



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique

Université Chadli Bendjedid El-Tarf

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

Département d'Agronomie – Filière des Sciences Alimentaires

Master académique en Sécurité Agroalimentaire et Assurance Qualité



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du Diplôme de Master académique

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Sécurité Agroalimentaire et Assurance Qualité

Thème

Processus de raffinage des grains de blé tendre (*Triticum aestivum*) pour l'obtention de la farine blanche et caractérisation des ses principaux paramètres technologique en comparaison avec la farine complète

Présenté par : Mme Ghai Narimane

Soutenus devant le jury :

Présidente : Pr. Matallah Saïda

Université Chadli Bendjedid El-Tarf

Examinatrice : Dr. Mouissi Samia

Université Chadli Bendjedid El-Tarf

Encadrant : Dr. Haddad Leïla

Université Chadli Bendjedid El-Tarf

Année universitaire : 2024/2025

Remerciement

Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde gratitude à ***Dr. Haddad Leila***, mon encadrante, pour sa disponibilité, son accompagnement constant, ses conseils précieux et sa bienveillance tout au long de la réalisation de ce mémoire. Son expertise et son exigence scientifique ont été déterminantes pour mener ce travail à bien.

Je remercie également ***Dr. Mataallah Saida***, présidente du jury, pour l'honneur qu'elle m'a fait en acceptant d'évaluer ce mémoire, ainsi que pour l'intérêt qu'elle a porté à ce travail.

Mes sincères remerciements vont également à ***Dr. Mouissi Samia***, examinatrice, pour ses remarques constructives et ses suggestions pertinentes qui ont permis d'enrichir ce travail.

Je souhaite aussi remercier chaleureusement tous les membres du Laboratoire de Moulin Seybouse d'Annaba pour leur accueil, leur soutien et leur précieuse collaboration tout au long de cette recherche. En particulier, je tiens à citer ***Bouabdallah Marwa***, ***Nousty Amina*** et ***Braksi Roufia***, pour leur aide, leurs conseils techniques, leur gentillesse et l'ambiance de travail agréable qu'elles ont su créer.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire

Dédicace

Je dédie ce travail à ceux qui occupent une place unique dans mon cœur.

À mes parents, *RamdanaMedar* et *Abed Ghai*, pour leur amour inconditionnel, leur patience, et les innombrables sacrifices qu'ils ont faits pour moi. Grâce à vous, j'ai appris la valeur du travail, de la persévérance et de la dignité.

À mon mari, *SayfeddineKhemissi*, pour ta présence rassurante, ton soutien constant, et ta foi en moi même quand je doutais. Tu es ma force tranquille.

À ma fille adorée, *Sina*, mon rayon de soleil. Tu es ma plus belle réussite et ma plus grande source de motivation. Tout ce que je fais, je le fais aussi pour toi.

À *Ibrahim Khemissi* et *GhaniaBouafia*, mes deuxièmes parents, merci pour votre tendresse, vos prières silencieuses et votre présence toujours bienveillante dans ma vie.

Que cette dédicace soit un modeste témoignage de ma gratitude profonde et de mon amour infini.

Résumé

Le blé est l'un des plus importants produits alimentaires, il est l'aliment de base de la majorité des peuples du monde car il contient de nombreux éléments nutritionnels (protéines, carbohydrates, les vitamines . . . etc....). Le présent travail concerne le suivi du procédé de transformation des céréales en farine dans le moulin Seybouse , ainsi que le contrôle de qualité de la matière première et du produit fini. Nous avons présenté en premier temps des généralités sur le blé tendre et la farine. Ensuite nous avons décrit le procédé de fabrication de la farine à partir du blé tendre. Enfin, les analyses de contrôle de qualité de la matière première et du produit obtenu qu'on a effectué au laboratoire d'analyse, et comparai avec farine complète et détaillés les résultats trouvés ont été discutés.

Mots clés : blé tendre, farine, procédé de transformation, contrôle de qualité.

Abstract

Wheat is one of the most important food products, the staple food of the majority of people around the world because it contains many nutritional elements (proteins, carbohydrates, vitamins, etc.). This work focuses on monitoring the process of transforming cereals into flour at the Seybouse mill, as well as the quality control of the raw material and the finished product. We first presented general information about soft wheat and flour. Then we described the process of making flour from soft wheat. Finally, the quality control analyses of the raw material and the resulting product, which were carried out in the analytical laboratory, and a comparison with whole meal flour, were discussed in detail.

Keywords: soft wheat, flour, processing process, quality control.

ملخص

يُعدّ القمح من أهمّ المنتجات الغذائية، وهو الغذاء الأساسي لغالبية سكان العالم، لاحتوائه على العديد من العناصر الغذائية (البروتينات، الكربوهيدرات، الفيتامينات، وغيرها يركز هذا العمل على مراقبة عملية تحويل الحبوب إلى دقيق في مطحنة سيبوس، بالإضافة إلى مراقبة جودة المواد الخام والمنتج النهائي قدّمنا في البداية معلومات عامة عن القمح اللين والدقيق، ثمّ وصفنا عملية إنتاج الدقيق من القمح اللين. وأخيراً، ناقشنا بالتفصيل تحاليل مراقبة جودة المواد الخام والمنتج الناتج، التي أُجريت في المختبر التحليلي، ومقارنتها بدقيق القمح الكامل.

الكلمات المفتاحية: قمح لين، دقيق، عملية المعالجة، مراقبة الجودة.

Liste des Tableaux

Tableau .1. Plan taxonomique du blé tendre	6
Tableau .2. valeur nutritionnelle du grain de blé tendre entier (valeur pour 100g).....	12
Tableau .3. Les types de farine de blé.	25
Tableau .4. La production journalière de moulin Seybouse.	31
Tableau .5. Les résultats relatif aux paramètres technologique du blé tendre dans bloc de réception.	49
Tableau .6. Les analyses physicochimiques et technologiques de la farine blanche et la farine complète.	51

Liste des figures

Figure .1. Généalogie du blé tendre.....	5
Figure .2. Origine des génomes portés par les différents blés.....	4
Figure .3. Evaluation de la production mondiale de blé par continent et au niveau mondial (en tonnes).....	5
Figure .4. Evolution des 20 principaux producteurs de blé (en tonnes).....	5
Figure .5. Champ de blé tendre avec des épis proches de la récolte.	8
Figure .6. Grains de blé tendre.	9
Figure .7. Structure de l'amylose et l'amylopectine.....	17
Figure .8. Composition des proteines de la farine.	18
Figure .9. La formation de réseau du gluten.....	24
Figure .10. Farine du blé tendre.....	26
Figure .11. Le moulin Seybouse Annaba.....	30
Figure .12. Etuve	33
Figure .13. Test de gréage (séparation des différents constituants).....	34
Figure .14. Elimination des impuretés d'un échantillon de 30 g de blé tendre	36
Figure .15. Dosage du gluten de la farine blanche et la farine complète	38
Figure .16. Tamiseuse.....	39
Figure .17. Broyage.....	46
Figure .18. Plansichter.....	47
Figure .19. L'emballage et stockage du produit fini.....	48

Liste des abréviations

% : Pourcentage

°C : Degrés Celsius

µm : Micromètre

B : Broyage

C : Convertissage

Cl : C laquage

DA : Dinar Algérien

Fao : Food and agriculture organization

FFAS : Fond Français pour l'alimentation et la santé

G : Gramme

H : Humidité

Iso : International organisation for standardization

kg : kilo gramme

Mf : Poids final

Mi : poids initial

O.A.I.C : Bureau Algérien Interprofessionnel des Céréales

P : Poids du gluten humide

PMG : Poids de mille grains

Sommaire

Remerciement.....	I
Dédicace	II
Résumé	III
Abstract	IV
ملخص.....	V
Liste Des Tableaux	IV
Liste des Figures.....	V
Liste des abréviations.....	vii

Table de matière

Introduction	1
Partie I Synthèse bibliographique	
Chapitre I : Généralité sur le blé tendre	
I-1. Origine du blé tendre	5
I-1.1. Origine géographique	5
I-1.2. Origine génétique	5
I-2. Production du blé tendre	4
I-2.1. Production dans le monde.....	4
I-2.2. Production en Algérie	6
I-3. Classification botanique et biologie du blé tendre.....	6
I-4. Structure du grain du blé tendre	8
I-4.1. Le germe (embryon)	9
I-4.2. L'albumen	9
I-4.3. Les enveloppes du grain	9
I-5. Utilisations du blé.....	10
I-5.1. L'alimentation humaine	10
I-5.2. Dans l'alimentation animale	10
I-5.3. Dans le domaine non alimentaire	11
I-6. Valeur nutritionnelle du blé tendre	11
I-7. Les bienfaits du blé tendre pour la santé humaine.....	12
Chapitre II : Généralités sur la farine du blé tendre	
II-1. Définition	16
II-2. Composition chimique	16

II-2.1. L'eau	16
II-2.2. Sucre (glucides).....	16
II-2.3. Gluten (protides ou protéines).....	16
II-2.4. Amidon (glucides)	16
II-2.5. Protéines	17
II-2.5.1. Protéines métaboliques (les Albumines et Globulines).....	17
II-2.5.2. Protéines de réserves (Proteines du Gluten).....	18
II-2.6. Matières minérales	19
II-2.7. Pentosanes (polysaccharides non amylacés)	19
II-2.8. Lipides	20
II-2.8.1. Lipides libres	20
II-2.8.2. Lipides liés	20
II-2.9. vitamines	20
II-2.10. Enzymes	20
II-2.10.1. Protéases.....	20
II-2.10.2. Lipases.....	21
II-2.10.3. Amylases	21
II-3. Caractéristique de la farine.....	21
II-3.1. Caractéristique organoleptique.....	21
II-3.1.1. Essai au touché	21
II-3.1.2. Odeur.....	21
II-3.1.3. Saveur.....	21
II-3.1.4. Couleur	22
II-3.2. Caractéristiques physico-chimique	22
II-3.2.1. Taux de Protéine (Prot).....	22
II-3.2.2. Taux d'Amidon (Am).....	22
II-3.2.3. Taux d'Humidité (H)	22
II-3.3. Caractéristique Technologique	22
II-3.3.1. Test de Pelshenke	22
II-3.3.2. Test de Sédimentation SDS	23
II-3.3.3. Test de Gluten humide et Gluten sec.....	23
II-4. Notion de gluten pour la farine	23
II-4.1.Le rôle du gluten dans la panification	24

II-4.1.1. Lors du pétrissage.....	24
II-4.1.2. Lors de la fermentation	24
II-4.1.3. Lors de la cuisson.....	24
II-5. Différents types de farine de blé.....	24
II-6.Processus de fabrication de la farine de blé tendre	25
II-6.1. Récolte et séchage.	25
II-6.2. Nettoyage.	25
II-6.3.Conditionnement.	26
II-6.4.Mouture	26
II-6.5. Tamisage.....	26
II-6.6. Mélange et standardisation.....	26
II-6.7. Emballage.	26

Partie expérimentale

Chapitre III : Matériel et méthodes

III-1. Objectif	29
III-2. Présentation du lieu de stage.....	29
III-2.1. Activité et zone d'intervention.....	30
III-2.2. Approvisionnement et distribution.....	31
III-3. Le suivi du processus de raffinage de blé tendre	31
III-4. Analyses physico-chimiques effectuées sur les grains de blé tendre	32
III-4.1.Taux d'humidité	32
III-4.2. Test de gréage.....	33
III-4.3. Poids de 1000 grains	35
III-5. Analyses physico-chimiques et technologiques effectuées sur les deux farines (blanches et complètes)	36
III-5.1.Taux d'humidité	36
III-5.2. Dosage de gluten.....	36
III-5.3. Taux d'affleurement	38
III- 6 . Test organoleptique	39

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV-1. Processus de Raffinage de blé tendre	42
IV-1.1.Réception de la matière première (Blé tendre)	42
IV-1.2. Nettoyage de blé tendre	43

IV-1.2.1. Le nettoyage initiale (nettoyage à sec)	43
IV-1.2.2. Deuxième nettoyage (nettoyage humide)	44
IV-1.3. Conditionnement.....	44
IV-1.4. Mouture.....	45
IV-1.4.1. Broyage.....	45
IV-1.4.2. Convertissage et claquage.....	46
IV-1.4.3. Blutage	47
IV-1.4.4. Le curage de son	47
IV-1.5. Conditionnement et stockage (de la farine blanche).....	48
IV-2. Les analyses technologiques de blé tendre dans le bloc de réception	48
IV-2.1. Taux d'humidité.....	49
IV-2.2. Poids de 1000 grains (PMG).....	49
IV-2.3. Test de gréage	50
IV-3. Analyses physico-chimiques et technologiques effectuées sur les deux farines (blanche et complète)	51
IV-3.1. Taux d'humidité	51
IV-3.2. Dosage du gluten	52
IV-3.3. Taux d'affleurement.....	52
IV- 4. Test organoleptique	53
Conclusion.....	55
Références Bibliographiques.....	57
Annexes.....	62



Introduction

Introduction

Les céréales comptent parmi les produits agricoles les plus importants au monde, constituant depuis des millénaires une base essentielle de l'alimentation humaine. Elles représentent une source principale d'énergie grâce à leur teneur élevée en glucides, tout en fournissant des quantités variables de protéines, de fibres alimentaires, de vitamines (notamment du groupe B) et de minéraux. La famille des céréales regroupe plusieurs espèces telles que le blé, l'orge, le maïs, le riz, l'avoine, le sorgho, entre autres. Ces espèces diffèrent par leurs caractéristiques physiques, chimiques et nutritionnelles, ce qui leur confère une grande diversité d'usages, tant dans l'alimentation humaine et animale que dans l'industrie agroalimentaire.

Le blé est l'une des céréales alimentaires les plus importantes au monde. Il constitue la principale source de farine utilisée dans la fabrication du pain ainsi que de nombreux produits alimentaires. La farine de blé se décline en plusieurs types, dont les plus courants sont la farine blanche, issue du raffinage, et la farine complète, qui conserve l'ensemble des constituants du grain, y compris le son et le germe.

Le raffinage du blé tendre (*Triticum aestivum*) consiste à séparer les différentes parties du grain par des étapes de mouture soigneusement contrôlées, afin d'obtenir une farine blanche fine, riche en amidon mais appauvrie en fibres et en minéraux. Cette farine est souvent privilégiée dans certaines industries alimentaires pour ses propriétés technologiques, telles que sa couleur claire, sa texture légère et sa facilité d'utilisation. Toutefois, le retrait des couches externes du grain entraîne une perte importante de valeur nutritionnelle, notamment en fibres, vitamines et minéraux. À l'inverse, la farine complète conserve l'intégralité des composants naturels du grain, ce qui lui confère une valeur nutritionnelle plus élevée. Néanmoins, elle est parfois moins appréciée d'un point de vue sensoriel et technologique, selon les usages.

