niveau record d'importation en hausse de 34% par rapport à la campagne 2017/2018 et représentant trois fois le niveau d'importation enregistré durant l'exercice 2016/2017. Cette hausse des achats de blé tranche avec la décision de réduction des importations prise suite à l'augmentation des niveaux de la production nationale [3].

I.2. Diversité variétale des blés

Toutes les différentes variétés de blés sont classées en trois grandes catégories :

I.2.1. Blé dur

Cette catégorie de blé est cultivée dans les pays de climat chaud et sec. Les grains de blé dur sont plus allongés, souvent même pointus, avec des enveloppes assez minces et blanche. Ils donnent moins de son que les blés tendres, bien que contenant plus de gluten (Ait-Slimane-Ait-Kaki, 2008).

Le grain de blé dur se caractérise par une coloration jaune ombrée, qui est le résultat d'une concentration en pigments jaunes, et surtout par une amande de texture très vitreuse et résistante au broyage, (Surget et Barron, 2005) et spécifiquement utilisé en semoulerie, pour la fabrication des pâtes alimentaires et des couscous (Abecassis, 1993).



Figure 2: Blé dur [4].

I.2.2. Blé tendre

Les grains de blé tendre sont arrondis et peu allongés, avec enveloppes épaisses rousses. Ils se prêtent particulièrement bien à la mouture ; en effet, lors du passage entre les cylindres, les enveloppes s'aplatissent et s'ouvrent sans se broyer, libérant l'amande et donnant une très forte proportion de son.

Les blés tendres permettent d'obtenir une farine, contenant environ 8 à 10 % de gluten, ayant de bonnes aptitudes pour la panification (Ait-Slimane-Ait-Kaki, 2008).



Figure 3 : Blé tendre [5].

I.3. Classification taxonomique du blé dur

Le blé dur obéit à la classification suivante (Tab. 1) :

Tableau 1: Classification taxonomique du blé dur (Feillet, 2000).

Embranchement	Spermaphytes
Sous embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotylédones
Ordre	Poales
Famille	Poaleae
Sous-famille	Festucoideae
Tribu	Triticeae
Sous-tribu	Triticineae
Genre	Triticum
Espèce	Triticum durum Desf.

I.4. Structure du grain de blé dur

Le grain de blé est un fruit mesure entre 5 et 7 mm de long, et entre 2,5 et 3,5 mm d'épaisseur, pour un poids compris entre 20 et 50 mg (Canadas, 2006), cette fruit appelé caryopse. Ce dernier est de forme ovoïde, possède sur l'une de leur face une cavité longitudinale "le sillon" et à l'extrémité opposée de l'embryon des touffes de poils "la brosse" (Ait-Slimane-Ait-Kaki, 2008).

Le caryopse est constitué de 03 parties : Les enveloppes ou son (13%), l'albumen (84%), et le germe 3% (Feillet, 2000).

➤ Les enveloppes

Représentent 14 à 15% du poids du grain. Une coupe longitudinale du caryopse permet de déceler, de l'extérieur vers l'intérieur.

- Le péricarpe ou tégument du fruit qui est formé de trois assises cellulaires, notamment, l'épicarpe, le mésocarpe et l'endocarpe,
- Le tégument séminale étant le vestige du tégument interne de l'ovule,
- La bande hyaline ayant un aspect transparent,
- La couche à aleurone.

➤ L'albumen

L'albumen farineux ou amande représente 83 à 85% du poids du grain et est composé de 70% d'amidon et de 7% gluten protéique.

➤ L'embryon

Représente 1,4% du poids du grain. Il est constitué de :

- La radicule, protégée par la coléorhize et les ébauches de la première et la deuxième paire de racines,
- La tigelle court-nouée,
- La gemmule formée de la première feuille qui est protégée par la coléoptile et différenciées par le mécanisme de la plantule,
- Le cotylédon, le scutellum (**Mbarek et Boubaker, 2017**).

I.5. Composition biochimique du grain de blé

Les grains de céréales sont des organes végétaux déshydratés particulièrement, leur teneur en eau environ de 14 %. Le cotylédon du blé représente 82 % à 85 % du grain, il contient toutes les substances nutritives nécessaires : protéines, glucides, lipides, substances minérales et vitamines (Tab. 2) (**Ait-Slimane-Ait-Kaki, 2008**).

Pendant la maturité de la graine les substances de réserves sont accumulées soit dans le péricarpe, soit dans le cotylédon. Ces substances sont principalement des métabolites qui assurent la nutrition de la plantule lors de la germination. Les réserves de la graine essentiellement comprennent :

- 9 à 15 % de **protéines** : essentiellement des protéines de réserves.

- 70 à 80 % de **glucides**, essentiellement de l'amidon ; du gluten associé à l'amidon ; des hémicelluloses (des parois cellulaires); des protides ; et des sucres solubles.
- 1,5 à 2 % de **lipides** dont 60 % sont des lipides libres apolaires et 40 % sont des lipides polaires.
- **Enzymes** tels que : des α et β amylases, des protéases ainsi que des lipases et des lipoxygénases (**Campion et Campion, 1995 ; Samson et Moret, 1995 ; Cherdouh, 1999**).

Tableau 2: Composition chimique des différentes parties d'un grain de blé : valeurs moyennes et écarts courants exprimés en % de la matière sèche de la partie considérée. (**Ait-Slimane-Ait-Kaki, 2008**).

Parties du grain %	Amidon (petites glucides)	Protéines	Lipide	Cellulose Hémicellulose Pentosanes	Minéraux
Péricarpe	16 (± 2)	12 (± 2)	1($\pm 0,2$)	67 (± 7)	4 (± 1)
Tégument séminal	10 (± 1)	16 (± 3)	4(± 1)	58 (± 5)	12 (± 3)
Assise protéique	12 (± 2)	32 (± 3)	8 (± 1)	38 (± 3)	10 (± 5)
Germe	20 ($\pm 1,5$)	38 (± 2)	15 (± 2)	22 (± 2)	5 (± 1)
Amande	85 (± 10)	11 (± 3)	2 ($\pm 0,1$)	1,5 ($\pm 1,5$)	0,5 ($\pm 0,2$)

I.6. Appréciations de la qualité technologique du blé dur

Le terme de « valeur technologique » ou de « valeur industrielle » repose sur les caractéristiques du blé dur suivants :

- D'une part, la valeur semoulière du blé dur, c'est-à-dire le poids de semoules fabriquées rapporté au poids de blé mis en œuvre, elle est estimée indirectement par le poids de mille grains, le poids à l'hectolitre et par le mitadinage.

- D'autre part, la valeur pastière, c'est-à-dire l'aptitude des semoules à être transformé en pâte alimentaires, dans l'aspect et la qualité culinaire répondent aux désirs des consommateurs, elle est évaluée en fonction du jaune et du brun (**Salmi et Merbah, 2015**).

I.7. Définition de la semoule

La semoule est définie par le Codex Alimentarius (1995) comme étant : le produit obtenu à partir des grains de blé dur (*Triticum durum*) 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. La semoule complète de blé dur est préparée par procédé de broyage similaire, mais le son et une partie du germe sont préservés (**Codex Alimentarius**).

I.8. Procédé de transformation du blé dur en semoule

Les étapes du procédé de fabrication des semoules de blé dur sont présentées dans le diagramme suivant (Fig. 4) :

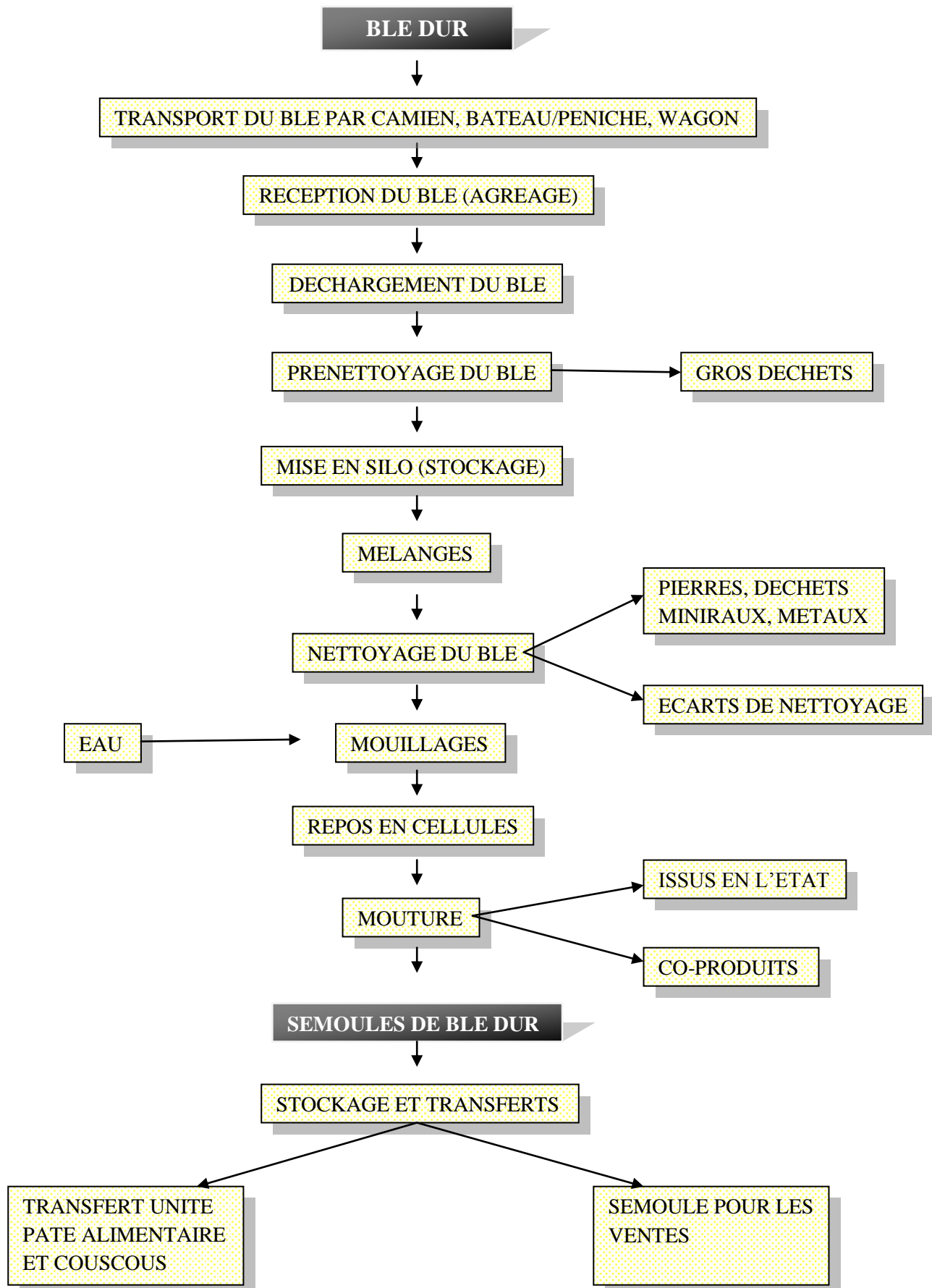


Figure 4: Diagramme de procédé de fabrication des semoules de blé dur.

