

N° d'Ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE

# Mémoire

De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master

**Domaine** : Sciences de la nature et de la vie (S.N.V.)

**Filière** : Sciences alimentaires

**Spécialité** : Biochimie de la Nutrition

**Etude des bases biochimiques et  
physicochimiques de la qualité technologiques  
de deux variétés de blé tendre cultivées dans la  
région de sidi Bel-Abbes**

Intitulé du thème :

Présenté par : **Melle BENDAIDA FADIA**

**Melle BOUBARAKA KHANSAA**

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

<b>Président de jury</b>	<b>Mr DIAF Mustapha</b>	<b>(M.C.A/UDL/SBA)</b>
<b>Examineur</b>	<b>Mme MEZIANI SAMIRA</b>	<b>(M.C.A/UDL/SBA)</b>
<b>Promoteur</b>	<b>Mr ZAIRI MOHAMED</b>	<b>(M.C.A/UDL/SBA)</b>

**Session** : « Juin »

**Année universitaire 2020 - 2021**

---

# **Remerciement**

---

*Nous remercions tous d'abord **dieu***

*Pour nous avoir donné la force, le savoir et la chance d'accomplir ce modeste travail*

*Au terme de notre travail, nous tenons à remercier*

*Remerciement en premier lieu à notre promoteur **Monsieur ZAIRI. M**, pour avoir accepté de diriger ce travail, pour son aide, sa disponibilité, ses conseils durant notre cursus*

*Nos remerciements vont également à **Monsieur DIAF, M.** de nos avoir fait honneur d'accepter de présider ce jury.*

*Nous tenons à exprimer notre respectueuse gratitude à **Madame MEZIANI. M**, qui a bien voulu faire partie de ce jury*

*Nous adressons aussi nos sincères remerciements à **Monsieur HMIDA** et **Madame SIHEM** chef de laboratoire technologie alimentaire de département SNV de l'université de Biologie Djilali Liabes Sidi bel abbés.*

*Nous remercions également **Mme SAHRAOUI, S** membre du laboratoire de **MOULAIN HABOUR** d'ORAN, pour son aide et son acceptabilité de réaliser la mouture de notre grain*

*Enfin nous aimerons remercier tous ce qui nous a aidés de loin ou de près pour réaliser ce travail*

*Merci encore une fois*

---

# *Dédicace*

---

D'abord merci Allah Le tout puissant et miséricordieux, qui m'a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents qui ont sacrifié leur noble existence pour bâtir la mienne et ont contribué à ma réussite, et ceux qui méritent toute mon affection, mon respect et ma reconnaissance.

A ma source de tendresse et d'encouragement ma sœur FATIMA

A mes chers frères

A mon binôme BENDAIDA FADIA

A tous mes Amis pour leur sympathie leur humeur et leur solidarité envers moi

*KHANSAA.*

---

# *Dédicace*

---

*Arrivé au terme de mes études par la grâce de dieu.*

*J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail à :*

*Mes très chers parents à qui je dois tous mes succès et que je ne les remercierais  
jamais assez*

*Que dieu les gardes et les protège*

*A ma confidente ma sœur LILA*

*A mes très chers frères YAZID et MOHAMED*

*A ma chère belle-sœur AMINA*

*A mon beau-frère LOUNES*

*A mes très chères neuves Ines, Lina, Moussa, Abbes, Zazou*

*À tous ma grande famille mes cousins et mes cousines*

*A mon binôme KHANSAA et toutes sa famille*

*A mes amies*

*A mon cher ami KEMMOUN ZAKARIA qui m'a tant aidé tout au long de mon  
parcours*

*A tous ceux qui me sont chères*

*A tous ceux qui m'aiment*

*A tous ceux que j'aime*

*Je dédie ce travail*

**FADIA.**

---

## *Liste des Tableaux*

---

TABLEAU 1: COMPOSITION BIOCHIMIQUE DE GRAIN DE BLE (LIMITES HABITUELLES DE VARIATION).	7
TABLEAU 2: DISTRIBUTION HISTOLOGIQUE DES PRINCIPAUX CONSTITUANTS DU GRAIN DU BLE. ....	8
TABLEAU 3: DUREE DES DIFFERENTS STADES DE LA CROISSANCE DU BLE.....	12
TABLEAU 4: LA COMPOSITION BIOCHIMIQUE DE LA FARINE DU BLE TENDRE.....	18
TABLEAU 5: LES DEFERENTS TYPES DE FARINES. ....	18
TABLEAU 6: RESULTAT DE PHL DU BLE ETUDIE.....	37
TABLEAU 7: LIGNE DIRECTRICE POUR L'INTERPRETATION DU POIDS SPECIFIQUE DU BLE.....	37
TABLEAU 8: RESULTAT DE LA MASSE DE MILLE GRAINS (PMG) DE BLE ETUDIE. ....	38
TABLEAU 9: CLASSIFICATION DES BLES SELON LA MASSE DU POIDS DE 1000GRAINS.....	38
TABLEAU 10: RESULTATS DU CALIBRAGE DES GRAINS DE BLE TENDRE ETUDIE. ....	39
TABLEAU 11: HUMIDITES DES GRAINS DE BLE.....	40
TABLEAU 12: RENDEMENT EN MOUTURE DES GRAINS DE BLE TENDRE BROYE. ....	41
TABLEAU 13: RESULTATS DU TAUX DE CENDRE DES ECHANTILLONS DE FARINE.....	43
TABLEAU 14: LES DEFERENTS TYPES DE FARINES SELON. ....	44
TABLEAU 15: LES RESULTATS DE TAUX DE CHUTE DES FARINES ANALYSEES.....	44
TABLEAU 16: TENEUR EN PROTEINES DES GRAINS ET FARINES DE BLE TENDRE.....	46
TABLEAU 17: RESULTATS REPRESENTATIFS DE TAUX D'ENDOMMAGEMENT D'AMIDON .....	47