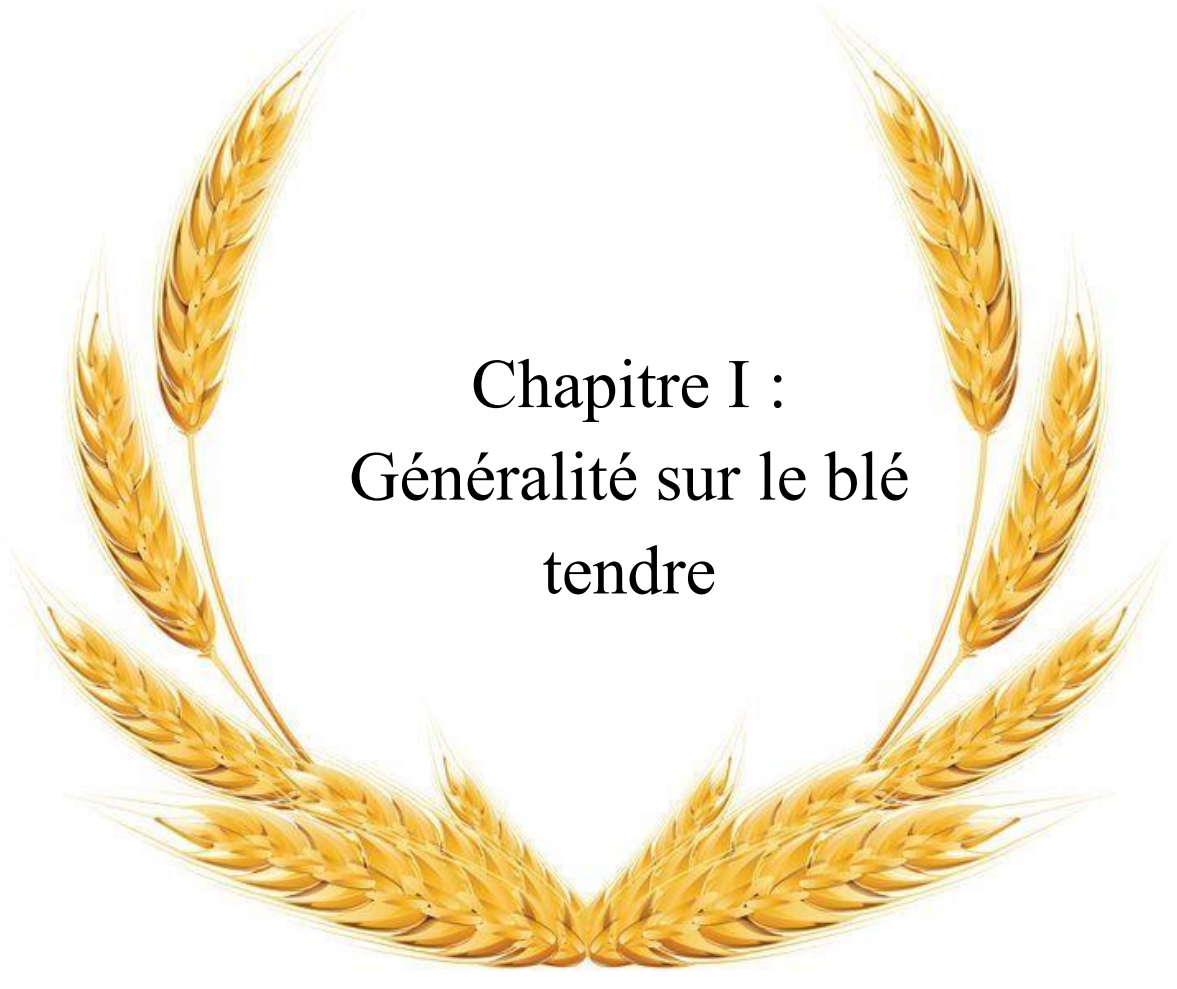
Dans ce contexte, ce travail de master deux a pour objectif d'étudier le processus de raffinage du blé tendre, à travers ses technique, pour l'obtention de farine blanche. Et d'analyser les caractéristiques physico-chimiques ,technologique et organoleptique qui en résultent, et de comparer ces résultats à ceux de la farine complète. Ceux ces afin de mettre en lumière les avantages et les inconvénients de chaque type de farine. Ce travail est mené aux niveaux de moulin Seybous d'Annaba.

Notre mémoire est composé de deux parties : La première partie qui est une synthèse bibliographique comportant deux chapitres ; le premier chapitre est consacré aux généralités sur

le blé tendre et le deuxième chapitre présente des généralités sur la farine. La deuxième partie c'est la partie expérimentale, elle comporte deux chapitres ; le premier chapitre est consacré aux matériel et méthodes de processus de raffinage et des différentes analyses réalisées et le deuxième chapitre présente les résultats et leurs discussions. Au terme, de cette dernière partie, une conclusion et des perspectives sont dressées .



Partie I
Synthèse bibliographique



Chapitre I :
Généralité sur le blé
tendre

Chapitre I : Généralité sur le blé tendre

I-1. Origine du blé tendre

I-1.1. Origine géographique

L'origine géographique du blé tendre demeure très discutée. Selon VAVILOV les trois groupes d'espèces du genre *Triticum* auraient 3 centres d'origine distincts :

- Le foyer syrien et nord palestinien serait le centre d'origine du groupe diploïde (engrain).

Également serait le centre de diversification du groupe des *Ægilops* et *Secale* à $2n = 14$.

- Le foyer abyssin serait le centre de diversification des blés tétraploïdes.
- Le foyer afghano-indien serait le centre des blés hexaploïdes (Moullé, 1971).

I-1.2. Origine génétique

Le blé tendre (*Triticumaestivum*L.) est apparu il y'a 7000 à 9500 ans, probablement par la domestication des blés. Les botanistes classent le blé tendre dans le groupe des blés hexaploïdes ($2n= 42$) (Bonjean, 2001). Selon Feldman (2001), le blé hexaploïde (*Triticumaestivum* L.) à génome (BBAADD) est très vraisemblablement apparu seulement après la domestication des blés diploïdes et tétraploïdes (Figure.1).

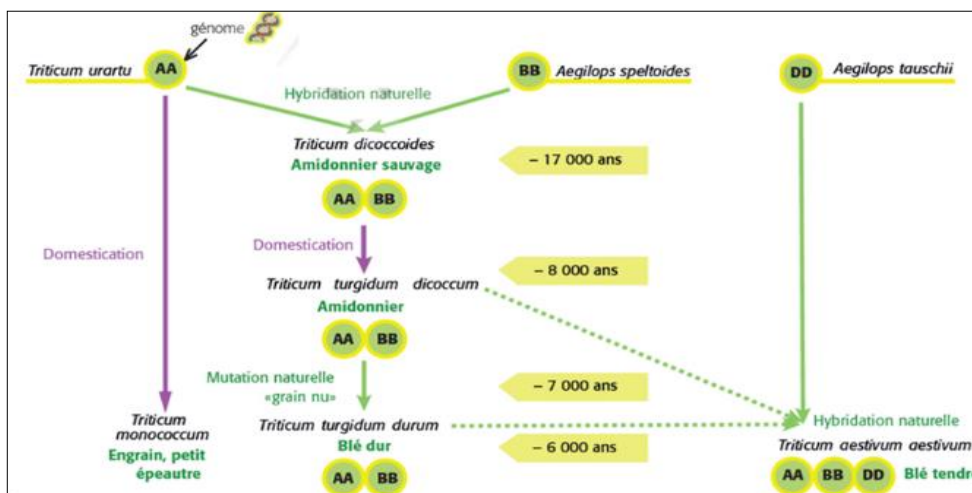


Figure .1.Généalogie du blé tendre(ARVALIS Institut du Végétal, <https://www.gie-bledur.fr/la-filiere-ble-dur/description-du-ble-dur/>).

➤ **Le groupe diploïde** (2×7 chromosomes) comprend *Triticum monococcum* L (engrain), et *Triticum urartu* qui font partie des formes les plus anciennement cultivées, caractérisées par des épis grêles ou les grains restent enveloppés par les glumelles.

➤ **Le groupe tétraploïde** (4×7 chromosomes) comprend *triticum dicoccoides* (amidonnier sauvage), *T. dicoccum* (amidonnier) *T. turgidum* et *T. durum*, épis denses dont les grains riches en gluten servent à fabriquer les pâtes alimentaires.

➤ **Le groupe hexaploïde** (6×7 chromosomes) représenté par *T. vulgare*, ou *T. aestivum* (blé tendre) et *T. spelta* (épeautre), comprend la majorité des blés à épis assez larges et aux grains riches en amidon nécessaire à la fabrication du pain. (Lesage, 2011).

Le blé tendre (*T. aestivum ssp. aestivum*) et le grand épeautre (*T. aestivum ssp. spelta*). Le génome des blés hexaploïdes est ainsi constitué de 3 génomes différents (A, B et D), chacun constitué de 7 paires de chromosomes, soit un total de 42 chromosomes (Figure 2b). La comparaison de ces 3 génomes a prédit leur date de divergence pour appréhender ainsi l'histoire phylogénétique du blé (Marcussen et al., 2014).

En revanche, les génomes diploïdes ($2n=14$) A et B, portés respectivement par *T. urartu* et *Aegilops speltoides* ont divergé il y a environ 6,5 Millions d'années, succédés par un premier événement d'hybridation à l'origine du génome D ($2n=14$) il y a 5,5 Million d'années (Figure 2c). Le génome hexaploïde du blé tendre est alors apparu suite à deux événements majeurs de polyploïdisation. Le premier correspond à une hybridation il y a environ 0,8 Millions d'années entre *T. urartu* (AA) et une espèce proche d'*Ae. speltoides* (BB) qui a permis l'apparition du blé dur sauvage (*T. turgidum*) au génome AABB à l'origine du blé dur actuel.

Le second phénomène a eu lieu il y a environ 0,4 Million d'années et correspond à un croisement entre *T. turgidum* (AABB) et le diploïde *Ae. tauschii* (DD), qui a donné naissance à l'ancêtre hexaploïde du blé tendre (AABBDD) (Marcussen et al., 2014).

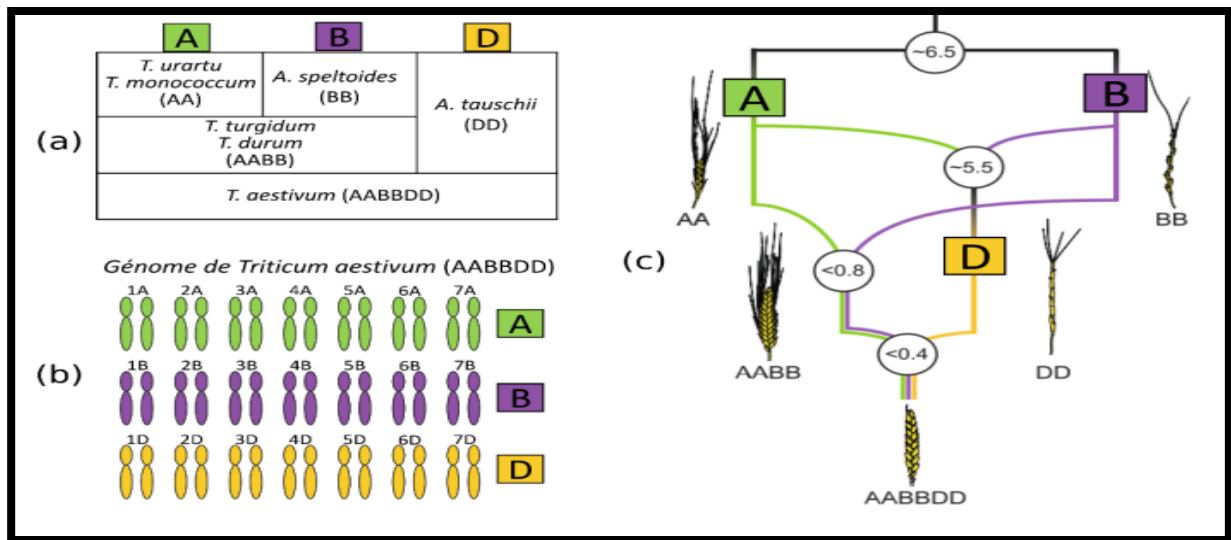


Figure 2. Origine des génomes portés par les différents blés (Marcussen et al., 2014)

I-2. Production du blé tendre

I-2.1. Production dans le monde

Le blé est la culture vivrière qui couvre la plus grande surface cultivée au niveau mondial (14 %) et qui représente la part la plus élevée des échanges de produits alimentaires dans le monde (OCDE/FAO, 2020).

La production mondiale de blé a fortement augmenté en 60 ans. Elle est passée de 222,4 millions de tonnes en 1961 à 765,8 millions tonnes en 2019. Alors que l'Europe a été leader de la production mondiale de blé jusqu'au début des années 90, elle a été dépassée depuis par l'Asie, dont la production a explosé, passant de 45,8 millions de tonnes en 1961 à 337,9 millions de tonnes en 2019. La production de blé sur le continent américain est également en croissance, mais dans des proportions moins importantes que pour l'Europe ou l'Asie. Elle est ainsi passée de 50,8 millions de tonnes en 1961 à 116,8 millions de tonnes en 2019. (Olivpro, 2020)

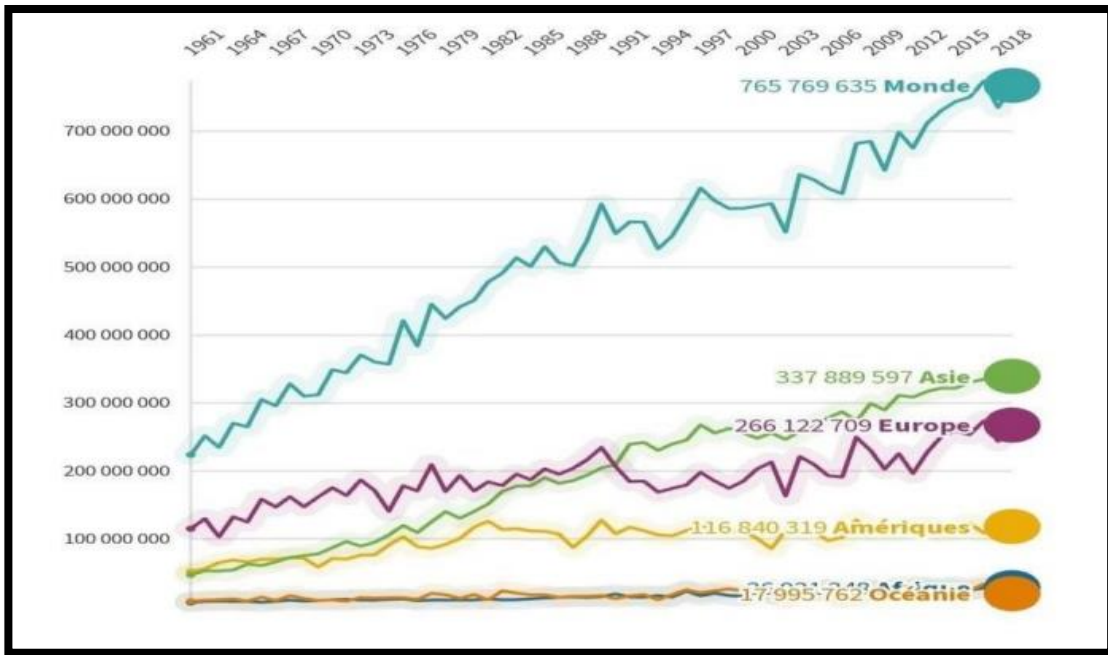


Figure .3. Evaluation de la production mondiale de blé par continent et au niveau mondial (en tonnes) (Fao, 2021)

En 2019, la Chine et l'Inde sont de loin les deux premiers producteurs mondiaux de blé. Ils dépassent tous les deux les 100 millions de tonnes (Olivpro, 2020).