I.8.1. Réception des matières premières

A l'arrivée du blé dur au moulin, au moyen de camions, qui passent par un pont bascule afin de vérifier le poids exact du blé réceptionné. Puis versée dans une trémie pour retenir les grosses impuretés telles que cailloux, paille, etc.

Ensuite, le blé est transmis vers les silos de stockage.

I.8.2. Pré-nettoyage

Cette phase a pour but d'éliminer les gros refus issus du déchargement avant le stockage du blé dans les silos de réception [6].

I.8.3. Nettoyage à sec

C'est une étape très importante en semoulerie qui doit être réalisée avec efficacité (**Abecassis, 1987**). Les lots de blé sont préparés dans des cellules de mélange avant d'être nettoyés, conditionnés et moulus. Dans le but de fabriquer une semoule de qualité appréciable, il est bon de mélanger à l'aide de doseurs deux ou plusieurs variétés de blé à différentes teneurs en protéines. Par la suite, le blé est éliminé des morceaux de métal grâce à un autre aimant ; pesé et envoyé vers les équipements de nettoyage (nettoyeur-séparateur, tarare, épierreur, trieur, table densimétrique) qui sont choisis en fonction des caractéristiques physiques des blés à traiter (taille, densité, forme, et couleur) (**Ouettar et Zaidi, 2020**).

I.8.4. Conditionnement

Cette étape est essentielle pour le bon déroulement de la mouture. Il vise à modifier l'état physique des grains de manière à permettre la meilleure séparation possible lors de la mouture entre l'albumen amylicé d'une part et les enveloppes, la couche à aleurone et le germe d'autre part.

L'étape de conditionnement repose sur le traitement des grains par de l'eau ou par une action combinée de la chaleur et de l'humidité (**Belaid, 2012**).

I.8.5. Nettoyage humide

Cette opération pour but d'enlève les dernières particules légères (enveloppes, germe, poussière, impuretés adhérant au grain) à l'aide d'une aspiration et une brosse verticale. Les blés traités sont pesés et prêts pour la mouture (**Ouettar et Zaidi, 2020**).

I.8.6. Mouture

La mouture, est l'opération centrale de la transformation des blés en semoules, repose sur la mise en œuvre de deux opérations unitaires: une opération de fragmentation-dissociation des grains et une opération de séparation des constituants (**Feillet, 2000**).

Il existe plusieurs étapes de la mouture :

I.8.6.1. Broyage

C'est la première phase de la mouture, il est réalisé par compression entre deux cylindres métalliques cannelés tournant en sens inverse [6].

Le broyage pour but d'écraser les grains et les fractions contenant plus d'enveloppe que d'amande [7].

I.8.6.2. Réduction

Cette opération a pour but de traitement des grosses semoules durant le fractionnement. Pour réduire leur taille et produire des semoules fines (300 μ m) ou moyenne (350 à 450 μ m), celles-ci sont envoyées vers des réducteurs (cylindre cannelés).

I.8.6.3. Division des semoules

La division des semoules consiste à séparer des produits en fonction de leur granulométrie à l'aide des plansichters.

Les plansichters sont des appareils formés d'un assemblage de tamis superposés dont la largeur des mailles diminue au fur et à mesure de la progression des produits, sous l'action d'un mouvement rotatif.

I.8.6.4. Sassage

Les sasseurs sont alimentés par les produits provenant des plansichters, eux-mêmes alimentés par les broyeurs, réducteurs, désagrégeurs, claqueurs et convertisseurs. Les sasseurs a pour rôle de séparés les produits grâce à un classement aérodynamique des particules hétérogènes.

I.8.6.5. Désagrégage

Traitement des semoules vêtues : les désagrégateurs sont des appareils à cylindres munis de très fines cannelures qui ont pour but, en rebroyant les semoules vêtues ; d'éliminer les fragments de son qui adhèrent à l'amande (**Ouettar et Zaidi, 2020**).

I.8.6.6. Convertissage

Ce sont des passages d'épuisement. Le convertissage est une opération secondaire en semoulerie. Elle a pour but de récupérer les farines basses à partir des produits résiduels contenant des traces d'amande, mais qui ne peuvent plus donner des semoules. Ce sont les seuls appareils qui, en semoulerie peuvent être munis de cylindres lisses (**AbecAssis, 1991**)

I.8.7. Produits de la Mouture

- **La semoule** : les particules de semoule sont à taille supérieure de 150 μ m.
- **La farine de blé dur** : caractérise par une granulométrie de 180 μ m.
- **Le son** : la taille variable de 0.5 à 1 μ m.

I.9. Classification des semoules

Il existe plusieurs catégories de semoules de blé dur, classées en fonction de leur grosseur.

En Algérie, les différentes catégories de semoules sont :

- **Semoules grosses (SG)** : Ses particules est de dimension comprise entre 900 μ m et 1100 μ m, destinées aux usages domestiques.
- **Semoules grosses moyennes (SGM)** : la taille des particules est comprise entre 550 μ m à 900 μ m, destinées à la fabrication de la galette, du couscous.
- **Semoules sassées super extra (SSSE)** : Sa dimension est 190 μ m à 550 μ m, destinées à la fabrication des pâtes alimentaires.
- **Semoules sassées super fines (SSSF)** : Sa dimension est comprise entre 140 μ m et 190 μ m, ces semoules proviennent des couches périphériques du grain (**Madani, 2009**).

I.10. La valeur semoulière du blé dur

La valeur semoulière est l'aptitude d'un blé dur à donner un rendement élevé en semoule d'une pureté déterminée.

Celle-ci dépend de trois groupes de facteurs :

➤ Facteurs extrinsèques

Leur influence sur la valeur semoulière est évidente et il en est d'ailleurs régulièrement tenu compte dans les transactions commerciales. Dans cette catégorie en trouve :

- Le teneur en eau du grain de blé ;
- Le taux d'impureté ;
- La grosseur et le taux des grains cassés. Ces différentes caractéristiques influencent le poids à L'hectolitre.

➤ Facteurs intrinsèques

La valeur semoulière dépend :

- Du rapport enveloppes/albumen, que l'on souhaite élever que possible, il est fonction de la forme du grain de blé, de l'épaisseur des enveloppes, et de son degré d'échaudage ;
- De la friabilité ou la dureté de l'albumen qui détermine le rendement relatif en semoule ;
- De la facilité de séparer l'albumen et les enveloppes qui traduit la difficulté rencontrée par le semoulier pour épuiser convenablement les sons. Une liaison entre les couches périphériques du grain et l'albumen aura pour effet d'augmenter la présence des piqûres dans la semoule ou de diminuer le rendement semoulier.

➤ Facteurs réglementaires

Ce facteur concerne la richesse en matières minérales. Compte tenu du fait que l'albumen amylicé soit beaucoup moins minéralisé que les enveloppes et la couche à aleurone, il est admis que plus l'extraction sera poussée, plus le taux de cendre sera élevé et moins la semoule sera considérée comme pure de point de vue réglementaire (**Abecassis, 1991**)



II. Matériel et méthodes



II.1. Présentation de l'entreprise

Les moulins Amor Benamor (MAB) sont situés à El Fedjoudj à 2 kilomètres au Nord-Ouest de la wilaya Guelma en Algérie.

Le lancement des Moulins (MAB) pour la production d'aliments de base dérivés du blé dur a été en septembre 2000 sur un terrain d'une superficie de 42500 kilomètres sont capacité de production des moulins (700 T/J) et sont capacité de stockage de blé : 27 500 tonnes.

Au fil des ans, MAB a enrichi ses activités de transformation pour proposer une offre variée répondant aux besoins de consommation du marché national : **semoules et couscous, pâtes alimentaires**, auxquels s'ajoute une **boulangerie industrielle**.



Figure 5: Présentation du site d'étude (les moulins AMORBENAMOR) (Google Earth) [8].

II.2. Matériel

a. Matériel biologique

Notre étude effectuée sur deux variétés du blé dur *Triticum Durum*. Le premier type c'est le blé importés « Canadien » de l'année (2020 /2021) fournies par le moulin MAB, et le deuxième type c'est le blé local « Algérien » fournies par le coopérative Algérienne Interprofessionnel des céréales (CCLS) de la wilaya de Guelma.

II.3. Méthodes d'analyses

Deux séries de paramètres ont été estimés :

- Paramètres relatifs aux caractéristiques des grains de blé dur.
- Paramètres relatifs aux caractéristiques de la semoule de blé dur.

Les modes opératoires des méthodes d'analyses effectués sont illustrés dans l'annexe (1) et (2).

II.3.1. Paramètres relatifs aux caractéristiques des grains de blé dur

Les échantillons de blé dur ont été prélevés au niveau de la section réception du moulin, et après mouture. En subdivise les échantillons en trois catégories : blé sec, blé^{1^{er}} repos après mouillage, blé 2^{ème} repos après mouillage.