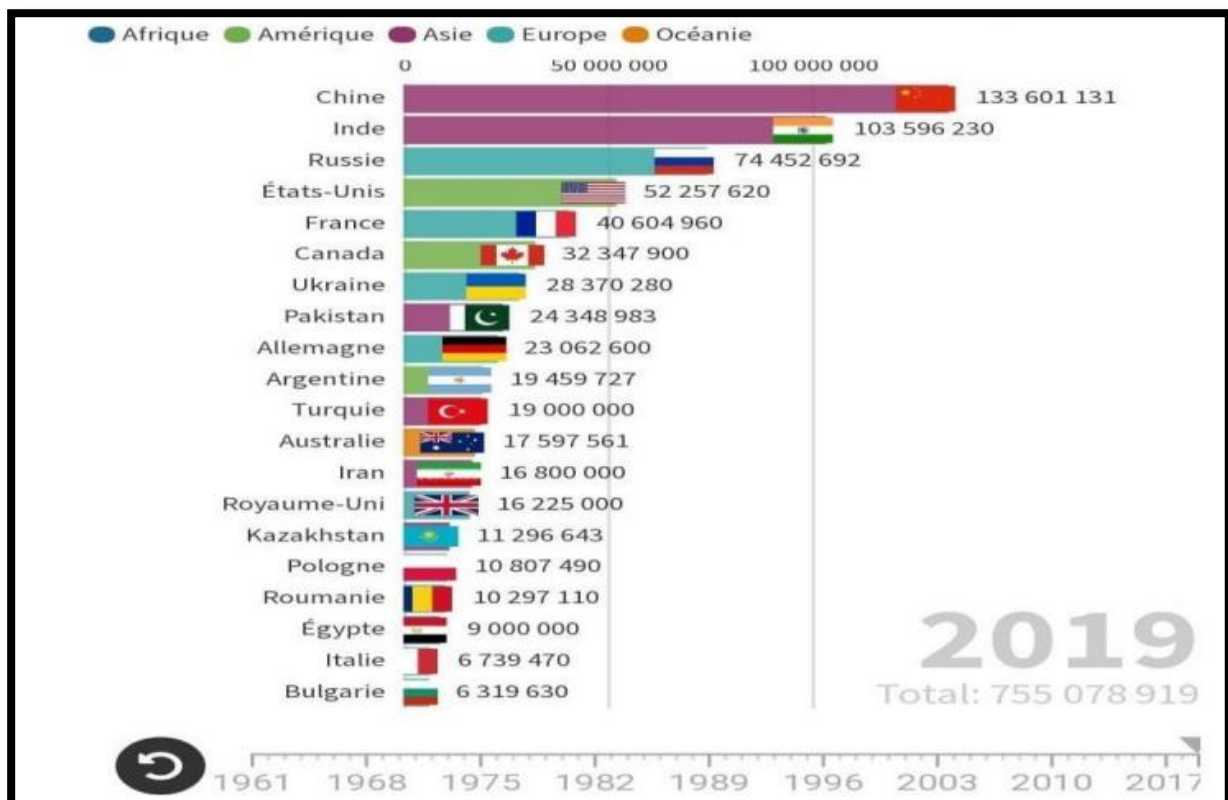


Figure 4 .Evolution des 20 principaux producteurs de blé (en tonnes) (Fao, 2021)

I-2.2. Production en Algérie

Les céréales et leurs dérivées constituent l'alimentation de base dans beaucoup de pays en développement, particulièrement dans les pays maghrébins (Djermoun, 2009).

La production des céréales en Algérie est toujours très faible. Sur les cinq dernières années, la moyenne n'a pas excédé les 42 millions de quintaux et demeure très insuffisante, puisqu'elle ne couvre que 30% des besoins nationaux (Aissa, 2019).

La facture d'importation des céréales ne cesse d'augmenter. L'importation du blé (dur et tendre) représente 65 % des importations des céréales, dont 70% en blé tendre. En 2018, on a importé 8 millions de tonnes de blé (dur et tendre) avec une facture de 1,92 milliard de dollars, dont 7,9 millions de tonnes de blé tendre avec une valeur de 1,48 milliard de dollars (Aissa,2019).

I-3. Classification botanique et biologie du blé tendre

Selon Chadefaud et Emberger (1960), le blé tendre présente le système de classification hiérarchique suivant (Tableau 1) :

Tableau .1. Plan taxonomique du blé tendre (Chadefoud et Emberger, 1960)

Règne	Plantae
Embranchement	Spermaphytes
S/Embranchement	Angiospermes
Division	Magnoliophyta
Classe	Monocotylédones
S/Classe	Commelinidae
Ordre	Poales
Famille	Poaceae (ex. Gramineae)
S/Famille	Triticeae
Genre	Triticum
Espèce	Triticum aestivum L.

Selon Lersten (1987) et Naville (2005), le blé tendre (*Triticumaestivum*) est une plante appartenant au groupe des céréales à paille faisant partie de la famille des graminées ou *Poaceae* actuellement, généralement hivernale mais aussi printanière. Le blé tendre est une monocotylédone herbacée annuelle à croissance définie. A l'instar des autres céréales, le blé tendre comporte un appareil végétatif et appareil reproducteur.

L'appareil végétatif du blé tendre est constitué d'une part d'un système sous terrain ou racinaire. Au cours du développement de celui-ci, deux systèmes se forment: le système racinaire séminal (primaire) et le système racinaire coronaire (secondaire). Ce dernier se substitue progressivement au précédent durant l'avancement du cycle biologique de la plante. Il est du type fasciculé (Lersten, 1987 ; Belaid, 1996 et Soltner, 2005).

L'appareil végétatif du blé tendre est doté d'un système aérien ou caulinaire, d'autre part. Ce système est d'une hauteur moyenne. Ses feuilles présentent un limbe plat, elles sont alternes, longues, étroites et présentent des nervures parallèles. Chaque feuille se divise en deux parties : une portion inférieure, la gaine, qui entoure l'entre-nœud, et une portion supérieure, le limbe. Les gaines, fixées au niveau des nœuds, s'emboîtent les unes dans les autres et forment un tube cylindrique qui entoure la tige. La plante se caractérise par la présence à sa base d'un plateau de tallage, où les bourgeons axillaires se développent en tiges feuillées. Les tiges, ou encore appelées chaumes, sont cylindriques et creuses, elles possèdent entre cinq et sept nœuds, la partie se trouvant entre deux nœuds successives est appelée entre-nœud. Chaque nœud constitue le point d'attache d'une feuille, celle-ci peut être au nombre de trois ou quatre. La feuille la plus haute ou la dernière feuillée appelée la feuille étendard. Le talle, chez les blés, est une entité comportant une tige feuillée (Lersten, 1987 ; Belaid, 1996 et Soltner, 2005).

Concernant l'appareil reproducteur, il est composé de fleurs groupées en inflorescences de type épi, qui est situé au sommet de chaque chaume. Le blé tendre est une plante monoïque à fleurs parfaites (Cook *et al.*, 1991 et Belaid, 1996). Elle se reproduit par voie sexuée à travers l'autofécondation (espèce autogame (Soltner, 1999)). L'épi est constitué d'un axe appelé le rachis sur lequel sont fixés les épillets (Belaid, 1996). Chaque épillet est un axe reproducteur compact, soutenu par deux bractées stériles appelées glumes. Les glumes enveloppent deux à cinq fleurs, chacune étant portée par un court pédicelle, appelé rachéole. Chaque fleur possède trois étamines, chacune dotée d'une grande anthère, et son pistil comprend un seul ovaire, un ovule et deux styles se terminant chacun par un stigmate plumeux et ramifié (Lersten, 1987 ; Belaid, 1996 et Soltner, 2005).

La température minimale pour la germination des graines de blé tendre se situe entre 3 et 4°C, tandis que la floraison commence dès que la température dépasse 14°C (Lersten, 1987).



Figure .5. Champ de blé tendre avec des épis proches de la récolte (Jugand, 2024).

I-4. Structure du grain du blé tendre

Les graines de blé tendre sont petites, de forme ovale à allongée, et mesurent environ 6 à 8 millimètres de long. Leur couleur varie du beige au brun clair, selon les variétés et les conditions de culture. La texture de la graine est généralement lisse, bien que certains grains puissent avoir une légère rugosité. À l'intérieur, la graine est composée principalement d'amidon, entouré par une couche de son riche en fibres(Jugand, 2024).Le grain du blé tendre (Figure 5), à l'image de tous les autres grains des blés, est composé de trois principaux éléments : le germe, l'albumen et l'enveloppe (Figure 6).



Figure .6. Grains de blé tendre (Jugand, 2024).

I-4.1. Le germe (embryon)

Le germe résulte de la fusion des gamètes mâles et femelles. Il se compose d'une part de l'axe embryonnaire, qui donnera la tigelle, le mésocotyle et la radicule, et d'autre part du scutellum, qui formera le cotylédon (Surget et Barron, 2005). Le germe est la portion du grain où le taux d'humidité et la concentration en lipides sont les plus élevés (Pomeranz, 1988).

I-4.2. L'albumen

L'albumen représente la partie la plus volumineuse du grain, constituant environ 80 % de son poids (Pomeranz, 1988), et sert de tissu de réserve. Il est principalement composé de granules d'amidon, intégrés dans une matrice protéique. Cette matrice est majoritairement formée de prolamines (telles que les gliadines et gluténines à hauts et Faibles poids moléculaires), mais aussi d'albumines et de globulines. Lors de la germination et du développement de la plantule, ces deux familles protéiques, les gluténines et gliadines, sont hydrolysées par les enzymes produites dans l'embryon et l'accouche aleurone. Elles fournissent ainsi les acides aminés nécessaires à la germination de la graine (Evers et Millar, 2002).

I-4.3. Les enveloppes du grain

Les enveloppes ou couches périphériques : qui représentent 13-17% (w/w) du grain, entourent l'albumen ; elles rassemblent (de l'intérieur vers l'extérieur) : la couche d'aleurone, la couche hyaline, le tégument, le péricarpe interne et le péricarpe externe (Surget et Barron, 2005).

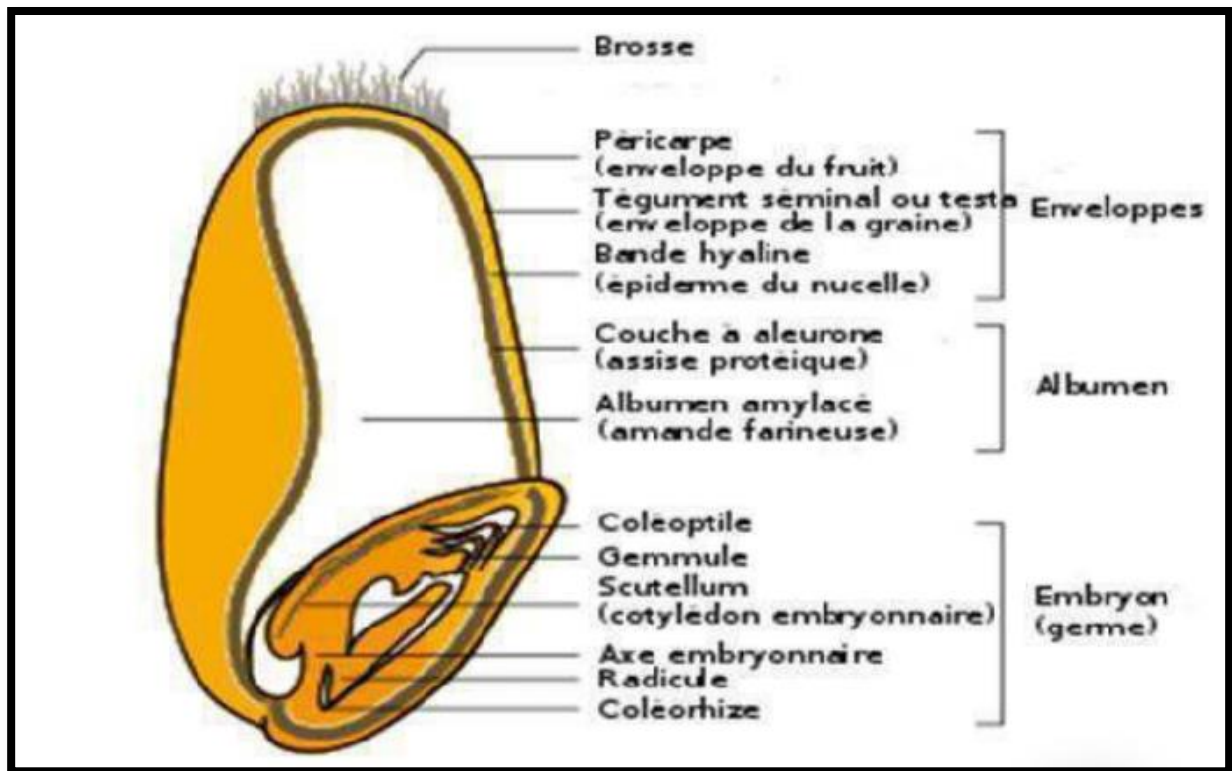


Figure .6. Coupe longitudinale du grain de blé tendre (*Triticumaestivum L.*) (Fao.org).

I-5. Utilisations du blé

I-5.1. L'alimentation humaine

Les grains de blés tendres sont utilisés pour fabriquer de la farine panifiable (haute teneur en gluten qui donne son élasticité au pain), et de la farine utilisée en pâtisserie ou biscuiterie.

Les variétés de blés durs donnent de la farine qui sert à fabriquer les pâtes et la semoule (Rossin,2002). L'industrie en utilise une petite partie pour produire de l'amidon, du malt, du dextrose, du gluten et de l'alcool (Delphine, 2006).

I-5.2. Dans l'alimentation animale

L'utilisation de blé dans l'alimentation animale est prédominante dans les pays industrialisés, son utilisation permet la valorisation des sous-produits telle que le son et remoulages consommés sous forme de poudres ou granules (Delphine, 2006) et aussi les pailles servent également de fourrage des litières (Rossin, 2002).

I-5.3. Dans le domaine non alimentaire

Il est utilisé dans la fabrication des produits cosmétique, d'alcool et dans l'amidonnerie (fournissant des papiers peints, l'engrais) (Delphine, 2006).

I-6. Valeur nutritionnelle du blé tendre

Le blé tendre est une céréale procurant une source importante de protéines végétales, intervenant ainsi à l'apport énergétique grâce à sa richesse en amidon. Le blé tendre se caractérise par ses faibles teneurs en matières grasses et en sucres, mais d'un autre côté, il présente une teneur non négligeable en fibres alimentaires (Jugand, 2024).

Avec une valeur de 361 kcal pour 100 grammes (**Tableau 2**) le blé tendre est un aliment plutôt calorique, qui est constitué des éléments suivants :

- **Glucides** : Le blé tendre est principalement composé de **glucides complexes**, représentant environ 70 à 75 % de son poids. Ces glucides sont principalement sous forme d'amidon, fournissant une source d'énergie durable.
- **Protéines** : Les protéines constituent environ **10 à 15 % du blé tendre**. Elles contiennent des acides aminés essentiels nécessaires à la croissance et à la réparation des tissus corporels.
- **Lipides** : Le blé tendre contient une faible quantité de lipides, généralement moins de 2% de son poids total, principalement sous forme d'**acides gras insaturés bénéfiques**.

En termes de micronutriments, le blé tendre est également une source précieuse de :

- **Vitamines** : Le blé tendre est riche en vitamines du **groupe B** (B1, B2, B3 et acide folique) qui jouent un rôle crucial dans le métabolisme énergétique et la santé du système nerveux. Il contient également de la **vitamine E**, un antioxydant puissant.
- **Minéraux** : Le blé tendre apporte des minéraux essentiels tels que le **fer, le potassium, le zinc et le phosphore**. Ces minéraux sont importants pour diverses fonctions corporelles, y compris la formation de globules rouges, la santé osseuse et la fonction immunitaire.

Tableau .2. valeur nutritionnelle du grain de blé tendre entier (valeur pour 100g) (Département Américain pour l'agriculture -USDA- dans(Jugand, 2024) le site Nutri-Graines. <https://nutri-graines.com/tout-savoir-sur-le-blé-tendre/>)

Constituants	Quantité	Constituants	Quantité
Energie	361 Kcal	Calcium	35mg
Protéines	12g	Fer	3,3mg
Fibres	1,7g	Phosphore	304mg
Glucides	71,3g	Potassium	397mg
Amidon	62,5g	Zinc	2.6mg
Lipides	2,6g	Vitamine B1	0,42mg
AG saturés	0,6g	Vitamine B2	0,14mg
AG monoinsaturés	0,29g	Vitamine B3	5,4mg
AG polyinsaturés	1,59g	Vitamine B9	41µg
		Vitamine E	1,44mg


Par comparaison à d'autres céréales comme le maïs et le riz, le blé tendre offre une teneur plus élevée en protéines végétales, ce qui en fait une source nutritive pour l'alimentation humaine. Par exemple, le riz blanc a une teneur en fibres beaucoup plus faible et une moindre concentration en protéines. Grâce à ses nombreux bienfaits nutritionnels, ce blé ancien revient sur le devant de la scène (Jugand, 2024).

I-7. Les bienfaits du blé tendre pour la santé humaine

Le blé tendre, surtout lorsqu'il est consommé sous forme de grains entiers, est une bonne source de fibres alimentaires. Les fibres jouent un rôle crucial dans la **santé digestive** en favorisant le transit intestinal et en prévenant la constipation. Elles nourrissent également les bonnes bactéries de l'intestin, contribuant ainsi à un microbiome intestinal équilibré, ce qui est essentiel pour une bonne digestion et une meilleure absorption des nutriments. La consommation régulière de blé tendre peut avoir des effets bénéfiques sur la santé cardiovasculaire. Les fibres solubles présentes dans le blé entier peuvent aider à réduire les niveaux de cholestérol LDL (mauvais cholestérol) dans le sang. De plus, les **antioxydants et les phytonutriments** contenus dans le blé entier peuvent contribuer à la protection contre les

maladies cardiovasculaires en réduisant l'inflammation et en améliorant la santé des vaisseaux sanguins. En plus de ses effets sur la digestion et la santé cardiovasculaire, le blé tendre offre d'autres avantages pour la santé. Par exemple : régulation de la glycémie, support du système immunitaire, réduction du risque de certains cancers (Jugand, 2024).

Ainsi, intégrer le blé tendre dans l'alimentation quotidienne humaine peut offrir une multitude de bienfaits pour la santé. Que ce soit pour améliorer la digestion, protéger le cœur, ou bénéficier d'une meilleure régulation de la glycémie, le blé tendre est une céréale polyvalente et nutritive qui mérite une place de choix dans le régime alimentaire de l'Homme (Jugand, 2024).



Chapitre II
Généralités sur la
farine du blé tendre

Chapitre II- Généralités sur la farine du blé tendre

II-1.Définition

La dénomination de la farine, désigne exclusivement la farine de blé tendre (froment) Elle est obtenue par la mouture de l'amande du grain de cette céréale que l'on a broyée et nettoyée au préalable sans autre modification que la soustraction des enveloppes et le germe. La farine ainsi obtenue est apte à la panification (Djelti, 2014).

II-2. Composition chimique

II-2.1. L'eau

Moins de 16% le taux d'humidité de la farine est un facteur important de conservation et de Stockage (Feillet, 2000).

II-2.2. Sucre (glucides)

Représente 1 à 2 % en faible proportion, mais il joue un rôle important dans la fermentation (Feillet, 2000)

II-2.3. Gluten (protides ou protéines)

Représente 8 à 12 % le gluten se trouve uniquement dans le grain de blé. A L'état naturel, dans l'amande, il ne s'appelle pas gluten : ce sont deux matières la gliadine et la glutamiques qu'associées à l'eau produisent le gluten.(Feillet, 2000)

II-2.4. Amidon (glucides)

Représente 60 à 72 % A l'état naturel, dans l'amande, il se présent sous forme d'un poudre composée de granulés de tailles différentes. Lorsque l'amidon est chauffé à 60 C°, il se présentesous la forme d'une masse gélatineuse transparente et collante (l'empois d'amidon). L'amidonne se dissout pas dans l'eau froide, ni dans l'alcool ni dans l'éther.(Feillet, 2000)

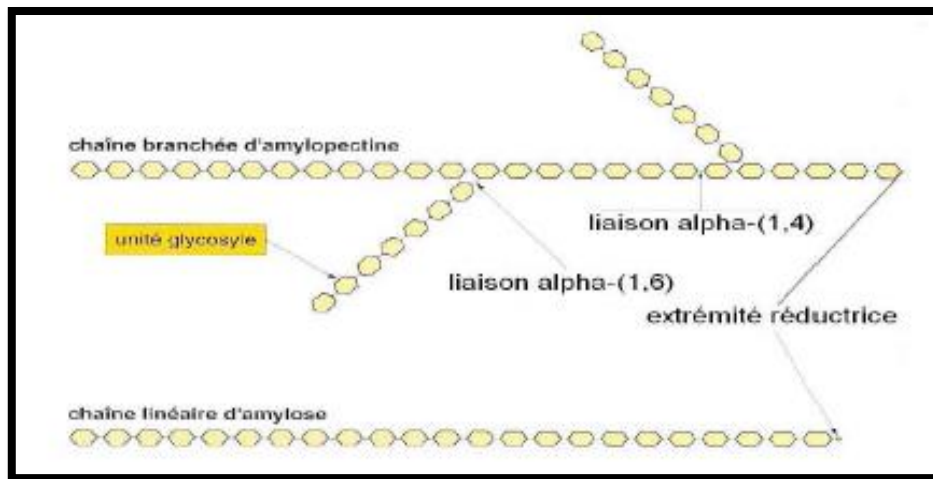


Figure 7. Structure de l'amylose et l'amylopectine (d'après Feillet 2000).

II-2.5. Protéines

Osborne, en 1907, a été le premier à s'intéresser à la classification des protéines du grain de blé. En 1924, il définit quatre groupes de protéines caractérisés par leur solubilité dans différents milieux (Osborne, 1924) :

- Les Albumines qui sont solubles dans l'eau.
- Les Globulines qui sont solubles dans les tampons salins.
- Les Gliadines qui sont solubles dans une solution d'alcool à 70%.
- Les Gluténines qui sont solubles dans une base ou un acide ou des détergents en présence d'un réducteur.

Selon Shewry(1986) il y a deux grandes catégories de classification :

- Les protéines métaboliques (protéine de structure) : les Albumines et Globulines
- Les protéines de réserves : les Gliadines et les Gluténines (figure8).

II-2.5.1. Protéines métaboliques (les Albumines et Globulines)

Les albumines et globulines représentent 15 à 20% des protéines présentes dans la farine de blé et sont solubles respectivement dans l'eau et les tampons salins. Ce groupe de protéines est très diversifié de par ses propriétés physicochimiques (compositions en acides aminés, points isoélectriques et poids moléculaires). Ces protéines participent à la formation du grain et à l'accumulation des réserves dans l'albumen (Vensel et al., 2005).

II-2.5.2. Protéines de réserves (Proteines du Gluten)

Les protéines de réserves font partie des prolamines et sont constituées par un mélange complexe de protéines. Les prolamines regroupent d'une part les protéines monomériques (les Gliadines) et d'autre part les protéines polymériques (les Gluténines) qui sont-elles mêmes constituées de deux sous-groupes : les sous unités de Gluténines de haut poids moléculaire (SG-HPM) et les sous unités de gluténines de faible poids moléculaire (SG-FPM). D'une manière générale, la proportion entre ces différentes prolamines est la suivante : 40% de Gliadines, 40% SG-FPM et 20% de SG-HPM.

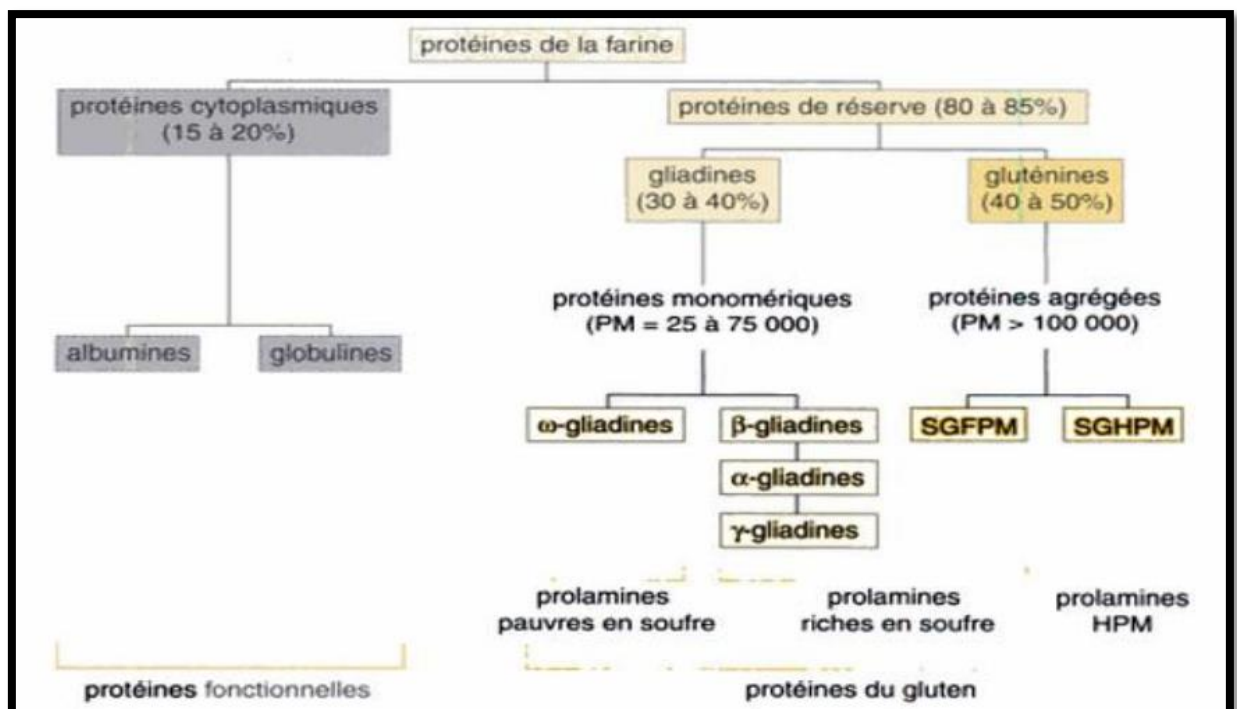


Figure 8. Composition des protéines de la farine : rapprochement entre les classifications d'Osborne(1907) et de Shewry et al (1986).

Ces protéines ont aussi été classées selon leur composition (types et proportions d'acides aminés) et séquences (l'ordre des acides aminés, souvent comparé à d'autres protéines pour détecter des similitudes ou des fonctions communes). On distingue :

- les prolamines riches en soufre
- les prolamines pauvres en soufre
- les prolamines de haut poids moléculaire (figure 8)

Les prolamines riches en soufre représentent 70% des prolamines et sont constituées des gliadines de type α , β , γ et des SG-FPM. Les prolamines pauvres en soufre représentent entre 10 et 12% des prolamines totales et sont exclusivement constituées des gliadines de type ω . Les prolamines de haut poids moléculaire représentent 20% des prolamines.

Les SG-HPM peuvent être de deux types différents : x et y. Ces prolamines ont la capacité de former des structures polymériques avec les SG-FPM et certaines gliadines par l'intermédiaire de ponts disulfures. La masse du réseau polymérisé, en fonction des allèles de gluténines et gliadines, va de 600000 Da à plus de 107Da.

II-2.6. Matières minérales

On parle de matières minérales, par opposition aux matières organiques qui contiennent notamment l'élément carbone. Les minéraux sont classés en 2 catégories :

- les minéraux majeurs ou macroéléments. Ce sont le calcium (Ca), le magnésium (Mg), le phosphore (P), le potassium (K), le sodium (Na). Ils sont tous présents dans la farine.
- Les oligoéléments ou éléments traces, plus nombreux, mais en très petite quantité. La farine contient notamment du fer, du cuivre, du zinc.

Un grain de blé contient de 1,6 à 2,1 % de matières minérales. On les trouve majoritairement dans les enveloppes.

La pureté de la farine se juge d'après sa teneur en résidu minéral. Les matières minérales de la farine apparaissent lorsqu'on calcine de la farine : après calcination, les résidus se retrouvent sous la forme de cendres. Comme les matières minérales existent en plus grande quantité dans les enveloppes du blé, on conclut que moins qu'il y a de cendres, plus que la farine est pure.

II-2.7. Pentosanes (polysaccharides non amylacés)

Ces glucides, bien que ~~bien~~ moins abondants que l'amidon, exercent cependant un impact significatif sur la capacité de la farine à s'hydrater. Les pentosanes se caractérisent par leurs propriétés de solubilité ou d'insolubilité dans l'eau, ainsi que par leur structure soit arabinoxylanique, soit arabinogalactanique. Ils sont covalamment liés à des protéines, formant ainsi des glycoprotéines qui, une fois en solution, ne se dénaturent pas sous l'effet de la chaleur et participent au processus de gélification lors de la cuisson de la pâte, en interaction avec l'acide férulique. Ces composés jouent un rôle crucial dans l'augmentation du volume du pain.

II-2.8. Lipides

Les lipides représentent 1.4 à 2% de la matière sèche de la farine de blé conventionnellement, ils sont classés selon leur extractibilité (L'extractibilité d'un lipide fait référence à sa capacité à être extrait de la farine, selon le solvant ou la méthode utilisée. Cela permet de distinguer différents types de lipides) dans différents solvants (Ritchieet Gras, 1973 ; Chung *et al.*, 1978). On distingue:

II-2.8.1. Lipides libres : (70%) c'est la fraction lipidique qui peut être extraite directement par les solvants apolaires (éther de pétrole, hexane...). Cette fraction est constituée majoritairement de lipides apolaires qui sont les lipides de réserves du grain de blé. Ils sont constitués de triacylglycerol, de faible quantité de diacylglycerol, de monoacylglycerol et d'acide gras libres.

II-2.8.2. Lipides liés : (30%) correspondant à la fraction extractible avec les solvants polaires, cette fraction interagit avec les autres constituants de la farine par des liaisons hydrophobes. Elle est constituée majoritairement de lipides polaires qui sont les lipides de structure du grain de blé, ils comprennent essentiellement des glycolipides et des phospholipides.

II-2.9. vitamines

Une farine complète de blé tendre contient la totalité des vitamines initialement présentes dans le grain. Une farinele taux d'extraction est de 75 à 80 % contient environ 20 % de la vitamine (B6), 25 % de biotine, 30 % d'acide nicotinique (B1), 55 % de l'acide pantothénique (B12) et 70 % de la vitamine E (Boenet, 1992).

II-2.10. Enzymes

Les enzymes sont présentes en petites quantités dans la farine les plus courantes sont les protéases, les lipases, les amylases, les peroxydases et les catalases (Cheftel , 1977).

II-2.10.1. Protéases

Enzyme agissant sur la structure des protéines (Lahbabi *et al.*,2004); leur présence dans la farine est liée à la germination du grain qui n'est pas souhaitable (pour la qualité de la farine destinée à la panification, car elle dégrade les protéines nécessaires à la formation du gluten et modifie (Grandvoignet et Praix, 1994).

II-2.10.2. Lipases

Les lipases distribuent les caroténoïdes sous une réaction d'oxydation et entraînent une décoloration du pain qui devient blanche (Cheriet, 2000).

II-2.10.3. Amylases

Les deux enzymes qui contrôlent la fermentation panaire sont la β - amylase et α amylase, la présence de l' α amylase étant généralement constante et suffisante. Seule l'action de l'amylase a besoin d'être contrôlée soigneusement (Feillet, 2000).

II-3. Caractéristique de la farine

Selon (Doumandjiet *al.*, 2003), les caractéristiques de la farine sont les suivantes :

II-3.1. Caractéristique organoleptique

Le but de la détermination des caractères organoleptiques est de rechercher l'état de conservation et la détermination de la pureté.