II.3.1.1. Détermination de taux de protéines et humidité

➤ Principe

C'est la détermination de plusieurs paramètres simultanément par la spectroscopie dans l'infrarouge reposant sur l'absorption de la lumière par l'eau et les autres molécules organiques et inorganiques.

➤ Intérêt

La teneur en protéine est un critère important d'appréciation de la qualité (ITCF, 2001). La connaissance de la teneur et de la qualité des protéines présentes un intérêt technologique et nutritionnel.

II.3.1.2. Le poids spécifique (Ps)

➤ Définition

Poids spécifique ou densité apparente, est la masse d'un hectolitre de grains exprimée en kilogrammes.

➤ Intérêt

De nombreuses études sont mises en évidence l'importance de cette mesure présente un intérêt commercial certain, la masse volumique est prise en compte dans les contrats commerciaux et dans les transactions bien que son intérêt technologique est très limité.

➤ Principe

C'est la détermination de la masse à l'hectolitre de grains mesurée en kilogramme. La mesure est calculée à partir de la masse de 50 litres (trémie conique) ou d'un litre (Nilémalitre) pour les blés durs sur un échantillon débarrassé manuellement des grosses impuretés (ITCF, 2001).

II.3.1.3. L'agrégage

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

➤ Principe

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

II.3.1.4. Le poids de mille grains (PMG)

➤ Définition

Le poids de mille grains est une mesure permet de déterminer le poids moyen des mille grains entiers exprimée en grammes, cette analyse est réalisée par comptage automatique (Numigral=appareil automatique) ou manuel.

➤ Intérêt

Le poids de 1000 grains présente deux intérêts principaux :

- **Intérêt agronomique** : la taille de grain est une caractéristique essentiellement variétale, mais elle dépend également des conditions de culture. La masse de 1000grains est une des composantes du rendement agronomique des céréales. Elle est donc un bon indicateur du mode d'élaboration du rendement et des problèmes rencontrés par la plantes lors de son développement : échaudage, attaque par les maladies ou les insectes. Elle permet également aux agriculteurs de calculer les doses de semences pour répondre à un objectif de densité de semis.
- **Intérêt technologique** : elle est un des indicateurs du rendement technologique dans les industries de première transformation (rendements semoulier, meunier ou brassicoles).

➤ Principe

Le principe de la méthode repose sur le comptage automatique ou manuel de nombre de grains entiers contenus dans une prise d'essai de masse connue (ITCF, 2001).

II.3.1.5. Taux de Mitadinage

➤ Définition

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

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

➤ Intérêt

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

➤ Principe

Les grains mitadinés sont une impureté spécifique du blé dur. La détermination de la teneur en grains mitadinés ne se fait pas par observation des plages blanchâtres visibles par transparence sur les grains, ni en coupant les grains avec un scalpel et en comptant le nombre de grains présentant des points blancs dans l'amande.

Pour la détermination du taux de mitadinage du blé dur on utilise le farinotome de PHOL.

II.3.2. Paramètres relatifs aux caractéristiques des Semoule de blé dur

Les semoules ont été prélevées au niveau de la sortie des lignes de production de la section mouture.

II.3.2.1. Granulométrie

➤ Définition

La granulométrie des semoules définir comme l'étude de la distribution de la taille des particules. C'est une caractéristique fondamentale en relation avec les phénomènes d'échange et de réactivité, qu'ils soient physiques, chimiques ou enzymatique et aussi avec toutes les opérations unitaires de broyage, de mélange, de transfert, et de séparation (**Melcion, 2000**).

Le tamisage est La méthode utilisée dans cette étude qui réalisée à l'aide d'un tamiseur.

➤ Intérêt

Classification de la semoule selon leur utilisation finale.

➤ Principe

Le rota choc est l'appareil utilisée pour faire le tamisage, cet appareil est constitué d'une série de tamis en inox empilés les uns sur les autres, et qui sont placée sur une plateforme

directement reliée à l'axe du moteur. Chaque tamis a un diamètre des pores différent Diamètre décroissant :

(600 µm, 500 µm, 450 µm, 355 µm, 250 µm, 200 µm, 150 µm, passant 150 µm).

II.3.2.2. Couleur de la semoule (indice de jaune-indice de brun)

➤ Définition

La couleur est appréciée par deux indices : l'indice de jaune et l'indice de brun, dans tous les cas, plus l'indice de jaune est élevé et l'indice de brun est faible, meilleur est le résultat.

Une belle couleur associe un jaune supérieur à 37-38 à un brun inférieur à 37-38.

➤ Intérêt

Le consommateur cherche des pâtes claires de belle couleur jaune ambrée qui ne présente pas des piqures (ITCF, 2001).

➤ Principe

Les indices de couleur donnent une valeur chiffrée pour caractériser la clarté et le jaune des pâtes fabriquées à partir du blé dur. La mesure se fait avec un chroma mètre qui fournit trois paramètres :

- **La clarté ou L***: cet indice varie de 0 (noir parfait) à 100 (blanc parfait).
L'indice de brun calculé par l'équation : $100 - L$.
- **L'indice de brun (IB) ou 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. Cet Indice n'est généralement pas exploité sur le blé dur.
- **L'indice de jaune (IJ) ou 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.

II.3.2.3. Taux de cendre

➤ Définition

Le teneur en cendres du blé est une caractéristique de pureté de la semoule, (**Ait-Slimane-Ait-Kaki, 2008**) et définir comme un résidu incombustible après incinération à température de $900^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$ dans les conditions décrites dans la présente méthode et exprimée en % en masse par rapport à la matière sèche, et mesurées la teneur en matière minérale.

➤ Intérêt

La teneur en cendre a une importance dans le classement des semoules et les farines :

- Classement des farines selon les types définit par la réglementation.
- Classement des semoules de blé dur pour la fabrication des pâtes alimentaires (**ITCF, 2001**).
- permet de contrôler la pureté des produits de mouture (**Ait-Slimane-Ait-Kaki, 2008**).

➤ Principe

Le principe détermine à l'aide d'une incinération de l'échantillon pour l'essai dans une atmosphère oxydante à une température de 900°C jusqu'à combustion complète de la matière organique. La teneur en cendres repose sur la pesée du résidu obtenu (**ITCF, 2001**).

II.3.2.4. Taux du gluten

➤ Définition

Le mot gluten vient du latin, signifie (colle), le gluten humide de la farine est une masse viscoélastique composée de gluténines et gliadines gonflées dans l'eau (**Souadkia, 2014**).

Le gluten est le composant fonctionnel des protéines et il précise les caractéristiques du processus et de la pâte pour le blé et la farine [9].

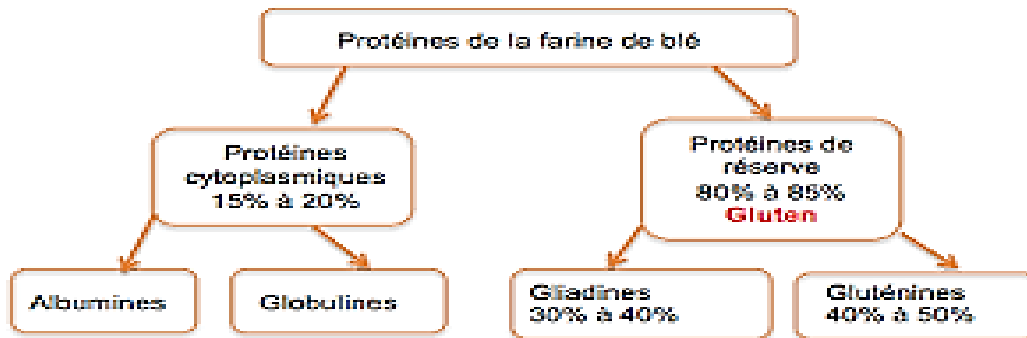


Figure 6: les protéines du blé. [10].

➤ **Intérêt**

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

➤ **Principe**

✚ **Appréciation de la quantité de gluten** : extraction du gluten par malaxage mécanique et lavage d’un mélange de mouture avec une solution d’eau salée à 2%.

✚ **Appréciation de la qualité du gluten** : mesure des caractéristiques viscoélastiques du gluten par centrifugation à travers une grille perforée et mesure du pourcentage restant sur le tamis à la fin de l’opération. Cette quantité est fonction caractéristiques du gluten. Plus le gluten est tenace et élastique, plus la quantité de gluten passant au travers du tamis lors de la centrifugation est faible et plus le Gluten Index est élevé (ITCF, 2001).

II.3.2.5. Humidité de semoule

➤ **Définition**

L’eau est l’un des composants de base du grain qui permet de savoir la quantité d’eau ajouté avant la mouture (El HadeF El Okki, 2018).

L’humidité est déterminée par le dessiccateur halogène (HG63).

➤ **Intérêt**

La mesure d'humidité des produits est une opération principale présente trois intérêt essentiels :

- **Intérêt technologique**

Pour déterminer la conduite rationnelle des opérations de récolte, de séchage, de stockage et de transformation industrielle.

- **Intérêt commercial et réglementaire**

Les normes réglementaires et les contrats commerciaux fixent des seuils de teneur en eau à partir desquels sont appliquées des bonifications et des réductions (**ITCF, 2001**).

- **Principe**

La détermination du poids d'échantillon, puis l'échantillon est rapidement échauffé et l'humidité s'évapore à l'aide d'un dessiccateur halogène (pendant 25 minutes à une température de 130°C) (**Chorfa, 2015**).



III. Résultats et discussions



Les résultats obtenus après comparaison des propriétés physico-chimiques et technologiques des deux types du blé dur importé et locale à la réception et son influence sur la qualité de semoule et des pâtes.

III.1. Résultats relatifs aux caractéristiques des grains de blé dur

III.1.1. Teneur en protéine

Les résultats relatifs aux moyennes pour le teneur en protéine des différents types des grains de blé dur (Canadien, Local) sont présentés dans le tableau 3.

La différence entre les différentes déterminations de la teneur en protéine est liée à la fiabilité de l'appareil utiliser lors de la détermination, dans notre cas l'INFRADEC™1241 a donné dès l'écart-type très restreints, ce qui arguments la précision fiabilité de l'appareil.