II-3.1.1. Essai au touché

L'essai au touché consiste à serrer dans la main une poignée de farine puis ouvrir et observer : la farine de blé tendre forme une espèce de pelote ce qui traduit une mouture fine et une humidité adéquate, caractéristiques d'une bonne qualité technologique.

II-3.1.2. Odeur

Il s'agit de préparer un pàton avec de l'eau tiède et sentir. L'odeur de la farine est franche, agréable, analogue à celle de la noisette. Les farines semi complète ont une odeur qui rappelle celle du son. Une odeur acide, rance, acre indique que la farine est ancienne, et une odeur de moisi indique que la farine est en voie d'altération.

II-3.1.3. Saveur

la saveur normale de la farine est agréable et caractéristique, avec une note douceâtre, parfois accompagnée d'un léger arrière-goût amer particulièrement présent dans les queues de mouture (les parties les plus riches en enveloppes, souvent situées en fin de processus de mouture).

Des altérations prononcées (comme une mauvaise conservation, une fermentation ou une oxydation) peuvent modifier cette saveur, la rendant aigre, rance ou piquante.

Il est également possible de déceler l'addition de farines étrangères (d'une autre origine ou espèce céréalière) par des variations de goût.

De même, la présence de graines parasites (comme des graines de mauvaises herbes ou des graines toxiques) peut influencer la saveur de façon notable, souvent avec un goût amer, piquant ou désagréable.

II-3.1.4. Couleur

La couleur varie avec le taux d'extraction et avec la nature de blé. La farine dont le taux d'extraction moyen (70%) est blanche. Si le taux d'extraction est élevée (80% et plus), la couleur varie du crème au marron claire.

II-3.2. Caractéristiques physico-chimique

II-3.2.1. Taux de Protéine (Prot)

La teneur en protéine est déterminée par un appareil « NIRS (near infra red system) » où les mesures sont faites en transmission ou en réflexion dans une plage spectrale en proche infrarouge [1400-2500nm] d'un échantillon broyé. La détermination de cette teneur nécessite un étalonnage préalable mémorisé dans un microprocesseur à l'aide de l'échantillon, de composition connue et un traitement mathématique du spectre résultant de l'analyse de l'échantillon inconnu. Les résultats, représentent la moyenne de 3 répétitions, et qui sont exprimés en (%) de protéine par rapport à la matière sèche.

II-3.2.2. Taux d'Amidon (Am)

Ce taux est déterminé par l'appareil (NIRS) par transmission en proche infrarouge (IR) [1400-2500nm]. Les résultats sont exprimés en (%) d'amidon par rapport à la matière sèche.

II-3.2.3. Taux d'Humidité (H)

La teneur en eau est mesurée à l'aide d'un appareil à IR (NIR) et selon les mêmes conditions de mesure. Les résultats sont exprimés en (%) d'humidité par rapport à la matière sèche.

II-3.3. Caractéristique Technologique

II-3.3.1. Test de Pelshenke

Ce test qualitatif permet de déterminer le temps nécessaire pour qu'une boule de pâte (mélange farine+levure) trempée dans de l'eau sous l'effet de la levure et la température à 32°C, éclate. Les boulettes gonflent, remontent en surface, puis au bout d'un certain temps se disloquent et retombent. Cet indice varie en fonction de nombreux paramètres : température, temps de pétrissage, type de levure, type de mouture... . Ce test révèle la qualité de la farine :

plus la durée d'éclatement est longue, plus la qualité des protéines est bonne (richesse en Gluten).

II-3.3.2. Test de Sédimentation SDS

L'indice de sédimentation (SDS) permet de donner une idée sur la force d'une farine. Il est basé sur la lecture du volume (en ml) du dépôt formé suite à une série d'agitation et au gonflement des protéines, dans des conditions bien définies, de 6 grammes de la farine de l'échantillon testé, 18 ml de solution SDS). La farine ne doit pas crisser sous la dent (sable) dans une solution à base de Sulfate Dodecyl de Sodium (SDS). Cet indice est déterminé par Axford et Redman (cette dernière a été publiée dans *Cereal Chemistry*, 56 : 582-584 en 1979), le principe repose sur l'aptitude du gluten à gonfler en milieux aqueux et coaguler dans un milieu acide à l'aide d'une solution SDS-acide lactique, la valeur obtenue détermine donc la viscoélasticité du blé (Monneveux, 1984).

II-3.3.3. Test de Gluten humide et Gluten sec

La teneur en protéines est une qualité importante des farines recherchée par les industriels céréaliers pour leur rôle important dans la formation de la pâte.

Les deux principales protéines du Gluten sont les Gliadines et les Gluténines dans des proportions variables, la variabilité du gluten tant en qualité qu'en quantité est grande et dépend de la variété de blé, lieu de culture, conditions climatiques.

Le Gluten est dosé après séparation manuelle de l'amidon, en pétrissant une petite quantité de pâte sous un filet d'eau. L'amidon est peu à peu entraîné par l'eau et il ne reste finalement qu'une masse compacte blanc crème, souple, extensible, et très élastique.

II-4. Notion de gluten pour la farine

Le gluten est une fraction protéique des grains de céréales, notamment du blé, de l'orge et du seigle. Le gluten de blé est composé de gliadines, protéines monomériques de faible poids moléculaire et de gluténines, protéines polymériques de poids moléculaire élevé. Ces protéines s'associent pour former un réseau qui confère extensibilité et élasticité à toute matrice alimentaire en contenant (Guzylack, 2003).

Le gluten n'existe pas à l'état natif dans le grain de blé. Il se forme par hydratation de la farine, à partir des prolamines (FFAS, 2016).

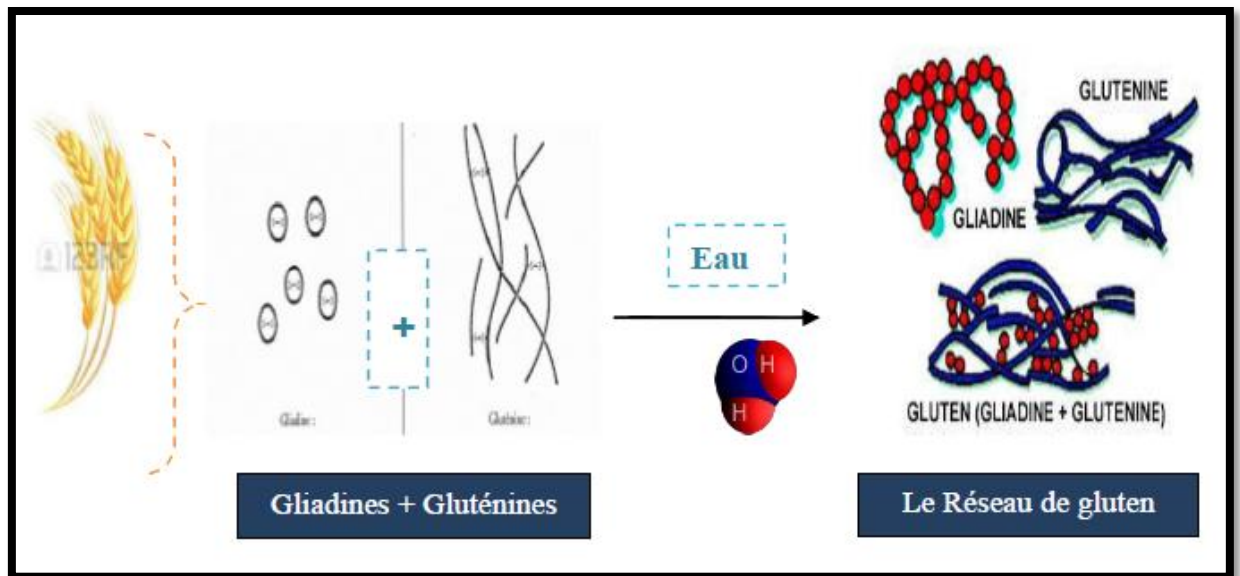


Figure 9. La formation de réseau du gluten (FFAS, 2016).

Le gluten n'est pas un composant toxique pour l'homme : il est bien toléré par la majorité des consommateurs, qui peuvent manger sans danger les produits contenant du gluten (pain, pâtes, biscuits, etc.). À l'exception le cas de sensibilisation à certain protéine du blé (FFAS, 2016).

II-4.1. Le rôle du gluten dans la panification

II-4.1.1. Lors du pétrissage

- Réorganisation des protéines de la farine formant le réseau de gluten,
- Obtention d'une pâte viscoélastique capable de retenir les gaz.

II-4.1.2. Lors de la fermentation

- Rétention du gaz carbonique produit par l'activité fermentaire,
- Gonflement de la pâte.

II-4.1.3. Lors de la cuisson

- Formation rapide de la croûte, limitant la fuite des gaz
- Nouvelles organisations des protéines du gluten, sous l'effet de la chaleur (FFAS, 2016).

II-5. Différents types de farine de blé

Il existe un certain nombre de type de farine bien déterminée sont :

T45 : Farine blanche utilisée pour la pâtisserie.

T55 : Farine utilisée pour le pain de campagne.

T65 : Farine blanche sert à faire le pain de campagne , cette dernière ne contient pas d'acide ascorbique (vitamine C).

T80 : Farine bise ou semi complète utilisée couramment dans les boulangeries biologique sert à faire le pain semi complet.

T110 : Farine complète.

T150 : Farine intégrale est utilisée pour la fabrication du pain complet.

Tableau .3. Les types de farine de blé (Bouleghie et Oubed,2002).

Type	Taux de cendreen%	Humidité (%)	Taux d'extraction Moyen Correspondant(%)
45	Moins de 0.5	15.5%	67
55	De 0.5 à 0.6	15.5%	75
65	De 0.62 à 0.75	15.5%	78
80	0.75 à 0.9	15.5%	80-85
110	1.00 à 1.20	15.5%	85-90
150	Plus de 1.4	15.5%	90-98

II-6.Processus de fabrication de la farine de blé tendre

La farine de blé tendre est obtenue par un processus de mouture qui transforme les grains de blé tendre en une poudre fine. Voici les étapes principales de ce processus(Jugand, 2024) :

II-6.1. Récolte et séchage : Les grains de blé tendre sont récoltés lorsque les épis sont mûrs et secs. Ils sont ensuite stockés dans des silos jusqu'à ce qu'ils soient prêts pour la transformation.

II-6.2. Nettoyage : Les grains de blé sont soigneusement nettoyés pour éliminer les impuretés, telles que les cailloux, la poussière et les autres débris. Ce nettoyage est crucial pour garantir la pureté et la qualité de la farine.

II-6.3. Conditionnement : Avant la mouture, les grains de blé sont souvent humidifiés légèrement. Ce processus, appelé conditionnement, permet de ramollir le son et d'optimiser la séparation des différentes parties du grain lors de la mouture.

II-6.4. Mouture : Les grains de blé passent ensuite à travers une série de broyeurs à cylindres. Ces broyeurs écrasent les grains, séparant l'endosperme (la partie intérieure riche en amidon) du son (la couche extérieure fibreuse) et du germe (la partie nutritive contenant des vitamines et des huiles).

II-6.5. Tamisage : La farine ainsi obtenue est tamisée pour séparer l'endosperme moulu du son et des autres particules plus grossières. La farine blanche, qui ne contient que l'endosperme, est obtenue en enlevant presque tout le son et le germe. La farine de blé entier, en revanche, conserve une partie du son et du germe, offrant ainsi une plus grande valeur nutritionnelle.

II-6.6. Mélange et standardisation : Pour assurer une qualité constante, la farine peut être mélangée et standardisée. Différentes moutures de farine peuvent être mélangées pour obtenir des caractéristiques spécifiques, comme le taux de protéines souhaité.

II-6.7. Emballage : Enfin, la farine est conditionnée et est prête à être distribuée pour la consommation. La farine de blé tendre est principalement utilisée pour la fabrication de produits de boulangerie, tels que le pain, les gâteaux, les biscuits et les pâtisseries, grâce à sa texture fine et sa capacité à créer des produits légers et aérés.



Figure 10. Farine du blé tendre (<https://french.alibaba.com/>)



Partie
Expérimentale



Matériel et méthodes

Chapitre III- Matériel et méthodes

III-1. Objectif

L'objectif de cette étude est, d'une part, faire le suivi du processus de raffinage des grains de blé tendre (*Triticumaestivum*) en vue de l'obtention de farine blanche, et de caractériser ses principaux paramètres technologiques ; le laboratoire de cette unité effectue des analyses et des contrôles de qualité à tous les niveaux de la fabrication c'est-à-dire depuis la réception du blé tendre jusqu'à l'obtention de la farine.

Les analyses qui sont effectuées dans ce laboratoire sont de deux types :

➤ Contrôle de la matière première (blé tendre) :

- Poids de 1000 grains
- Taux d'humidité
- Test de gréage

➤ Contrôle de produit fini (farine blanche) :

- Taux d'humidité
- Taux affleurement
- Dosage du gluten
- Test organoleptique

D'autre part, cette étude a pour objectif de faire la comparaison entre la farine blanche issue du raffinage et la farine complète, afin de mettre en évidence les différences technologiques, ainsi que les effets possibles sur la qualité des produits finis.

III-2. Présentation du lieu de stage

L'entreprise économique et productive « Moulins Seybouse » est un complexe agroalimentaire doté d'un capital estimé à 400 000 000 DA. Elle a vu le jour en 1920 sous la direction des frères Mersal Kouki, date à laquelle l'unité a été fondée. En 1965, elle a été intégrée au groupe public SEMBAK (Société d'État de Meunerie, Boulangerie et Alimentation - Alger), sans que son organisation interne n'ait connu des transformations majeures. L'entreprise les Moulins Seybouse fabrique à son niveau les produits suivant : la semoule, la farine et le son.

L'entreprise relevait à cette époque :

- de la Direction des Produits Alimentaires (SEMBAK, Alger) pour la gestion de la production
- et de l'Unité Polyvalente des Services de Wilaya (UPEW) pour la gestion commerciale.

Le 24 décembre 1997, un groupe économique et commercial a été créé au sein de l'entreprise, unifiant ainsi les fonctions de gestion de la production et de la commercialisation au niveau local, avec les mêmes unités de travail. Ce changement a permis une meilleure coordination des activités : production, chambre de commerce, finance, et gestion des ressources humaines.

À partir du 1er janvier 1998, le complexe économique et productif a officiellement établi une filiale sous l'appellation "Moulins Seybouse – Riadh Constantine", localisée à Constantine.



Figure 11.Le moulin Seybouse Annaba (Ghai, 2025).

III-2.1. Activité et zone d'intervention

Le champ d'activité de l'entreprise couvre les wilayas de Annaba et El Tarf, avec une spécialisation dans :

La production journalière de l'entreprise les moulins Seybouse en semoule, farine et son est représentée dans le Tableau (4).

L'entreprise fonctionne en équipes successives, selon une rotation 3x8 (trois équipes par jour, 8 heures chacune). Depuis la modernisation de son équipement en l'an 2000, un

nouveau système de production en 2x8 (deux équipes par jour) a été adopté, grâce à l'introduction de machines modernes, plus rapides et plus efficaces, permettant un gain de temps et une meilleure qualité de produit.

Tableau .4.La production journalière de moulin Seybouse.

<i>Type de blé</i>	<i>Type de production</i>	<i>La quantité de laproduction</i>
<i>Blé dur</i>	<i>Semoule</i>	<i>292 quintaux par jour</i>
	<i>Le son</i>	<i>108 quintaux par jour</i>
<i>Blé tendre</i>	<i>Farine</i>	<i>600 quintaux par jour</i>
	<i>Le son</i>	<i>200 quintaux par jour</i>

III-2.2. Approvisionnement et distribution

- Le blé est approvisionné via l'OAIC (Office Algérien Interprofessionnel des Céréales).
- Le transport est assuré par voie terrestre, à l'aide de camions appartenant aux Moulins Seybouse.
- Les produits finis sont distribués :
 - aux grossistes
 - aux détaillants
 - directement aux consommateurs.

III-3. Le suivi du processus de raffinage de blé tendre

Le suivi du processus de raffinage du blé tendre en farine blanche dans l'entreprise « Les Moulins Seybous » s'est fait au niveau de l'unité de broyage et de raffinage en présence du responsable de cette unité. Des explications indicatives et détaillées du processus nous ont été promulguées, avec une prise de notes et de photos tout au long de ce processus. Des documents portant sur le processus nous ont été fournis avec plus d'explication et de clarté.

III-4. Analyses physico-chimiques effectuées sur les grains de blé tendre

III-4.1. Taux d'humidité

Le taux d'humidité du grain de blé tendre est la proportion d'eau contenue dans les grains, exprimée en pourcentage par rapport à la masse totale du grain (eau + matière sèche).

➤ Principe

Le principe du taux d'humidité repose sur la différence de masse entre un échantillon de grains avant et après séchage, ce qui permet de déterminer la quantité d'eau contenue dans les grains.

➤ Mode opératoire

- Broyage des grains de blé tendre, les dimensions des particules obtenues doivent rester comprises entre certaines limites ;
- Peser avec la balance 10 g des grains broyées ;
- Mettre ces 10 g dans une coupelle ;
- Porter les coupelles avec une pince et les placer dans un plateau spécial et le placer dans l'étuve (à une température de 130°C) ;
- Régler et fermer l'appareil à 15 minute (Figure 12) ;
- Retirer les coupelles de l'étuve lorsque l'étuve s'éteint ;
- Peser avec une balance de précision et faire la lecture.

➤ Expression des résultats

L'humidité des grains broyés est indiquée par la perte de masse rapportée en (%) par rapport à la masse initiale :

$$H\% = (m_0 - m_1) \times 100$$

m₀ : La masse, en grammes, des grains broyés avant le séchage (10 g)

m₁ : La masse, en gramme, des grains broyés après le séchage.



Figure 12. Etuve (Ghai, 2025)

III-4.2. Test de gréage

Le test de gréage du blé tendre est une analyse physique qui consiste à évaluer la qualité brute d'un échantillon de blé en séparant et en quantifiant les impuretés, les grains non conformes et les corps étrangers.

➤ **Principe**

Le test repose sur une séparation manuelle ou mécanique de l'échantillon de blé tendre en plusieurs catégories distinctes ; où chaque fraction est pesée séparément. On distingue les catégories suivantes :

- Grains cassés
- Grains mouchetés
- Grains maigres
- Les déchets

➤ **Mode opératoire**

- Prélever 100 g de semences de blé à partir d'un échantillon représentatif ;
- Étaler soigneusement les semences sur un plateau ;
- Observer l'ensemble des grains sous la loupe binoculaire ;
- Séparer les semences en plusieurs catégories (Figure 13) :

- Grains cassés
- Grains mouchetés
- Grains maigres
- Les déchets
- Chaque fraction peut être pesée séparément ;
- Comparer les résultats aux normes réglementaires.

➤ **Expression des résultats**

La formule de calcul du gréage 'de blé tendre' ou de sa qualité brute est la suivante :

$$B\% = 100 - M$$

M : La somme totale des fractions (les impurités)

B : Pourcentage de blé entiers.

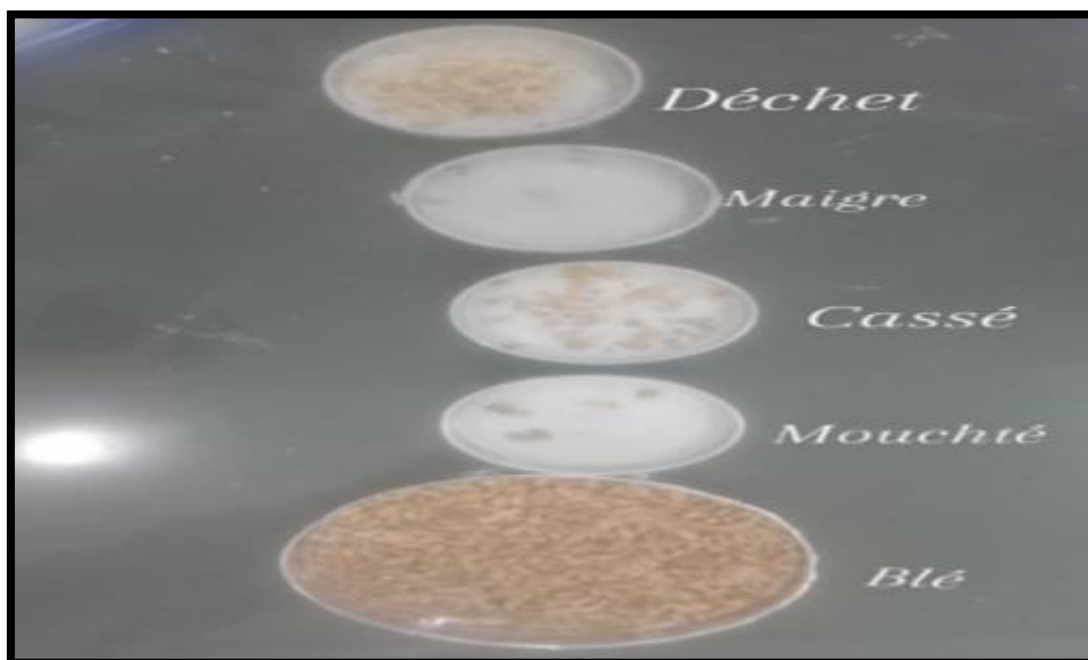


Figure 13. Test de gréage (séparation des différents constituants) (Ghai, 2025).

III-4.3. Poids de 1000 grains

Le poids de 1000 grains est la masse en grammes de 1000 grains entiers, sains et secs, prélevés de manière représentative dans un échantillon donné.

➤ **Principe**

Peser une quantité de l'échantillon, séparer les grains entiers et peser le reste, puis compter les grains entiers.

On détermine la masse en gramme de 1000 grains entiers par comptage de 30 gramme de blé.

➤ **Mode opératoire**

- Peser 30 g de blé sale
- Eliminer les impuretés (tout ce qui n'est pas grains entier) (Figure14)
- Peser exactement le poids (g) de grain entier
- Déterminer l'humidité de l'échantillon

➤ **Expression des résultats**

la Formule de calcul du PMG 'du blé tendre' :

$$\text{PMG} = \frac{10 \times p (100-H)}{N}$$

Avec :

PMG : Poids de 1000 grains

P : Le poids de blé nettoyé

H : Teneur en eau du blé (l'humidité de blé en %)

N : Le nombre de grains comptés par l'appareil



Figure 14. Elimination des impuretés d'un échantillon de 30 g de blé tendre (Ghai, 2025).

III-5. Analyses physico-chimiques et technologiques effectuées sur les deux farines (blanches et complètes)

Les mêmes analyses sont effectuées pour la farine blanche et la farine complète :

III-5.1. Taux d'humidité

Le taux d'humidité de la farine est la proportion d'eau qu'elle contient, exprimée en pourcentage par rapport à sa masse totale.

Principe :

Il repose sur la différence de masse entre un échantillon de farine avant et après séchage à haute température, permettant de déterminer la quantité d'eau évaporée.

Mode opératoire

- Peser avec la balance 10 g farine blanche et 10 g farine complète ;
- Mettre ces 10 g dans une coupelle ;
- Porter les coupelles avec une pince et les placer dans un plateau spécial et le placer dans l'étuve (à une température de 130°C) ;
- Régler et fermer l'appareil à 15 minute;
- Retirer les coupelles de l'étuve lorsque l'étuve s'éteint ;
- Peser avec une balance de précision et faire la lecture.

m_0 : La masse, en grammes, de farine avant le séchage (10 g)

m_1 : La masse, en gramme, de farine après le séchage.

III-5.2. Dosage de gluten

Les protéines dans l'eau sont capables de s'associer pour former un réseau qu'on appelle gluten, il existe pour le blé deux familles de protéines insolubles dans l'eau : les gliadines et les glutenine, les premières sont responsables de l'extensibilité du collant des pâtes, les secondes responsables de la ténacité et de l'élasticité des pâtes.

Selon le rapport gliadines sur glutenines, les caractéristiques des pâtes seront donc différentes.

➤ Principe

Le Gluten est le composé protéique (GLIADINE + GLUTENINE) le plus important de la farine, dont le rôle est essentiel dans les diverses fabrications. Il constitue l'armature de la pâte et lui communique son « nerf » ou sa « force », c'est-à-dire ses qualités mécaniques.

Le dosage du Gluten repose sur :

- Son insolubilité dans l'eau chargée de sels ;
- La propriété qu'il possède de s'agglomérer lorsqu'on le malaxe sous un courant d'eau qui élimine les autres constituants.

La masse plastique obtenue est pesée à l'état humide, puis après dessiccation.

Au cours de l'extraction, il convient de noter l'aspect et la plasticité du Gluten.

➤ Mode opératoire

- Peser 10 g de farine ;
- Déposer ces 10g dans le mortier ;
- Ajouter quelques gouttes d'eau (Figure 15) ;
- Mélanger l'ensemble d'eau et la farine par la main pour avoir un pâton ;
- Laisser le pâton reposer 5min ;
- Pétrir le pâton à la main avec l'eau de robinet jusqu'à l'obtention de l'eau blanche ;
- Peser le gluten obtenu pour déterminer le poids de gluten humide (p) ;
- Le résultat est multiplié par 10 donc : $10 \times p$



Farine blanche



Farine complète

Figure 15. Dosage du gluten de la farine blanche et la farine complète (Ghai, 2025).

III-5.3. Taux d'affleurement

Le taux d'affleurement a été réalisé selon la méthode décrite par la norme (AFNOR, NF 11- 501). C'est la quantité de refus obtenus après tamisage de 100g de farine pendant 5 minutes à travers une série de tamis avec une ouverture de mailles décroissantes, ensuite les refus de chaque tamis sont pesés. Le diamètre des mailles des tamis utilisés pour la farine sont dans un ordre décroissant : 212 μm , 180 μm , 160 μm , 140 μm et 125 μm .

➤ Principe

Le taux d'affleurement de la farine de blé tendre se réfère au pourcentage de farine obtenue à partir d'une quantité spécifique de blé suite à sa mouture. Il représente le pourcentage de

substance préservée dans la farine : plus ce taux est important, plus la farine est intégrale et renferme des composants du son et du germe ; plus il est bas, plus la farine est blanche et raffinée. Ce concept facilite la classification des farines en fonction de leur finesse et de leur contenu nutritif.

➤ **Mode opératoire**

- Peser avec balance analytique 100 g de farine blanche ;
- Verser délicatement la farine sur la tamis supérieur et fixer l'ensemble sur la tamiseuse (Figure 16) ;
- Tamiser pendant 5 minute ;
- Peser la quantité restante sur la surface du tamis et la noter.



Figure 16. Tamiseuse (Ghai, 2025).

III- 6 . Test organoleptique

➤ **Principe**

Le test organoleptique de la farine de blé tendre consiste à évaluer sa qualité sensorielle à l'aide des sens de : vue, toucher, odorat et parfois goût. Il permet d'observer la couleur, la finesse, la texture douce et l'odeur fraîche de la farine, afin de détecter d'éventuelles altérations liées au stockage ou au vieillissement.

➤ **Mode opératoire**

Dans l'Analyse sensorielle on s'intéresse généralement seulement aux perceptions suivantes :

- La vision : on observe la couleur de la farine à l'œil nu.
- L'odeur : on teste l'odeur de la farine à l'aide du nez.
- Goût : on déguste la farine dans la bouche.



Résultats et discussion

Chapitre IV - Résultats et discussion

IV-1. Processus de Raffinage de blé tendre

IV-1.1.Réception de la matière première (Blé tendre)

Le département de production reçoit le blé sous diverses formes, notamment le blé dur et le blé tendre, cette matière première étant fournie par l'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales (O.A.I.C). L'établissement emploie des méthodes spéciales et consécutives pour cette phase. La réception ne dépasse pas une flotte de 22 camions, dont la capacité de chargement fluctue.

Avant d'entamer la procédure de réception, un expert évalue le poids du blé transporté à l'aide d'une balance, en parallèle, un analyste spécialisé de l'établissement détermine la qualité du blé.

Lors de l'arrivée du blé, plusieurs points cruciales sont à considérer, notamment :

- La trémie : C'est un vaste conduit (fosse) utilisé en interne (béton armé), entouré d'une clôture en métal qui contribue à empêcher l'évasion des impuretés responsables de dommages par obstruction des dispositifs de transport automatique. Elle a une capacité de 30 tonnes de blé, ce qui lui permet d'accueillir les matières premières.
- L'élévateur à godets : C'est un équipement qui garantit le déplacement du blé en hauteur. Il saisit le produit à la base, c'est-à-dire au niveau du bas de l'élévateur, pour le hisser jusqu'au sommet de l'élévateur.
- Machine de séparation, de nettoyage et d'aspiration : Cette machine effectue l'aspiration et le nettoyage partiel du blé des impuretés grandes et petites, telles que : bois, maïs jaune, blé cassé, orge, riz, etc. Cette machine est suivie de ce qu'on appelle Par les tourbillons d'air dont le but est d'aspirer et de filtrer la poussière, toutes les impuretés sont mises dans des sacs.
- L'élévateur à godets : Le transport vertical a été inventé pour le transport horizontal.
- Le transporteur à chaîne : C'est un appareil inventé pour le transport horizontal des grains, utilisé pour le chargement ou le déchargement.
- Les cellules de stockage : Leur mission est de stocker le blé et elles sont en béton. Il y a 34 cellules, dont 17 pour le blé dur et 17 pour le blé tendre, chacune pouvant contenir 1500 quintaux de blé, ce qui nous donne une capacité totale de 34 cellules, soit 51000 quintaux.
- Le transporteur à chaîne : Le transport horizontal du blé.

- La grue à godets : Le transport vertical du blé mais pas avec la même énergie ou la même fuite, car ici la fuite est moindre.
- Vis de transport : Appareil garantissant le transport horizontal du blé, composé de cuves doubles de longueur uniforme.
- Les cellules : Stockage du blé.
- **Branche de nettoyage sur la liste de transport à vis** : Transport du blé stocké à la branche de nettoyage.

IV-1.2. Nettoyage de blé tendre

L'une des phases les plus cruciales de la production du blé est son nettoyage, qui a pour but de le préparer à la mouture en éliminant toutes les impuretés résiduelles lors de sa réception. C'est pour cette raison que l'établissement a instauré un ensemble d'équipements de nettoyage et de tri, basés sur la distinction entre les deux formes de nettoyage.

- Le nettoyage préliminaire : Il s'agit du nettoyage à sec.
- Le nettoyage secondaire : Il s'agit du nettoyage humide (mouillé).

IV-1.2.1. Le nettoyage initiale (nettoyage à sec)

Le nettoyage initiale, à sec, implique la suppression totale de toutes les impuretés résiduelles.