Tableau 3: Les résultats relatifs ou moyenne et l'écart-type pour la teneur en protéines des deux types des grains de blé dur Type de blé (Canadien, Algérien).

Test	La teneur en protéines des grains (%)	
	Canadien	Local
Types de blé dur		
Moyenne \pm l'écart-type	14,83 \pm 0,414	12,5 \pm 1

Le teneur en protéine élevé donne élasticité et résistance élevé de la pate à la cuisson. Selon cette comparaison le blé canadien est le plus élevé en taux de protéine total.

On classe les différents types de blé dur selon un ordre décroissant par rapport à leur teneur en protéine est :

- Canadien.
- Local (CCLS BELKHIR).

III.1.2. Taux d'humidité

Les résultats relatifs aux moyennes pour le taux d'humidité des différents types des grains de blé dur (Canadien et locale) sont présentés leurs interprétations graphiques dans le tableau 4.

Selon l'annexe 3, le taux d'humidité ne doit pas dépasser 14,5% comme valeur maximale. Les résultats obtenus pour des deux types de blé sont inférieurs à la valeur citée ci-dessus, ce que les rend dans la norme.

Tableau 4 : Les résultats relatifs ou moyenne et l'écart-type pour le taux d'humidité des deux types des grains de blé dur Type de blé (Canadien, Algérien).

Test	Le taux d'humidité des grains (%)	
	Canadien	Local
Types de blé dur		
Moyenne \pm l'écart-type	11,93 \pm 0,461	10,1 \pm 0,854

On classe les différents types de blé dur selon un ordre décroissant par rapport à leur taux d'humidité est :

- Canadien.
- Local (CCLS BELKHIR).

III.1.3. Poids Spécifique (PS)

Les résultats relatifs aux moyennes pour le (PS) des différents types des grains de blé dur (Canadien et local) sont représentés dans le tableau 5.

Selon l'annexe 3, le poids spécifique ne doit pas être inférieur à 70. Les résultats obtenus pour des deux types de blé sont supérieure à la valeur citée ci-dessus, ce que les rends dans la norme.

Tableau 5: Les résultats relatifs ou moyenne et l'écart-type pour le poids spécifique des grains des deux types des grains de blé dur Type de blé (Canadien, Algérien).

Test	Le poids spécifique des grains (%)	
	Canadien	Local
Types de blé dur		
Moyenne \pm l'écart-type	83,23 \pm 1,062	81,3 \pm 0,887

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

On classe les différents types de blé dur selon un ordre décroissant par rapport à leur poids spécifique est :

- Canadien.
- Local (CCLS BELKHIR).

III.1.4 Le poids de mille grains

Les résultats relatifs aux moyennes pour le poids de mille grains (PMG) sur matière telle quelle des différents types des grains de blé dur (locale, canadien) sont représentées dans le tableau 6.

Tableau 6: Les résultats relatifs ou moyens et écart-types pour le Poids de 1000 grains de blé dur.

Test	Le poids de mille grains (%)	
	Canadien	Local
Types de blé dur		
Moyenne ± l'écart-type	41 ± 2	38,5 ± 1,322

Les valeurs de PMG des échantillons analysés oscillent entre 38,5 et 41 g (tab. 6).

Donc en déduit que le poids de mille grains sur matière telle quelle de blé canadien est élevé (41g) au poids de mille grains de blé local (38,5).

On classe les différents types de blé dur selon un ordre décroissant par rapport à leur poids de mille grains est :

- Canadien.
- Local (CCLS BELKHIR).

III.1.5. L'agrégage

Les contrats commerciaux sont passés en fonction de critères qualitatifs parmi lesquels la teneur en impuretés. il est donc importante de connaître cette teneur afin d'évaluer les éventuelles sur le prix à payer au livreur des céréales (ITCF, 2001).

Les résultats relatifs aux moyennes obtenus pour les valeurs des impuretés rencontrées dans les échantillons étudiés sont présentés dans le tableau 7.

Tableau 7: Les résultats relatifs ou moyens et écart-types pour le classement des impuretés de blé dur.

Test	L'agrégé grains de blé dur (%)	
	Canadien	Local
<i>Moyenne ± l'écart-type</i>		
Prise d'essai	100 ± 0	100 ± 0
Grains cassés	2,8 ± 0,264	5,983 ± 0,678
Grains échaudés	2,6 ± 0,435	3,013 ± 0,355
Autre céréales	0,133 ± 0,115	0,57 ± 0,204
Grains mouchetés	0,4 ± 0,264	0,783 ± 0,404
Grains colorés de germe	0,5 ± 0,173	0,94 ± 0,192
Grains insectisés	0,2 ± 3	0,613 ± 0,412
Grains étrangère	0,076 ± 0,025	0,373 ± 0,046
Grains avariés	0	0,006 ± 0,011
Déchet et poussière	0,26 ± 0,01	0,31 ± 0,01
Argot	0,01 ± 0,017	0

D'après (Feillet, 2000).La présence de celles-ci dans le blé diminue la valeur marchande du lot et engendre des incidences néfastes sur la qualité des semoules et pâtes alimentaires.

L'ensemble des lots semblent assez propres, la teneur en impuretés diverses étant assez faible.

La teneur en grains cassés est élevée particulièrement pour les blés locaux. Cette impureté constitue un inconvénient au niveau du stockage et moulin car elle favorise le développement des déprédateurs animaux et microscopique. D'une part ils sont éliminés au

cours du nettoyage précédant la mouture et d'autre part lors par exemple de la fabrication de semoule de blé dur (ITCF, 2001).

Les résultats des 2 types de blé dur sont Conformes à la norme (voire Annexe 3).

III.1.6. Taux de cendre de blé dur

Les matières minérales du blé donnent une indication sur le taux d'extraction en semoulerie. En effet, plus les grains sont petits, plus leur taux de cendre est élevé (Colas, 1997)

Les résultats relatifs aux moyennes pour le taux de cendres des deux types de blé dur (local, canadien) sont représentés dans le tableau 8.

Tableau 8: Moyennes et écart-type pour le taux de cendres sur la matière sèche des deux types de blé dur.

Test	Le taux de cendres des grains de blé dur (%)	
	Canadien	Local
Moyenne \pm l'écart-type	1,73 \pm 0,034	1,576 \pm 0,037

Les résultats indiquent que le taux de cendre de la semoule complète de blé dur broyée individuellement est élevé car la présence du son de blé.

On classe les différents types de blé dur selon un ordre décroissant par rapport à taux de cendre est :

- ✓ Local (CCLS BELKHIR).
- ✓ Canadien.

III.1.7. Taux de mitadinage

Les résultats relatifs aux moyennes pour le taux de mitadinage de deux types de blé dur importé (Canadien), et locale (CCLS BELKHIR) sont présentés dans le tableau 9.

D'après l'ITCF, 2001, le taux de mitadinage ne doit pas dépassée 27% comme limite maximale. Les résultats obtenus pour des deux types de blé sont inférieures à la valeur citée ci-dessus, ce que les rend dans la norme.

Tableau 9: les résultats relatifs ou moyens et l'écart- type pour le taux de mitadinage des deux types des grains de blé dur (Canadien, local).

Test	Le taux de mitadinage (%)	
	Canadien	local
Types de blé dur		
Moyenne ± l'écart-type	7,366 ± 1,0969	20,326 ± 0,5832

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

- ✓ Canadien.
- ✓ Local (CCLS BELKHIR).

III.2. Résultats relatifs aux caractéristiques de la semoule complète de blé dur

III.2.1. Taux de cendre de semoule

Les résultats relatifs aux moyennes pour le taux de cendres des deux types de blé dur (local, canadien) sont représentés dans le tableau 10.

Tableau 10: Moyennes et écart-type pour le taux de cendres des deux types de semoule du blé dur.

blé	N° des coupelles	Poids initiale	Poids finale	Différences	MTQ	H%	Taux des cendres	Moyenne ± l'écart-type
Canadien	1	13,9562	13,9896	0,0334	0,668	11,03	0,750	1,7445
	2	14,2345	14,2670	0,0325	0,65	12,1	0,739	± 0,007
Local	3	19,9975	20,0320	0,345	0,69	10,79	0,773	0,786
	4	15,1028	15,1384	0,0356	0,712	10,9	0,799	± 0,018

Le résultat de blé dur Canadien est élevé par rapport à la norme (**voire l'annexe 4**).

On classe les différents types de semoule de blé dur selon un ordre décroissant par rapport à taux de cendre est :

- ✓ Local (CCLS BELKHIR).
- ✓ Canadien.

III.2.2. Couleur de semoule

Les résultats relatifs aux moyennes pour la couleur de la semoule avec les différents indices (L* indice de clarté, a* indice de brun, b* indice de jaune) de la semoule des différents types de blé dur (Canadien, Local) sont présentés dans le tableau 11.

La législation interdisant au fabricant toute adjonction de colorant dans les pâtes alimentaires et l’emballage, leur couleur ne peut provenir que de celle de la semoule et par conséquent de celle de blé (ITCF, 2001).

Tableau 11: Les résultats relatifs ou moyens et écart-types pour la colorimétrie de semoule de blé dur.

Test	Couleur de semoule de blé dur (%)	
Types de blé dur	Canadien	Local
Moyenne ± l'écart-type		
L*	82,776 ± 1,165	83,526 ± 0,635
a*	-3,296 ± 0,047	-1,896 ± 0,225
b*	40,15 ± 2,030	28,826 ± 0,553

Le consommateur cherche des pâtes claires de belle couleur jaune ambrée qui ne présente pas des piqures.

La couleur est appréciée par deux indices (brun et jaune) : l’idéal est un indice de brun faible et un indice jaune élevé.

On classe les différents types de semoule de blé dur selon un ordre décroissant par rapport à la couleur de semoule est :

- ✓ Canadien.
- ✓ Local (CCLS BELKHIR).

III.2.3. La granulométrie

La composition biochimique est peut affectée par la granulation de la semoule au cours de la transformation. En effet, plus une semoule est fine plus elle est riche en amidon endommagé, ce qui entraîne une absorption élevée en eau (Salmi et Merbah, 2015).