Suite à l'opération finale réalisée par le département de réception, le blé est déplacé par la grue intégrée (transit du blé) pour entamer la procédure de nettoyage comme décrit ci-dessous:

- La balance automatique : Elle aide à enregistrer le poids de la matière première (le blé) entrant dans le département de nettoyage, sa capacité de pesée atteint 200 kg.
- Machine de séparation, de nettoyage et d'aspiration : Elle assure la séparation et l'élimination de toutes les impuretés et résidus à l'aide du tamis intégré, étant connectée à des bras aériens dont le rôle est de capturer la poussière. Il convient de souligner que l'appareil est connecté à un autre dispositif, notamment le conduit d'aspiration rectangulaire, qui est associé à l'élimination des impuretés invisibles.
- Dépoussiéreur à pierres : équipement dédié à l'extraction des pierres, grains et autres semences, soit pour l'élimination intégrale de tous les types de pierres, blocs de terre, briques et particules, en veillant à la séparation des pierres sur un côté.

- Le séparateur de pierres séché : un dispositif destiné à l'élimination des pierres, grains et autres graines, en d'autres termes pour une séparation intégrale de tous les types de pierres, blocs de terre, briques et particules, en distinguant les pierres d'un côté et les grains de l'autre. Il est associé aux vortex aériens.
- Le tamis "le séparateur purificateur" : il filtre la matière première (le blé) des grains noirs et du blé cassé.
- Brosse de nettoyage du blé et canal d'aspiration rectangulaire : La brosse nettoie et purifie le blé des agglomérats de terre, tout en éliminant les insectes et en enlevant la poussière et les écorces qui se trouvent à la tête du grain de blé. La brosse est équipée d'un canal d'aspiration rectangulaire pour éliminer définitivement et efficacement toutes les impuretés.
- Le palan à crémaillère : transport du blé préparé pour le deuxième nettoyage.

IV-1.2.2. Deuxième nettoyage (nettoyage humide)

Le deuxième nettoyage, humide, se déroule en deux étapes : le lavage du blé et le conditionnement du blé.

- Le lavage du blé : Cela se fait en utilisant de l'eau claire lors du transport du blé préparé à l'aide du palan indiqué, nous procédons comme suit :
 - L'humidificateur intensif : Il est utilisé pour le conditionnement homogène et régulier des grains, en plus d'aider à augmenter le taux d'humidité requis pour le blé.
 - Le convoyeur et la chaîne : Transporter le blé horizontalement pour le déchargement ou le chargement.
- Le conditionnement du blé : le blé est stocké dans les cellules (silos). Ce stockage c'est pour entreposer et conserver le blé.

IV-1.3. Conditionnement

Le conditionnement vise à modifier l'état physique des grains de manière à permettre une meilleure séparation possible au cours de la mouture entre l'album amylicé d'une part, les enveloppes, la couche à aleurone et le germe d'autre part (Godon et William, 1991).

D'après Godon et William(1991), cette opération comprend deux caractéristiques :

- Mouillage et absorption d'eau par les grains.
- Distribution de l'eau absorbée à l'intérieur des grains pendant la période de repos.

➤ **Le temps de repos (ou de conditionnement)**

Le temps de repos est une étape très importante, car il permet la pénétration uniforme de l'eau à l'intérieur du grain de blé. Plus le grain est sec, plus l'absorption de l'eau est rapide et intense. Cette phase favorise donc un ramollissement contrôlé du blé, essentiel pour une mouture efficace.

Le blé, après avoir été humidifié et transporté par le convoyeur à chaîne, est dirigé vers les cellules de repos, au nombre de huit, réparties comme suit :

- 4 cellules pour le premier temps de repos.
- 4 cellules pour le second temps de repos.

La capacité totale des 8 cellules est de 3 488 quintaux.

Le blé tendre nécessite deux temps de repos, dont la durée varie entre 12 heures et 72 heures, en fonction de la date prévue de son utilisation dans le processus de mouture.

IV-1.4. Mouture

Cette opération est prise en charge par des appareils à cylindres lisses ou cannelés(Figure17).

IV-1.4.1. Broyage

Le broyage mécanique a supplanté l'usage des meules de pierre depuis plus d'une centaine d'années.

De grands cylindres en métal tournent à un rythme constant. Deux rouleaux striés qui tournent en directions opposées et à des vitesses distinctes sont utilisés pour écraser les grains qui se glissent entre leurs dents. Ainsi, les grains sont soumis à quatre ou cinq passages dans des cylindres de plus en plus rapprochés, dotés de cannelures (Figure 17) de plus en plus fines.

Des tamis sont utilisés pour trier les produits de chaque broyage en fonction de leur taille. Dans le domaine de la meunerie, on appelle blutage toute opération de tamisage, et nous la symbolisons dans la machine par : B1, B2, B3, B4



Appareils à cylindres



Cannelures des cylindres

Figure 17. Broyage (Ghai, 2025).

IV-1.4.2. Convertissage et claquage

➤ **Convertissage** : Il s'agit de l'étape finale du processus d'extraction, visant à réduire les particules et les résidus de broyage et de séparation pour obtenir un maximum de farine. La qualité et la quantité de cette dernière sont fortement influencées par l'amélioration de ce procédé, car la majeure partie de la farine extraite lors du processus de mouture se produit pendant la phase de convertissage, représentant environ 40 à 45% du total. Le convertissage est réalisé au moyen d'appareils à cylindres lisses, suivi des détacheurs, et nous la symbolisons dans la machine par : C1, C2, C3, C4

➤ **Claquage** : Cette procédure est effectuée sur des équipements dotés de cylindres lisses, suivis de dispositifs de détachage. Il est utilisé pour diminuer graduellement les produits issus du broyage en particules fines, ce qui permet de produire des grains très propres qui sont ensuite transformés en farine lors du convertissage. Le refus de calquage, quant à lui, correspond à un remoulage bis, et nous la symbolisons dans la machine par : c11, c12, c13, c14.

IV-1.4.3. Blutage

Cette procédure est effectuée à l'aide de tamis placés dans les sections du plansichter. Son objectif est de trier les produits provenant des équipements de broyage, de convertissage et de réduction en fonction des dimensions variées des particules, et elle se déroule sur une surface blutant en mouvement.

La plansichter (Figure 18) est un dispositif de tri multi-niveaux qui comprend une série de tamis (crible ou grilles) disposés en couche, vibrants et se déplaçant horizontalement pour classer les matériaux selon leur dimension.



Figure 18. Plansichter (Ghai, 2025).

IV-1.4.4. Le curage de son

Cette procédure consiste à utiliser des brosses à son (également connues sous le nom de machines de nettoyage du son), dont la fonction est de détacher les particules de farine qui demeurent fixées aux parties enveloppantes (son). Ainsi, on peut obtenir une farine sombre qui conserve encore ses qualités boulangères et extraire un son ayant une faible concentration en farine.

IV-1.5. Conditionnement et stockage (de la farine blanche)

C'est l'ultime phase de la procédure de production. Une fois le produit finalisé sous forme de de farine, il est façonné et conditionné à l'aide de divers équipements, y compris des machines de pesage. Il passe ensuite à la phase de couture où une bande est appliquée pour signaler les marques précédemment citées.

Puis, on passe à l'étape de distribution qui s'effectue via des bandes transporteuses en spirale (Figure 19) allant du haut vers le bas pour acheminer les produits vers les zones d'entreposage ou vers les camions. Ces derniers ont la responsabilité de transporter les produits jusqu'aux points de vente de la société, des grossistes ou bien encore des détaillant.



Figure 19. L'emballage et stockage du produit fini (Ghai, 2025).

IV-2. Les analyses technologiques de blé tendre dans le bloc de réception

Les résultats des analyses technologiques du blé tendre dans le bloc de réception , sont représentés dans le tableau (5) ci-dessous. Il convient de préciser que, pour certains paramètres, ces valeurs représentent une moyenne. Le blé tendre avant d'être utilisé dans la production de la farine blanche doit obligatoirement passer par des analyses, notamment technologique, pour s'assurer de sa conformité aux normes du journal officiel algérien (Annexe 1).

Tableau.5. Les résultats relatif aux paramètres technologique du blé tendre dans bloc de réception.

<i>Paramètres d'essais</i>	<i>Résultats</i>	<i>Références</i>
<i>Taux d'humidité</i>	<i>10.20%</i>	<i>ISO 712/2009</i>
<i>Poids 1000 grains</i>	<i>31.67g</i>	<i>N.E 1.1.31.1985 ISO. 520-2010</i>
<i>Taux d'impureté</i>	<i>01.32%</i>	<i>ISO. 523 -1995</i>
<i>Grains maigre</i>	<i>00.16%</i>	
<i>Grains mouchettes</i>	<i>01.40%</i>	
<i>Grains entiers</i>	<i>94.64%</i>	
<i>Grains casses</i>	<i>02.84%</i>	

IV-2.1. Taux d'humidité

La mesure de l'humidité du blé tendre est une opération importante pour évaluer sa qualité lors de sa réception et sa conservation dans l'objectif de passer à l'étape de la transformation industrielle. Une prise d'échantillon des grains de blé tendre est analysé pour vérifier la conformité du lot vis-à-vis du paramètre humidité. Un taux d'humidité d'une valeur de 10,20 %(Tableau 5) a été enregistré pour cette échantillon. Cette valeur est conforme puisqu'elle correspond aux normes prescrites par l'entreprise (Norme ISO712/2009). Une humidité inférieure à 13 % limite fortement le développement de moisissures et la formation de mycotoxines, notamment l'aflatoxine et la zéaralénone(MaganetAldred, 2007). Ce qui est avantageux pour maintenir le blé tendre stockés pour une courte, moyenne ou longue période sans qu'ils subissent des détériorations et être propre à l'utilisation industrielle. Cependant, un blé trop sec peut être plus cassant au cours de la mouture, ce qui peut nuire à la qualité de la farine (Dexter et Wood, 1996).

IV-2.2. Poids de 1000 grains (PMG)

La valeur de la norme :

- De 60 à 80 g Gro grains
- De 30 à 60 g moyens grains
- En dessous de 30 g petit grains

D'après les résultats de l'analyse du poids de mille grains, le blé tendre étudié se classe dans la catégorie des grains de moyens grains . Cette classification peut avoir des

implications sur sa qualité technologique, notamment en ce qui concerne la capacité de mouture, le rendement en farine et les caractéristiques boulangères. Un poids moyen peut indiquer une densité et un remplissage modérés des grains, ce qui pourrait refléter des conditions de culture spécifiques ou la typicité variétale du blé.

Le poids de 1000 grains (PMG) est un indicateur agronomique et technologique essentiel pour évaluer la qualité physique du blé, influençant directement les performances de mouture et le rendement en farine. Une valeur de 31,67 g, comme celle mesurée dans cet échantillon, situe le blé dans une catégorie moyenne à lourde, ce qui est généralement favorable à une bonne extraction meunière, à condition que les autres paramètres technologiques (teneur en protéines, humidité, etc.) soient également satisfaisants.

Selon la norme algérienne N.E 1.1.31 de 1985, ce poids est utilisé comme critère de classement des blés tendres et durs pour leur utilisation en panification ou en semoulerie. En général, un PMG supérieur à 30 g est considéré comme acceptable pour les utilisations industrielles, car il indique des grains bien développés, moins cassants, et plus résistants aux pertes lors du nettoyage et du broyage (Office Algérien Interprofessionnel des Céréales, 1985).

La norme internationale ISO 520:2010 définit également les méthodes de mesure du poids de 1000 grains et précise qu'il s'agit d'un facteur standardisé pour la caractérisation des céréales. Cette norme recommande une méthode rigoureuse de pesée sur un échantillon nettoyé, avec une précision d'au moins 0,01 g, garantissant la fiabilité et la reproductibilité des résultats. Selon Sissons (2008), un PMG plus élevé est souvent lié à un meilleur rendement en semoule ou en farine, en raison d'un ratio endosperme/son plus élevé.

Ainsi, un poids de 1000 grains de 31,67 g est conforme aux exigences nationales et internationales pour une utilisation industrielle, tout en suggérant une qualité physique favorable à la transformation meunière.

IV-2.3. Test de gréage

La norme ISO 523:1995 (pour les blés) détermine des éléments du gréage c'est-à-dire qu'elle définit la méthode de référence pour la séparation des différentes fractions d'un échantillon de blé, à l'aide de tamisage et de tri manuel ou mécanique. Cette norme vise à :

- Evaluer la qualité physique du grain

- Identifier les défauts (cassures, mouchetures, maigreux)
- Détecter les impuretés (matières étrangères, grains d'autres espèces, débris végétaux)

L'échantillon de blé tendre analysé présente une bonne qualité globale, avec un taux élevé de grains entiers (94,64 %) et des impuretés modérées (1,32 %) (Tableau 5). Les défauts sont faibles, notamment pour les grains maigres (0,16 %) et mouchetés (1,40 %) (Tableau 5), ce qui suggère un blé apte à la mouture sans risque de perte technologique. Egalement, la présence de 2,84 % (Tableau 5) de grains cassés peut être considérée comme acceptable. car elle peut affecter la transformation meunière.

Les résultats sont globalement conformes à la norme ISO 523:1995, qui assure une méthode fiable pour l'évaluation physique du blé tendre avant utilisation.

IV-3. Analyses physico-chimiques et technologiques effectuées sur les deux farines (blanche et complète)

Le dernier objectif de notre étude consiste à comparer les analyses physico-chimiques et technologiques entre la farine blanche et la farine complète (Tableau 6) tout en se référant aux normes de l'entreprise.

Tableau .6. Les analyses physicochimiques et technologiques de la farine blanche et la farine complète.

<i>Dosage du gluten (%)</i>		<i>Taux d'affleurement (%)</i>		<i>Taux d'humidité (%)</i>	
<i>Farine complète</i>	<i>Farine blanche</i>	<i>Farine complète</i>	<i>Farine blanche</i>	<i>Farine complète</i>	<i>Farine blanche</i>
20	29.60	14	5.73	14	15

IV-3.1. Taux d'humidité

La teneur en humidité des farines joue un rôle crucial dans leur stabilité, leur aptitude à la panification et leur durée de conservation. La farine blanche présente généralement un taux d'humidité d'environ 14 % (Tableau 6), tandis que la farine complète atteint en moyenne 15 % (Tableau 6). Cette différence s'explique principalement par la composition des deux types de farine. La farine blanche, étant raffinée et composée presque exclusivement de l'amande du grain, contient moins de fibres et de lipides, ce qui réduit sa capacité à retenir l'humidité. En revanche, la farine complète, issue de la mouture de l'ensemble du grain

(incluant le son et le germe), contient davantage de matières hygroscopiques telles que les fibres alimentaires, ce qui augmente légèrement son taux d'humidité. Selon Delcour et Hosney (2010), cette richesse en composants non amylacés explique pourquoi les farines complètes sont plus susceptibles d'absorber et de retenir l'eau. De plus, Pomeranz (1988) souligne que cette humidité accrue peut accélérer les altérations microbiologiques si les conditions de stockage ne sont pas adéquates. Toutefois, ces deux taux restent conformes à la réglementation algérienne. Le décret exécutif n° 91-572 du 21 décembre 1991, fixant les conditions de fabrication et de commercialisation de la farine, stipule que le taux d'humidité ne doit pas dépasser 15,5 % pour les farines destinées à la consommation humaine. Ainsi, bien que la farine complète affiche une humidité légèrement plus élevée, Les résultats sont globalement conformes à le décret exécutif n° 91-572 du 21 décembre 1991

IV-3.2. Dosage du gluten

Le gluten est une protéine complexe formée principalement de gliadine et de gluténine, essentielle aux propriétés viscoélastiques de la pâte à pain. Son dosage varie en fonction du type de farine, influencé par la proportion de parties du grain utilisées lors de la mouture. La farine blanche, contenant majoritairement l'amande du grain, est plus riche en protéines de gluten, avec un taux élevé observé à 29,60 % (Tableau 6). En revanche, la farine complète, bien que moulue à partir du grain entier, présente souvent un taux plus faible en gluten humide, ici mesuré à 20 % (Tableau 6), en raison de la dilution de ces protéines par la présence plus importante de son, de fibres et de matières minérales. Selon Delcour et Hosney (2010), cette différence est due à l'effet inhibiteur des fibres et des composés phénoliques sur le développement du réseau glutineux. De plus, Pomeranz (1988) explique que les fibres présentes dans la farine complète interfèrent avec la formation et la rétention du gluten, ce qui diminue la qualité boulangère malgré un apport nutritionnel plus élevé. Les résultats de la farine blanche sont globalement conformes à norme de journal officiel algérien (Supérieure à 25%) au contraire pour la farine complète n'est pas acceptable.