Les résultats relatifs aux moyennes pour l'analyse granulométrique des semoules de deux types de blé dur (locale, canadien) sont représentés dans le tableau 12.

Tableau 4: Les résultats relatifs ou moyens et écart-types pour l'analyse granulométrique de semoule de deux types de blé dur.

Tamis Blé	600 µm	500 µm	450 µm	355 µm	250 µm	200 µm	150 µm	Passant 150 µm
Moyenne ± l'écart-type								
Canadien	0	3,0666	5,833	21,8	36	15,8	12,5666	3,833
		± 0,848	± 0,873	± 0,529	± 1	± 0,888	± 0,650	± 0,305
Local	0	1,8	6,5667	24,933	38,7667	17	8,2	1,033
		± 0,7	± 1,101	± 1,619	± 0,650	± 1,868	± 2,107	± 0,550

Les résultats obtenus de granulation sont dans l'ensemble acceptables.

On classe les différents types de semoule de blé dur selon un ordre décroissant par rapport à l'analyse granulométrique est :

- ✓ Canadien.
- ✓ Local (CCLS BELKHIR).

III.2.4. Humidité de semoule

Les résultats relatifs aux moyennes pour l'humidité de la semoule des différents types de blé dur (canadien, local) sont présentés dans le tableau 5.

Selon la norme pour la semoule et la farine de blé dur, une teneur en eau soit 14,5% m/m maximum (voire l'annexe 4).

On remarque que le taux d'humidité de semoule des deux types de blé dur (canadien, local), sont à l'entour du seuil.

Tableau 13: Les résultats relatifs ou moyens et l'écart- type pour l'humidité de semoule des deux types des grains de blé dur (Canadien, Local).

Test	L'Humidité de semoule (%)	
	Canadien	local
Moyenne ± l'écart-type	14,38 ± 0,06	14,1766 ± 0,015

On classe les différents types de semoule de blé dur selon un ordre décroissant par rapport à le taux d'humidité est :

- ✓ Canadien.
- ✓ Local (CCLS BELKHIR).

III.2.5. Taux de gluten

Les résultats relatifs aux moyennes pour le taux de gluten humide "GH", taux de gluten sec "GS" et l'indice de gluten "IG" des différents types de semoule de blé dur (Canadien, Local) sont présentés dans le tableau 14.

- 1,2 en valeur absolue pour la teneur en gluten humide.
- 9,6 en valeur absolue pour le gluten index (ITCF, 2001).

Tableau 14 : Moyennes et écart-type pour le taux de gluten humide sec et index des deux types de semoules de blé dur (Canadien, Local).

Test	Le taux de gluten (%)	
	Canadien	Local
Taux de gluten humide(%)	36,54 ± 0,0424	26,725 ± 4,7117
Taux de gluten sec (%)	12,053 ± 0,0664	8,89 ± 1,1873

Gluten index(%)	90,76 ± 0,3394	72,2625 ± 2,4170
------------------------	----------------	------------------

Un indice de gluten élevé indique un gluten résiste et de bonne qualité. On remarque que le blé canadien présente une valeur élevée par rapport à le blé local donc la qualité est plus.

Le classement des différents types de semoule de blé dur selon un ordre décroissant par rapport à l'index de gluten est :

- ✓ Canadien.
- ✓ Local (CCLS BELKHIR).



I V. Conclusion



La qualité technologique du blé dur englobe une série de caractéristiques qui vont du rendement en semoule jusqu'à l'aptitude à la transformation en pâte alimentaire.

Le produit fini du Moulin *Amor BenAmor* est un produit de bonne qualité, apte à la consommation et il satisfait les besoins des consommateurs.

A la lumière des résultats obtenus pour les différents tests réalisés sur les grains et la semoule des types de blés durs étudiés on peut dire que :

Les paramètres relatifs aux caractéristiques des grains du blé dur (poids spécifique, poids de mille grains, taux de mitadinage, taux de protéine et l'humidité, l'agrégation) sont dépendants les uns des autres, et l'évolution de la qualité des grains du blé dur ne se fait qu'avec la globalisation de ces paramètres ensemble, ainsi le cas pour les semoules, pour lesquelles on note à titre d'exemple, que la coloration est influencée par le taux des cendres de la semoule alors que l'indice du gluten est influencée par la teneur en protéine initiale des grains du blé dur.

Après l'analyse globale des résultats relatifs à la qualité des grains des blés durs on peut conclure que le blé canadien est le meilleur type de blé utilisé dans la production de la semoule et des pâtes alimentaires.

Cependant, pour avoir un produit fini « semoule, pâte alimentaire » de bonnes qualités conformes aux normes internationales, il est impératif de bien choisir la matière première « blé dur » il faut aussi assurer la bonne réalisation des techniques du moulage et conditionnement de semoule.



V. Références Bibliographiques



- Abdellaoui Z , 2007 . *Etude de l'effet de la fertilisation azotée sur les propriétés technofonctionnelles des protéines de blé*. INA.
- Abecassis J , 1987 . *la mouture d'essai du blé dur : recherche et applications industrielles .mémoire d'ingénieur* .ed. Ecole national supérieur de meunerie et des industries céréalières ; p146
- Abecassis J , 1993 . Nouvelles possibilités d'apprécier la valeur meunière et la valeur semoulière des blés. *Industries des céréales*(81), 25-37.
- Abecassis J , 1991 . La mouture du blé dur. In, les industries de première transformation des céréales. (In GODON B. et WILLM C.).Ed. Tec et Doc- Apria : 362-393.
- Ait-Slimane-Ait-Kaki S , 2008 . *Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie*. Thèse Doctorat es Sciences. Univ. Annaba.
- Belaid C , 2012 . Etude comparative de quelques caractéristiques technologiques des blés durs locaux et importés destinés à la fabrication de semoule.
- Bozzini A , 1988 . Origin, distribution, and production of durum wheat in the world. *Durum wheat: chemistry and technology*, 1-16.
- CADI A , 2005 . Caractérisation des zones céréalières potentielles à travers le nord d'Algérie. *Céréaliculture N*, 36-39p.
- Canadas D , 2006 . *Evaluation du procédé Oxygreen® pour son potentiel de décontamination en ochratoxine A du blé. Les effets toxiques liés à une exposition sub-chronique à l'ochratoxine A sont-ils atténués?*
- Campion F , et Campion G , 1995 . Introduction : La naissance de la plante. Biotechnologie Végétales. AUPELF. UREF, Pp 25.
- Cherdouh A , 1999 . Caractérisation biochimique et génétique des protéines de réserve des blés durs Algériens (*Triticum durum* Desf.) : relation avec la qualité. Mémoire Magistère. Univ. Constantine.
- Chorfa Ikhlal M. F , 2015 . Comparaison de quelques paramètres du blé locale et importé et application d'une démarche qualité au niveau de l'entreprise Amor Ben Amor.
- Codex Alimentarius 178-1991, norme codex pour la semoule et la farine de blé dur, codex stan (rev. 1-1995), céréales, légumes secs, légumineuses et matières protéiques végétales, 1991, 3 p.

- Colas , 1997 . Dosage des cendres et matière minérales in Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales, p 305,
- Colin W.,Jan B.,Diane M. 2017. Cereal Grains : Assessing and Managing Quality.Second Edition,P832.
- Collaert J.P , 2013 . Céréales : la plus grande saga que le monde ait vécue, Paris, P639.
- Doré, C., & Varoquaux, F. (2006). *Histoire et amélioration de cinquante plantes cultivées*: Editions Quae.
- El Hadeff El Okki L. 2018. *Valeurs d'appréciation de la qualité technologique et biochimique des nouvelles obtentions variétales de blé dur en Algérie*.
- Feillet P. 2000. *Le grain de blé: composition et utilisation*: Editions Quae.
- ISB, 2012. Industrie de la semoulerie de blé dur. <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/>, P233.
- I.T.C.F (institut technique des céréales et des fourrages), 2001 : Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux. Lavoisier, France, 266p
- Madani M. 2009. qualité technologique de quelque céréale (blé tendre, blé dur, orge et triticale c/s du laboratoire de technologie de l'itgc, p 20.
- Mbarek K. B., & Boubaker M. 2017. *Manuel de grandes cultures-Les céréales*: Éditions universitaires européennes.
- Melcion J , 2000 . La granulométrie de l'aliment: principe, mesure et obtention. *Productions animales*, 13(2), 81-97.
- Ouettar N. et Zaidi H. 2020. Etude qualitative et comparative des produits ABA « pâtes alimentaires et couscous » avec d'autres marques commerciales locales.
- Salmi M. et Merbah S. 2015 : Etude de la qualité globale de semoule du commerce algérien .Mémoire d'ingénieur en agronomie, p57.
- Samson M.F. et Mortel M.H. 1995. Heat Denaturation of Durum Wheat Semolina β - Amylase : Effects of Chemical Factors and Pasta Processing Conditions .Journal of Food Science. Volume 60. N° 6.pp. 1313 - 1320.
- Souadkia A , 2014 . Le Suivi de Qualité de fabrication De Semoule et Pâtes Alimentaire et Application HACCP.
- Williams P., Srivastava, J., Nachit, M., & El-Haramein, J. (1984). Durum wheat quality evaluation at ICARDA.