IV-3.3. Taux d'affleurement

Le taux d'affleurement dans la mouture du blé correspond à la proportion de parties du grain, notamment le son et le germe, qui sont rejetées ou séparées pour obtenir une farine plus raffinée. Une farine blanche avec un taux d'affleurement de 5,73 % (Tableau 6) indique qu'une grande partie des composants périphériques du grain a été éliminée, ne conservant

essentiellement que l'endosperme, ce qui permet d'obtenir une farine plus fine et claire. Au contraire, un taux d'affleurement de 14 % (Tableau 6) pour la farine complète signifie que la mouture inclut une plus grande part du grain entier, réduisant ainsi les déchets et augmentant la teneur en fibres, minéraux et vitamines. Selon Bouaziz et al. (2016), ce taux plus élevé dans la farine complète reflète une volonté de préserver la valeur nutritionnelle du grain, au prix toutefois d'un produit plus foncé et moins stable au stockage.

D'un point de vue réglementaire, le Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire (JORADP) n°11 du 20 février 2020 fixe des normes précises concernant les caractéristiques des farines. Il y est indiqué que la farine blanche doit respecter un taux de refus faible pour répondre aux critères de finesse et de pureté, généralement autour de 5 à 6 %, tandis que la farine complète, avec un taux de refus plus élevé, est conforme aux exigences nutritionnelles et technologiques permettant une mouture intégrale.

Par ailleurs, selon Fardet (2010), la réduction du taux d'affleurement dans la farine blanche, bien qu'améliorant l'aspect organoleptique et la durée de conservation, diminue les apports en éléments bénéfiques pour la santé tels que les fibres alimentaires, les antioxydants et certains micronutriments. En ce sens, le choix entre une farine à faible taux d'affleurement (5,73 %) et une farine complète (14 %) s'inscrit dans une démarche équilibrant qualité nutritionnelle et usage culinaire.

Les résultats de la farine blanche sont globalement conformes à norme de journal officiel algérien (07% à 10%) au contraire pour la farine complète n'est pas acceptable.

IV- 4. Test organoleptique

Les tests sensoriels ont mis en évidence des différences sensibles :

- Pain à base de farine blanche : mie légère, claire, goût neutre.
- Pain à base de farine complète : mie plus dense, couleur foncée, goût de céréales plus prononcé.

Ces résultats reflètent l'impact direct de la composition chimique des farines sur les propriétés sensorielles du pain. Le choix de farine dépendra donc non seulement des propriétés techniques, mais aussi des préférences gustatives des consommateurs.

Conclusion



Conclusion

Nous avons entrepris ce travail afin d'évaluer les différences entre la farine blanche et la farine de blé complet à travers une série d'analyses physico-chimiques (humidité, taux d'affleurement, dosage gluten) ainsi qu'une analyse organoleptique , selon les normes algériennes (décret exécutif n°91-572 et normes IANOR).

Préalablement, le blé tendre subit plusieurs étapes de raffinage essentielles pour l'obtention de la farine, notamment le nettoyage sec, pour éliminer les impuretés, et humide. Élimination des impuretés résiduelles : même après un nettoyage à sec, certaines poussières, graines légères ou résidus collants peuvent subsister. L'humidification permet de les décoller et de les éliminer plus efficacement, Suivi d'un conditionnement, où l'humidité est ajustée pour faciliter, ensuite vient la mouture, qui consiste à fragmenter les grains pour séparer l'albumen désenveloppes par appareil à cylindre par étape (Broyage, claquage, convertissage, blutage et courage du son). Après cette étape, la farine obtenue est conditionnée et stockée dans des conditions optimales afin de préserver sa qualité, sa sécurité sanitaire et sa facilité de distribution.

Sur la base des résultats de notre analyse, cela nous a permis de distinguer les deux types de farines :

D'un point de vue technologique, la farine blanche possède relativement les caractéristiques les plus hautes pour la fabrication moderne de pain industriel. Sa forte teneur en gluten humide permet une meilleure rétention et un rendement en gaz de levée supérieur, ce qui produira un pain de densité inférieure, de plus grand volume et de texture plus douce.

D'autre part, la farine complète, malgré ses performances de cuisson inférieures, offre une stabilité hydrique optimale, un taux d'affleurement plus fiable et, surtout, une valeur nutritionnelle supérieure (fibres, vitamines et minéraux) ce qui la rend bien adaptée aux produits orientés vers la santé.

Les tests sensorielle ont associé les résultats : les pains fabriqués à partir de farine blanche se distinguent souvent par leur texture et leur aspect séduisant, alors que ceux dont la farine est complète s'illustrent plutôt de par leur goût fort et la richesse nutritionnelle.

En tout, il est certain que chaque type de farine a ses atouts. Afin de répondre aux défis contemporains, aux préoccupations des consommateurs soucieux de l'aspect gustatif et de la nutrition dans la nourriture, il serait préférable d'encourager l'utilisation de formules qui allient la farine blanche et la farine complète dans des proportions adéquates.

Finalement, ce travail prépare le terrain à des rapports de recherches ultérieures sur :

- L'optimisation des proportions de la farine blanche et de la farine complète.
- L'analyse de l'effet que ces proportions ont sur la durée de conservation des produits, leur digestibilité, ainsi que l'indice glycémique.
- La modification des pratiques technologiques visant à préserver les procédés du maximum de ses propriétés nutritives sans affecter la saveur et l'aspect.



**Références
bibliographiques**

Références Bibliographiques

- **Aissa ,(2019).**Megreb Emergent : Politique de développement des céréales en Algérie: uneagronomie pour le développement . CIRAD,P777.
- **Belaid D, 1996.** Aspects de la céréaliculture Algérienne. Ed. Office des publications Universitaires, Ben-Aknoun (Alger), 206 p.
- **Bonjean A., (2001).** Histoire de la culture des céréales et en particulier celle du blé tendre
- **Bornet F. (1992).** Le pain et produit céréaliers, alimentaire et nutrition humaines Edition, ESF. Paris, P.1533.
- **Bouaziz, M. A., Benamara, S., &Benaissa, A. (2016).**Étude des caractéristiques physico-chimiques et technologiques de différentes farines de blé dur et tendre utilisées dans la panification en Algérie. African Journal of Food Science, 10(4), 46–53. <https://doi.org/10.5897/AJFS2015.1377>
- **Bouleghie, R et Ouabed, K., 2002 :** Mémoire de fin d'étude d'ingénieur d'état, département
- **Chadefaud, M. et Emberger, L. 1960.** Traité de botanique. Systématique. Les Végétaux vasculaires par L. Emberger. Fasciculé Masson et Cie. Tome II, 753p
- **Cheftel J.C. (1977).** Introduction à la Biochimie et à la Technologie des aliments. Lavoisier, Paris, P. 105-142.contamination en Ochratoxines A du blé, P25. de nutrition, de l'alimentation et des technologies agroalimentaires DNAT.AA. P. 19-34
- **Décret exécutif n° 91-572 du 21 décembre 1991,** relatif aux conditions de production et de commercialisation de la farine et du pain, Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire.
- **Delcour, J. A., &Hoseney, R. C. (2010).** Principles of Cereal Science and Technology (3rd ed.). AACC International.
- **Delphine C, (2006).**Thèse : Evaluation du procédé oxygreen pour son pontentiel de
- **Dexter, J. E., & Wood, P. J. (1996).** “Recent applications of debranning of wheatbeforemilling.” Trends in Food Science &Technology, 7(2), 35–41.
- **Djelti H (2014)** Etude de la qualité du blé tendre utilise en meunière algérienne. Mémoire de magistère présenté à l'Université Abou BekrBelkaid-Tlemcen : 25-27p.
- **Djermoun A, (2009).** La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques

- **Doumandji A., Doumandji S., Doumandji M.B. (2003).** Technologie de transformation des blés et problème dus aux insectes en stock , Ed :Office des publication universitaire, P.129.
- **Evers, T. and Millar, S. 2002.** Cereal grain structure and development : some Implication for quality. Journal of Cereal Science, (36) : 261-284
- **Fardet, A. (2010).**Whole-grain foods for prevention of type 2 diabetes, cardiovascular disease, and cancer: A systematic review of meta-analyses. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 50(7), 799–821. <https://doi.org/10.1080/10408390903044764>
- **Feillet, P. 2000.** Le grain de blé : composition et utilisation. INRA. Paris, 308p
- **Feldman M., (2001)** - Origin of cultivated wheat. Dans Bonjean A.P. et Angus W.J. Ed. The
- **FFAS (2016)** Fond Français pour l'alimentation et la santé. Source Etat des lieux « Le gluten » : p1-7.
- **FranceAgriMer (2021).** Bilan de la qualité technologique du blé tendre - Campagne 2020/2021.
- **Gandvoinet et Pratz .(1994).** Farines et mixes .in : la panification française. Edit. Lavoisier-Apria, Tec et Doc, Paris, 534 p.
- **Godon, (1982).** Biotransformation des produits céréaliers, Tec et Doc-Lavoisier, paris.
- **Guzylack DN (2003)** Contribution à l'identification expérimentale du gluten dans les aliments pour carnivores conséquences pratiques pour le suivi du risque d'allergie. Thèse pour l'obtention de grade docteur vétérinaire la faculté de médecine de Créteil : 13p.
- **<https://french.alibaba.com/product-detail/Natural-Organic-First-Grade-Animal-Feed-11000015960756.html?spm=a2700.7724857.0.0.61153c6cuFT1JT>**
- **IANOR. (1985).**Norme algérienne N.E 1.1.31 (1985) – Grains de blé – Critères de qualité technologique. Institut Algérien de Normalisation, Alger.
- **ISO (1995).** ISO 523:1995 – Wheat — Determination of the grading elements. International Organization for Standardization.
- **ISO (2009).** ISO 712:2009 - Céréales et produits céréaliers — Détermination de la teneur en eau — Méthode de référence. Organisation Internationale de Normalisation.
- **ISO. (2010).**ISO 520:2010 – Céréales – Détermination de la masse de 1000 grains. Organisation internationale de normalisation (ISO), Genève, Suisse.

- **Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire** (JORADP), n°11 du 20 février 2020. Arrêté interministériel fixant les caractéristiques techniques des farines de blé tendre destinées à la consommation humaine.
- **Journal Officiel de la République Algérienne.** (1991). Décret exécutif n° 91-572 du 21 décembre 1991 fixant les conditions de fabrication et de commercialisation de la farine.
- **Jugand Clément.** (2024). Le blé tendre. Blog Nutri-Graines : [https://nutri-graines.com/tout-savoir-sur-le-ble-tendre/la dureté/tendreté de l'albumen du grain de blé par l'étude de lignées quasi isogéniques](https://nutri-graines.com/tout-savoir-sur-le-ble-tendre/la-durete-tendrete-de-l-albumen-du-grain-de-ble-par-l-etude-de-lignees-quasi-isogeniques) these de doctorat P17 -118 .
- **Lersten, N. R.** (1987). Morphology and anatomy of the wheat plant. *Wheat and Wheat improvement*, 13, 33-75.
- **Lesage V., 2011** : contribution à la validation fonctionnelle du gène majeur contrôlant
- **Magan, N., & Aldred, D.** (2007). "Post-harvest control strategies: Minimizing mycotoxins in the food chain." *International Journal of Food Microbiology*, 119(1-2), 131-139.
- **Marcussen, T., Sandve, S. R., Heier, L., Spannagl, M., Pfeifer, M., Jakobsen, K. S., ... Praud, S.** (2014). Ancient hybridizations among the ancestral genomes of bread wheat. *Science*, 345(6194). <https://doi.org/10.1126/science.1250092>
- **Moule C.,** 1971 Céréales Tom 2. La Maison Rustique –Paris. 43_45p
- **Naville M.,** 2005. La biodiversité des espèces cultivées : Analyse dans le cas du blé, Paris : Université Paris XI, Paris, 20p
- **Normes algériennes NA 185 et NA 191,** Institut Algérien de Normalisation (IANOR).
- **OCDE/FAO, (2020).** Perspectives Agricoles de l'OCDE et FAO 2020-2029, P140.
- **Olivpro, (2020)** .Agridata No 15 : la production et le commerce de blé dans le
- **-Osborne T.B. (1924).** The vegetable proteins 2nd edition. Longmans, Green & Co edition London, England, pp 154.
- **Pomeranz, Y. 1988.** Chemical composition of kernel structures. *Wheat : chemistry And technology*, 1 : 97-158 refonte totale est nécessaire. *Revue et technologie*, No1, P2
- **Sissons, M. J. (2008).** Assessing wheat grain quality for milling and end-product use. In C. Wrigley, H. Corke, & C. Walker (Eds.), *Wheat: Chemistry and Technology* (4th ed., pp. 395-440). AACC International

Web graphie

- ARVALIS Institut du Végétal, <https://www.gie-bledur.fr/la-filiere-ble-dur/description-du-ble-dur/>).
- (Triticumaestivum L.). Dossier de l'environnement de l'INRA, N°21 :29-37.
- ARVALIS Institut du Végétal, <https://www.gie-bledur.fr/la-filiere-ble-dur/description-du-ble-dur/>.
- Le site intercérales (https://www.intercereales.com) :[https://www.intercereales.com/le-bletendre#:~:text=Quand%20il%20est%20panifiable%20ou,ses%20grains%20dans%20un%20moulin.\(l'interprofession des céréales françaises créée à l'initiative des organisations professionnelles du secteur céréalier\)](https://www.intercereales.com/le-bletendre#:~:text=Quand%20il%20est%20panifiable%20ou,ses%20grains%20dans%20un%20moulin.(l'interprofession%20des%20c%C3%A9r%C3%A9ales%20fran%C3%A7aises%20cr%C3%A9%C3%A9e%20%C3%A0%20l'initiative%20des%20organisations%20professionnelles%20du%20secteur%20c%C3%A9r%C3%A9alier))
- monde.<https://olivierfrey.com/agridata-n15-la-production-et-le-commerce-de-ble-dans-lemonde/>



Annexes

Annexe 01

HEURE : 09:00 h

Lieu de prélèvement : bloc réception blé

Caractéristique technique des blés (l'agrège)

DESIGNATIONS	BLE DUR	BLE TENDRE	NORMES
Humidité	10.00	10.20	- Grains étrangers : ≤ 00.30%.
Grains punaisés	00.96	/	- grains mouchetés : ≤ 02.00%.
Grains étrangers	02.24	/	- grains punaisés : 02.00 %
Grains entières	78.92	94.64	- grain cassés : ≤ 05.00%.
Grains mouchetés	02.52	01.04	- grains nuisibles : 00.25 %
Grains maigres/ échaudés	00.32	00.16	- Taux d'impureté : 01 à 03%.
Grains cassés	04.68	02.84	- Taux métadinages : 10 à 20 %.
Taux d'impureté	01.56	01.32	- Poids 1000 grains : minm 35%
Taux métadinages	08.80	/	-Présence d'ergot : max 01 %.
Poids 1000 grains	36.50	31.67	
Présence des insectes ravageurs	/	/	

- le poids de 1000 grains de blé (tendre) est acceptable.
- le taux d'impureté est conforme.
- le taux de grains cassés de blé (dur +tendre) est conforme.
- le taux de métadinage est conforme.