Les sites

- [1].<https://fr.statista.com/statistiques/559831/principaux-pays-producteurs-de-ble-dans-le-monde/> (Consulter le 14-03-2021).
- [2]. **Anonyme.** 2008. L'algerie couvre seulement 25 % de ses besoins en céréales.
<Http://www.libertealgerie.com/edit.php?id=102098&titre=l'algerie%20couvre%20selement%2025%%de%20ses%20en%20c%C3%A9rales.>(Consulter le 29-03-2021).
- [3].<https://www.elwatan.com/edition/economie/lalgerie-a-importe-46-millions-de-tonnes-de-ble-francais.> (Consulter le 25-03-2021).
- [4]. <https://www.arvalis-infos.fr/assurer-un-rendement-et-un-taux-de-proteines-eleves-@/view-14784-arvarticle.html>.
- [5].<https://www.semencesdefrance.com/actualite-semences-de-france/vague-de-froid-deconsequences-a-craindre-cereales-a-paille/attachment/ble-tendre-2/>.
- [6].<http://www.naltis.com/benamor-group/moulins/Moulins%20Amor%20BENAMOR%20-%20Processus%20de%20fabrication.pdf>
- [7].<http://www.scribd.com/doc/59085014/Cereales>
- [8].<http://www.amorbenamor.com/nos-filiales/moulins-amor-benamor.> 'Consulter le 13-05-2021).
- [9].http://www.impana.ch/images/documents/Perten/Glutomatic/GM_method_brochure_FR.pdf.(Consulter le 27-04-2021).
- [10].<https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.coeliaque.eu%2Fmaladie-coeliaque%2Fchimie-du-gluten%2F&psig=AOvVaw1OUTOsUwE1MIQuv8laNWun&ust=1624370561722000&source=images&cd=vfe&ved=0CAoQjRxqFwoTCIjH0sTyqPECFQAAAAAdAAAAABAD>.
(Consulter le 27-04-2021).



Annexes



Annexe 01 : Matériel et mode opératoire utilisés pour les paramètres relatifs aux caractéristiques des grains de blé dur.

Analyse	Matériel
Taux de protéines et humidité	<ul style="list-style-type: none"> • INFRATEC™1241
Le poids spécifique (poids d'hectolitre (Ps))	<ul style="list-style-type: none"> • Niléma litre • Tamis
L'agréage	<ul style="list-style-type: none"> • Jeux de tamis de contrôle, (3,55 mm, 1,9mm, 1,0mm), ainsi qu'un réceptacle et un couvercle. • Diviseur à fentes multiples. • Balance précise à 0,01 g près. • Pince. • Coupelles.
Le poids de mille grains (PMG)	<ul style="list-style-type: none"> • Balance de précision 0.01 près • Pince
Taux de Mitadinage	<ul style="list-style-type: none"> • Balance. • Farinotome de phol.

A. Mode opératoire pour déterminer le taux de protéines et l'humidité



Figure A: INFRATEC™1241 « déterminer la teneur en protéine, et en humidité ».

B. Mode opératoire pour déterminer le poids spécifique (Ps)

			
Niléma-litre.	Mettre les 3 curseurs à zéro.	Monter la trémie sur la mesure.	Remplir largement la trémie avec les grains.
			
Ouvrir l'obturateur.	Enfoncer le couteau à fond.	Enlever la trémie.	Suspendre la mesure au fléau.
			
Peser avec précision avec les tris curseurs.	Stabilisation de l'axe.	Effectuer la lecture.	Ecrire le résultat

Figure B: Mode opératoire pour déterminer le poids spécifique avec le Niléma litre.

C. Mode opératoire pour déterminer l'agrégé

❖ Préparation de l'échantillon pour essais et Division

- D'abord Mélanger l'échantillon afin de le rendre aussi homogène que possible
- A l'aide d'un diviseur divisez-le, jusqu'à l'obtention d'une quantité de 100g à 0,01g près.

❖ Tamisage

- Installer les tamis de 3,55mm, 1,9mm, 1,00 mm et le réceptacle.
- On place l'échantillon sur le tamis de 3,55mm et mettre le couvercle.
- On agite manuellement pendant 45 sec avec un mouvement de vas et vient parallèle au sens des fentes, on gardant les tamis dans un plan horizontal.

❖ Recherche et classement des impuretés

On appelle impuretés, l'ensemble de ces éléments considérés conventionnellement comme indésirables dans l'échantillon.

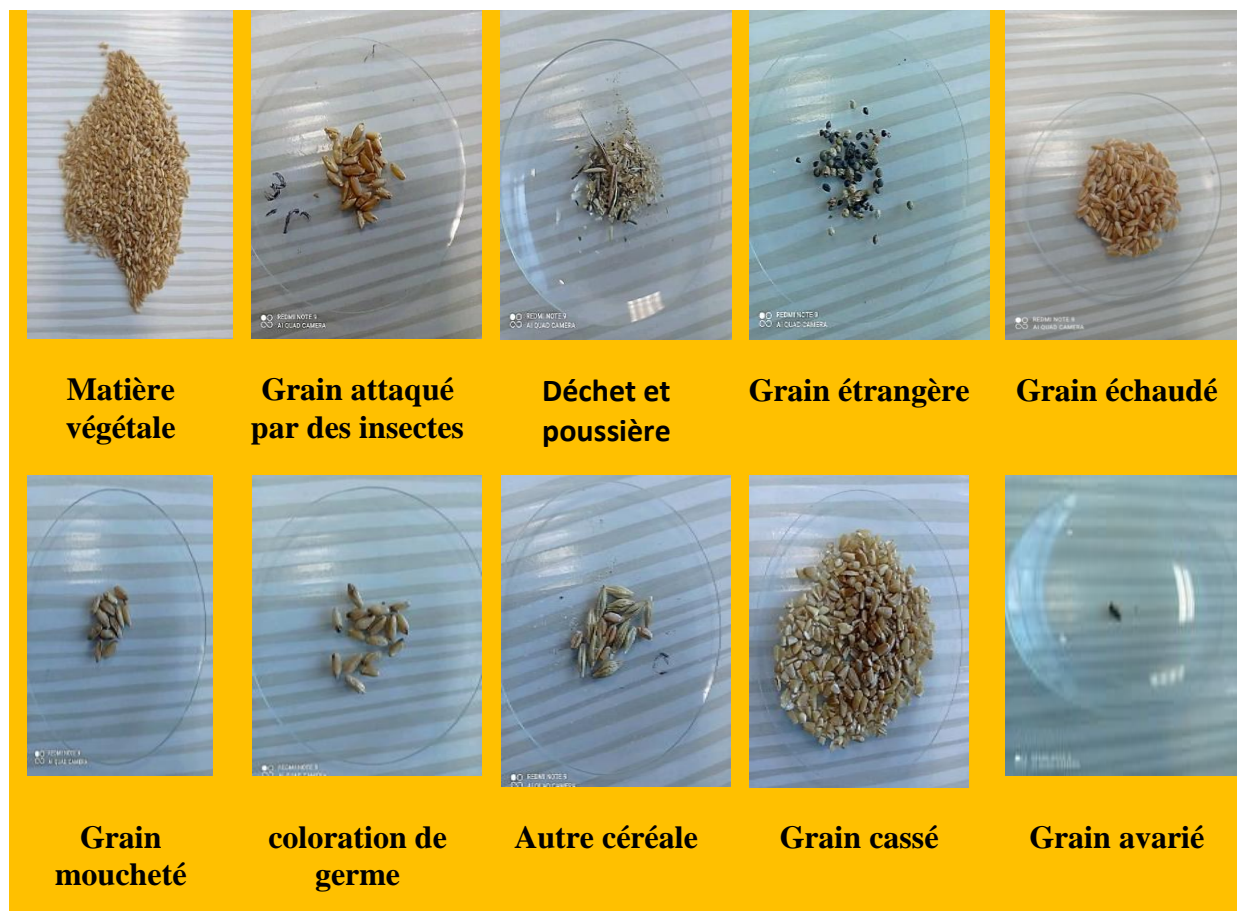


Figure C: Mode opératoire pour déterminer le classement des impuretés.

D. Mode opératoire pour déterminer le poids de mille grains (PMG)

Figure D: Mode opératoire pour déterminer le poids de mille grains.

➤ **Expression des résultats**

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

m₀ : masse des grains entiers (en gramme).

N : nombre de grains contenus dans m₀.

E. Mode opératoire pour déterminer le taux de mitadinage



Figure E: Mode opératoire pour déterminer taux de mitadinage.

➤ Expression des résultats

On calcule le pourcentage de grains mitadinés qui est le rapport entre le nombre des grains mitadinés comptabilisés et les 600 grains coupés, mitadins même partiels en pourcentage (%) de la prise d'essais (ITCF, 2001).

- $NGM/NT * 100$.

NGM : nombre des grains mitadinés.

NT : nombre total des grains coupés.

Annexe 02 : Matériel et mode opératoire utilisés pour les paramètres relatifs aux caractéristiques des Semoule de blé dur.

Analyse	Matériel
Granulométrie	<ul style="list-style-type: none"> • Tamiseur Rota choc. • Tamis granulométriques. • Balance de précision. • Récipient.
Couleur de la semoule	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Colorimètre CR-400</i> • <i>Tube de projection lumineuse CR-A33e.</i> • <i>Baguette en plastique.</i> • <i>Verre en verre.</i>
Taux du gluten	<ul style="list-style-type: none"> • Moulin de laboratoire (broyeur). • Glutomatic 2200. • Bécher de récupération de l'eau de lavage 600ml. • Chambre de lavage 88µm. • Cassette tamis gluten indice 88µm. • Circle plexiglass pour chambre de lavage séparée. • Balance analytique. • Centrifugeuse (gluten index centrifuge 2015). • Réservoir avec couvercle contenant 10 litres. • Distributeur réglable (utilisé à 4.8ml). • Pince à épiler. • Spatule de laboratoire inoxydable. • Glutork 2020.
Taux de cendres	<ul style="list-style-type: none"> • Four électrique à moufle. • Broyeur pour grains, • Balance analytique. • Nacelles en quartez • Dessiccateur a robinet, • Plaque unie thermorésistante,

	<ul style="list-style-type: none"> • Pince en acier inoxydable. • Pipete graduée. • Réactifs ; éthanol.
Humidité de semoule	<ul style="list-style-type: none"> • Dessiccateur halogène HG63. • Cuillère.

A. Mode opératoire pour déterminer la granulométrie

		
Peser 100 g de semoule.	Déposer la prise d'essai sur le tamis supérieur.	Placer la série de tamis sur le rota choc
		
Le résultat pendant 10 min.	Peser le refus de chaque tamis.	Résultat final

Figure A: Mode opératoire pour déterminer la Granulométrie de la semoule avec Tamiseur Rotachoc.

B. Mode opératoire pour déterminer la couleur de la semoule



Le colorimètre CR-400 Konica Minolta.



Poser l'échantillon dans les coupelles De chroma -mètre.



Extrémité inférieure du colorimètre CR-400 en contact avec la surface de la semoule



Appuyer sur la touche «mesurer»

Figure B: Mode opératoire pour déterminer la couleur de la semoule avec le colorimètre CR410 Konica.

C. Mode opératoire pour déterminer le taux de cendre

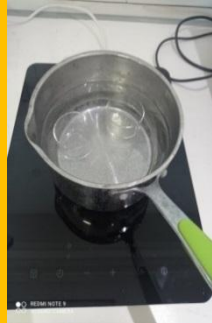













				
Les nacelles au l'eau distillé	Déposer les nacelles dans le four	Chauffer les nacelles pendant 15 min	Laisser refroidir dans dessiccateur a robinet	Peser les nacelles
				
Ajouter 3 g d'échantillon	Ajouter 2 gouttes d'éthanol	Placer les nacelles à l'entrée du four ouvert	aussitôt que la flamme est éteinte	avec précaution placer les nacelles dans le four
				
Fermer la porte du four pour suivre l'incinération pendant 2 heures	Retirer les nacelles	laisser refroidir dans le dessiccateur environ 1 heure	Peser la nacelle à nouveau	

Figure C: Mode opératoire pour déterminer le taux de cendre de blé.

➤ Expression des résultats

Le poids est calculé d'abord en pourcentage de matière humide (%/MTQ) puis rapporté à la matière sèche (%/MS) :

- Cendre (sur substance telle quelle) % = $\frac{m2 - m1}{3} \times 100$
- Cendre (sur substance sèche) % = **cendres (MTQ)** $\times \frac{100}{100 - H}$

m1 : la masse en gramme de la nacelle.

m2 : ma masse en gramme de la nacelle et du résidu.

H : la teneur en eau (Humidité) exprimée en pourcentage en masse de l'échantillon.

MTQ : matière telle quelle.

MS : matière sèche.

D. Mode opératoire pour déterminer le taux du gluten

					
Assembler le support, le tamis et le filtre	Peser 10g de chaque échantillon	Préparation du solution salée	Verser 4,8 ml du solution et les placées dans le Glutomatic	Placer les béchers et appuyer sur « start »	Récupérer la pâte
					
La pâte obtenue	Lavage du pâte	La pâte après lavage	Mettre dans la centrifugeuse	Récupérer la pâte avec une pince	Peser le gluten humide du premier échantillon
					
Peser le deuxième	Mettre la pâte dans le Glutork	Sécher la pâte pendant 4 min	Récupérer la masse du gluten sec	Peser le gluten sec	Une affiche sur le système Glutomatic

Figure D: Mode opératoire pour déterminer le taux de gluten de blé.

➤ Expression des résultats

- $\text{Gluten Index (GI)} = \frac{\text{Gluten humide intérieur filière (g)}}{\text{Gluten Humide Total (g)}} \times 100$
- $\text{Teneur en Gluten Humide (TGH)} = \text{Gluten Humide Total (g)} \times 10$
- $\text{Teneur en Gluten Sec (TGS)} = \text{Poids de Gluten Sec (g)} \times 10$

- Rétention d'eau dans le gluten humide (RE) = TGH – TGS.


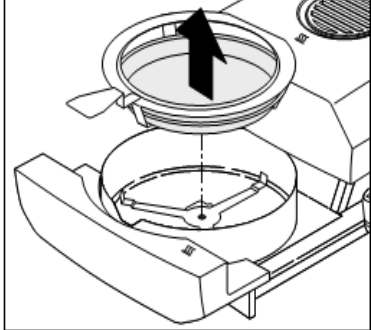

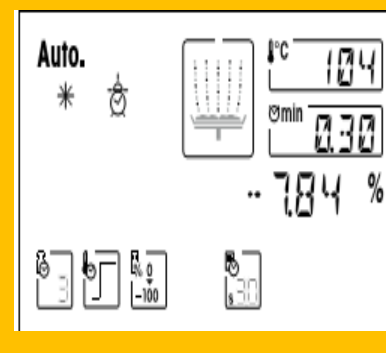

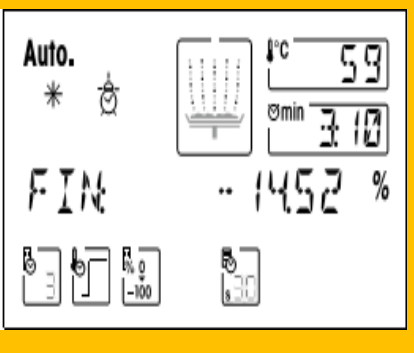
		
<p>Dessiccateur halogène</p>	<p>Nettoyée porte-échantillon de dessiccateur halogène.</p>	<p>Mettez d'échantillon dans le porte-échantillon</p>
		
<p>Vous pouvez suivre le déroulement de la dessiccation et de la mesure sur l'affichage</p>	<p>Un signal sonore indique la fin</p>	<p>Lire sur l'affichage le taux d'humidité</p>

Figure E: Dessiccateur halogène pour déterminer l'humidité.

Annexe 03

1

Codex Standard 199-1995

NORME CODEX POUR LE BLÉ ET LE BLÉ DUR

CODEX STAN 199-1995

1. CHAMP D'APPLICATION

La présente norme s'applique au blé et au blé dur en grains tels qu'ils sont définis à la Section 2, destinés à la transformation pour la consommation humaine. Elle ne s'applique ni au blé ramifié (*Triticum compactum* Host.), ni au blé dur rouge, ni à la semoule de blé dur, ni aux produits dérivés du blé.

2. DESCRIPTION

- 2.1 Le blé est constitué de grains provenant des variétés de l'espèce *Triticum aestivum* L.
- 2.2 Le blé dur est constitué de grains provenant des variétés de l'espèce *Triticum durum* Desf.

3. FACTEURS ESSENTIELS DE COMPOSITION ET DE QUALITÉ**3.1 Facteurs de qualité et de sécurité – critères généraux**

- 3.1.1 Le blé et le blé dur doivent être sains et propres à la transformation pour la consommation humaine.
- 3.1.2 Le blé et le blé dur doivent être exempts de saveurs et d'odeurs anormales, d'insectes et d'acariens vivants.

3.2 Facteurs de qualité – critères spécifiques**3.2.1 Teneur en eau**

	Teneur maximale
Blé	14,5 % m/m
Blé dur	14,5 % m/m

Une teneur moindre en eau peut être exigée pour certaines destinations, compte tenu du climat, de la durée du transport et de celle du stockage. Les gouvernements acceptant la norme sont priés d'indiquer et de justifier les critères applicables dans leur pays.

3.2.2 Ergot

Sclerotium du champignon *Claviceps purpurea*

	Teneur maximale
Blé	0,05 % m/m
Blé dur	0,05 % m/m

- 3.2.3 **Les matières étrangères** sont toutes les matières organiques ou inorganiques autres que le blé et le blé dur, les brisures, les autres graines et les souillures.

3.2.3.1 Graines toxiques ou nocives

Les produits visés par les dispositions de cette norme doivent être exempts des graines toxiques ou nocives énumérées ci-après en quantités susceptibles de présenter des risques pour la santé.

Crotalaire (*Crotalaria* spp.), nielle des blés (*Agrostemma githago* L.), ricin (*Ricinus communis* L.), stramoine (*Datura* spp.), et autres graines généralement reconnues dangereuses pour la santé.

3.2.3.2 Souillures

Impuretés d'origine animale, (y compris les insectes morts) 0,1 % m/m maximum

- 3.2.3.3 Autres matières étrangères organiques définies comme des substances organiques autres que des graines comestibles de céréales (graines d'autres plantes, tiges, etc.):

	Teneur maximale
Blé	1,5 % m/m
Blé dur	1,5 % m/m

- 3.2.3.4 Matières étrangères inorganiques définies comme des substances inorganiques (pierres, poussières, etc.):

	Teneur maximale
Blé	0,5 % m/m
Blé dur	0,5 % m/m

4. CONTAMINANTS

4.1 Métaux lourds

Les produits visés par les dispositions de la présente norme doivent être exempts de métaux lourds en quantités susceptibles de présenter des risques pour la santé humaine.

4.2 Résidus de pesticides

Le blé et le blé dur doivent être conformes aux limites maximales de résidus fixées par la Commission du Codex Alimentarius pour ce produit.

5. HYGIÈNE

- 5.1 Il est recommandé que le produit visé par les dispositions de la présente norme soit préparé et manipulé conformément aux sections appropriées du *Code d'usage international recommandé – Principes généraux d'hygiène alimentaire* (CAC-RCP 1-1969) et des autres Codes d'usages recommandés par la Commission du Codex Alimentarius applicables à ce produit.
- 5.2 Dans la mesure où le permettent les bonnes pratiques de fabrication, le produit nettoyé doit être exempt de matières indésirables.
- 5.3 Lorsqu'il est soumis à des méthodes appropriées d'échantillonnage et d'examen, le produit, après nettoyage et tri, et avant transformation ultérieure, doit être:
- exempt de microorganismes en quantités susceptibles de présenter un risque pour la santé;
 - exempt de parasites susceptibles de présenter un risque pour la santé;
 - exempt de substances provenant de microorganismes, champignons inclus, en quantités susceptibles de présenter un risque pour la santé.

6. CONDITIONNEMENT

- 6.1 Le blé et le blé dur doivent être emballés dans des récipients préservant les qualités hygiéniques, nutritionnelles, technologiques et organoleptiques du produit.
- 6.2 Les récipients, y compris les matériaux d'emballage, doivent être fabriqués avec des matériaux dans danger et convenant à l'usage auquel ils sont destinés. Ils ne doivent transmettre au produit aucune substance toxique, ni aucune odeur ou saveur indésirable.
- 6.3 Lorsque le produit est emballé dans des sacs, ceux-ci doivent être propres, robustes et solidement cousus ou scellés.

7. ÉTIQUETAGE

Outre les dispositions de la *Norme générale Codex pour l'étiquetage des denrées alimentaires préemballées* (CODEX STAN 1-1985), les dispositions spécifiques ci-après sont applicables:

7.1 Nom du produit

Le nom du produit déclaré sur l'étiquette doit être «blé» ou «blé dur» selon le cas.

7.2 Étiquetage des récipients non destinés à la vente au détail

Les renseignements sur les récipients non destinés à la vente au détail doivent figurer soit sur le récipient, soit dans les documents d'accompagnement, exception faite du nom du produit, de l'identification du lot, et du nom et de l'adresse du fabricant ou de l'emballleur qui doivent figurer sur le récipient. Cependant, l'identification du lot, le nom et l'adresse du fabricant ou de l'emballleur peuvent être remplacés par une marque d'identification, à condition que cette marque puisse être clairement identifiée à l'aide des documents d'accompagnement.

8. MÉTHODES D'ANALYSE ET D'ÉCHANTILLONNAGE

Voir textes pertinents du Codex concernant les méthodes d'analyse et d'échantillonnage.

APPENDICE

Dans le cas où l'on indique plus d'une limite d'un facteur et/ou plus d'une méthode d'analyse, il est vivement recommandé aux utilisateurs de spécifier la limite appropriée et la méthode d'analyse.

Facteur de qualité/description	Limite maximale		Méthode d'analyse
	Blé	Blé dur	
1. Poids d'essai minimal: poids du volume de 100 litres exprimé en kilogrammes par hectolitre.	68	70	Le poids d'essai doit être obtenu par ISO 7971-1986 exprimé en kilogrammes par hectolitre, tel que déterminé sur une prise d'essai de l'échantillon initial
2. Grains ratatinés ou brisés: les grains ratatinés ou brisés de blé ou de blé dur qui passent à travers un tamis métallique à trous oblongs de 1,7 mm x 20 pour le blé et à travers un tamis métallique à trous oblongs de 1,9 mm x 20 pour le blé dur.	5 % m/m maximum	6 % m/m maximum	ISO 5223-1983 «Tamis de contrôle pour les céréales»
3. Céréales comestibles autres que le blé et le blé dur (grains entiers ou brisures identifiables).	2 % m/m maximum	3 % m/m maximum	ISO 7970-1987: (Annexe C)
4. Grains endommagés (y compris des fragments de grains qui présentent une détérioration visible due à l'humidité, aux intempéries, aux maladies, aux moisissures, à la chaleur, à la fermentation, à la germination ou à d'autres causes)	6 % m/m maximum	4 % m/m maximum	ISO 7970-1987: (Annexe C)
5. Grains minés par des insectes (grains qui ont été visiblement forés ou minés par des insectes)	1,5 % m/m	2,5 % m/m	À élaborer

Annexe 04

1

Codex Standard 178-1991

NORME CODEX POUR LA SEMOULE ET
LA FARINE DE BLÉ DUR

CODEX STAN 178-1991

1. CHAMP D'APPLICATION

- 1.1 La présente norme s'applique à la semoule de blé dur, y compris la semoule complète de blé dur et la farine de blé dur destinées à la consommation humaine directe, dérivées du blé dur (*Triticum durum* Desf.), préemballées et prêtes à la vente au consommateur ou destinées à un emploi dans d'autres produits alimentaires.
- 1.2 Elle ne s'applique pas:
- à des produits préparés à partir de blé ordinaire (*Triticum aestivum* L.), de blé ramifié (*Triticum compactum* Host.) ou de mélanges de ces derniers, ou de mélanges de ces blés avec du blé dur (*Triticum durum* Desf.)
 - à la farine ou semoule de blé dur destinées à un emploi industriel non alimentaire ou à des aliments pour animaux.

2. DESCRIPTION**2.1 Définition du produit**

La **semoule de blé dur** et la **farine de blé dur** sont les produits obtenus à partir des grains de blé dur (*Triticum durum* Desf.) par procédés de mouture ou de broyage au cours desquels le son et le germe sont essentiellement éliminés, le reste étant broyé à un degré de finesse adéquat. La semoule complète de blé dur est préparée par procédé de broyage similaire, mais le son et une partie du germe sont préservés.

3. FACTEURS ESSENTIELS DE COMPOSITION ET DE QUALITÉ**3.1 Facteurs de qualité – critères généraux**

- 3.1.1 La semoule de blé dur et la farine de blé dur, ainsi que tous produits nutritifs leur étant ajoutés, doivent être sains et propre à la consommation humaine.
- 3.1.2 La semoule de blé dur et la farine de blé dur doivent être exemptes d'odeurs et de goûts anormaux ainsi que d'insectes vivants.
- 3.1.3 La semoule de blé dur et la farine de blé dur devront être exemptes de souillures (impuretés d'origine animale y compris les insectes morts) en quantités susceptibles de présenter un risque pour la santé humaine.

3.2 Facteurs de qualité – critères spécifiques**3.2.1 Teneur en eau 14,5 % m/m maximum**

Une teneur moindre en eau peut être exigée pour certaines destinations, compte tenu du climat, de la durée du transport et de celle du stockage. Les gouvernements acceptant la norme sont priés d'indiquer et de justifier les critères applicables dans leur pays.

4. CONTAMINANTS**4.1 Métaux lourds**

La semoule de blé dur et la farine de blé dur doivent être exemptes de métaux lourds en quantités susceptibles de présenter un risque pour la santé.

4.2 Résidus de pesticides

La semoule de blé dur et la farine de blé dur doivent être conformes aux limites maximales de résidus fixées par la Commission du Codex Alimentarius pour ce produit.

4.3 Mycotoxines

La semoule de blé dur et la farine de blé dur doivent être conformes aux limites maximales de mycotoxines fixées par la Commission du Codex Alimentarius pour ce produit.

5. HYGIÈNE

- 5.1 Il est recommandé que le produit visé par les dispositions de la présente norme soit préparé et manipulé conformément aux sections appropriées du *Code d'usages international recommandé – Principes généraux d'hygiène alimentaire* (CAC/RCP 1-1969) et des autres Codes d'usages recommandés par la Commission du Codex Alimentarius applicables à ce produit.
- 5.2 Dans la mesure où le permettent les bonnes pratiques de fabrication, le produit doit être exempt de matières indésirables.
- 5.3 Lorsqu'il est soumis à des méthodes appropriées d'échantillonnage et d'examen, le produit doit être:
- exempt de microorganismes en quantités susceptibles de présenter un risque pour la santé;
 - exempt de parasites susceptibles de présenter un risque pour la santé;
 - exempt de substances provenant de microorganismes en quantités susceptibles de présenter un risque pour la santé.

6. CONDITIONNEMENT

- 6.1 La semoule de blé dur et la farine de blé dur doivent être emballées dans des récipients préservant les qualités hygiéniques, nutritionnelles, technologiques et organoleptiques du produit.
- 6.2 Les récipients, y compris les matériaux d'emballage, doivent être fabriqués avec des matériaux sans danger et convenant à l'usage auquel ils sont destinés. Ils ne doivent transmettre au produit aucune substance toxique, ni aucune odeur ou saveur indésirable.
- 6.3 Lorsque le produit est emballé dans des sacs, ceux-ci doivent être propres, robustes et solidement cousus ou scellés.

7. ÉTIQUETAGE

Outre les dispositions de la *Norme générale Codex pour l'étiquetage des denrées alimentaires préemballées* (CODEX STAN 1-1985), les dispositions spécifiques ci-après sont applicables:

7.1 Nom du produit

Le nom du produit déclaré sur l'étiquette doit être «semoule de blé dur», «semoule complète de blé dur» ou «farine de blé dur».

7.2 Étiquetage des récipients non destinés à la vente au détail

Les renseignements sur les récipients non destinés à la vente au détail doivent figurer soit sur le récipient, soit dans les documents d'accompagnement, exception faite du nom du produit, de l'identification du lot et du nom et de l'adresse du fabricant ou de l'emballer qui doivent figurer sur le récipient. Cependant, l'identification du lot et le nom et l'adresse du fabricant ou de l'emballer peuvent être remplacés par une marque d'identification, à condition que cette marque puisse être clairement identifiée à l'aide des documents d'accompagnement.

8. MÉTHODES D'ANALYSE ET D'ÉCHANTILLONNAGE

Voir textes pertinents du Codex concernant les méthodes d'analyse et d'échantillonnage.

APENDICE

Dans le cas où l'on indique plus d'une limite d'un facteur et/ou plus d'une méthode d'analyse, il est vivement recommandé de spécifier la limite appropriée et la méthode d'analyse.

Facteur de qualité/Description	Limite maximale	Méthode d'analyse
CENDRES		AOAC 923.03 (Méthode de type I)- ou -ISO 2171:180 – Céréales, légumes secs et produits dérivés – Détermination de la teneur en cendres –Méthode B-550 °C à poids constant
■ Semoule de blé dur	MAX: 1,3 % sur la base d'une matière sèche	
■ Semoule complète de blé dur	MAX: 2,1 % sur la base d'une matière sèche	
■ Farine de blé dur	MAX:1,75 % sur la base d'une base sèche	
PROTÉINES (N x 5,7)		Méthode ICC 105/1 pour la détermination des protéines brutes dans les céréales et produits céréaliers pour les aliments et aliments pour animaux à l'aide d'un catalyseur sélénium/cuivre (Méthode de type I)- ou -ISO 1871:1975
■ Semoule de blé dur		
■ Semoule complète de blé dur	MIN: 11,5 % sur la base d'une base sèche	
■ Farine de blé dur	MIN: 11,0 % sur la base d'une base sèche	
ÉLÉMENTS NUTRITIFS	Conforme à la législation nationale du pays où le produit est vendu	Pas de méthode définie
■ Vitamines		
■ Sels minéraux		
■ Acides aminés spécifiques		
DIMENSION DES PARTICULES		Pas de méthode définie
■ Semoule de blé dur	MAX: 79 % doit passer au travers d'un tamis en textile synthétique ou d'une gaze de soie de 315 microns	
■ Farine de blé dur	MIN: 80 % doit passer au travers d'un tamis en textile synthétique ou d'une gaze de soie de 315 microns	