---

## *Liste des figures*

---

FIGURE 1 : CARTE DE LA DIFFUSION DE LA CULTURE DU BLE. -----	3
FIGURE 2:CLASSIFICATION BOTANIQUE DU BLE TENDRE. -----	5
FIGURE 3: ANATOMIE SCHEMATIQUE DU GRAIN DE BLE ET PROPORTION RELATIVE DES PRINCIPAUX TISSUS DU GRAIN	6
FIGURE 4: LES DIFFERENTS STADES DE DEVELOPPEMENT DU BLE-----	12
FIGURE 5: FARINE DE BLE TENDRE -----	17
FIGURE 6:APPAREIL NELMA –LITRE.-----	22
FIGURE 7:: PROTOCOL EXPERIMENTAL ADOPTE DANS CETTE EXPERIMENTATION.-----	23
FIGURE 8: TAMISAGE D’ECHANTILLON.-----	24
FIGURE 9: PROTOCOL EXPERIMENTAL ADOPTE DANS CETTE EXPERIMENTATION.-----	25
FIGURE 10:PROTOCOL EXPERIMENTAL ADOPTE DANS CETTE EXPERIMENTATION -----	28
FIGURE 11: MOUTURE D’ESSAI. -----	30
FIGURE 12: QUELQUES ETAPES DE DETERMINATION LE TAUX DE CENDRE. -----	32
FIGURE 13: L’INFRAMA TIC UTILISE POUR OBTENIR LE TAUX DE PROTEINES. -----	34
FIGURE 14 : FALLING NUMBER 1400. -----	36
FIGURE 15: QUELQUES ETAPES DE DETERMINATION DE TAUX D’AMIDON ENDOMMAGE. -----	38
FIGURE 16: POIDS DE MILLE GRAINS DES VARIETES DE BLE TENDRE-----	41
FIGURE 17: RESULTATS RELATIFS AU CALIBRAGE DES GRAINS DE BLE TENDRE ETUDIE.-----	42
FIGURE 18 : TENEUR EN EAU (H%) DANS LES GRAINS DE BLES ETUDIES : ANZA, HD.-----	44
FIGURE 19: LE TAUX D'EXTRACTION DES FARINES DES VARIETES DE BLE TENDRE. -----	45
FIGURE 20: TENEUR EN EAU (H%) DANS LES FARINES ETUDIEES : ANZA, HD. -----	46
FIGURE 21: RESULTATS DE L’ACTIVITE ENZYMATIQUE DE DEUX LIGNEES DE FARINE (ANZA-HD)-----	49
FIGURE 22: TENEUR EN PROTEINES DANS LES PRODUITS ETUDIES : FARINE ET GRAIN DE BLE ANZA, HD-----	50
FIGURE 23: TAUX D’ENDOMMAGEMENT DANS LES FARINES ANZA ET HD. -----	51

---

## *Table des matières*

---

Sommaire	
Remerciement.....	
Dédicace .....	
Liste des tableaux .....	
Liste des figures .....	
Liste des abréviations .....	
Introduction.....	1
Rappel Bibliographique.....	2
1 Le Blé: .....	3
1.1 Description générale .....	3
1.2 Classification, origine et domestication du blé tendre .....	4
1.3 Structure et composition de grain de blé .....	5
1.3.1 Enveloppe .....	6
1.3.2 Albumen.....	7
1.3.3 Germe .....	7
1.4 Structure biochimique de grain de blé : .....	7
1.5 Cycle de développement du blé.....	9
1.5.1 La période végétative .....	9
1.5.2 La période reproductrice.....	10
1.5.3 La période de formation et de maturation du grain.....	11
1.6 Importance économique de blé .....	12
1.6.1 Dans le monde .....	12
1.6.2 EnAlgérie .....	13
1.6.3 Dans l'alimentation humaine .....	13
1.6.4 Dans l'alimentation animale.....	14
1.7 Transformation du blé tendre enfarine.....	14
1.7.1 Nettoyage.....	14
1.7.2 Le conditionnement .....	14
1.7.3 La mouture.....	15

Farine de blé tendre.....	16
1.8    Définition .....	17
1.9    Composition biochimique de la farine .....	17
1.10   Les différentes Types de la farine :.....	18
1    Matériel végétale.....	21
1.1    Conservation des échantillons .....	21
2    Analyses effectuées .....	21
2.1    Méthode d'analyse physique des grains de blé tendre .....	21
2.1.1    Poids à l'hectolitre (PHL) : NF V03-719 (AFNOR 1996) .....	21
2.1.2    Masse de mille grains NA.731/1990.....	22
2.1.1    Granulométrie.....	23
2.2    Production de farine (conditionnement et mouture) .....	25
2.2.1    La préparation des blés .....	25
2-Détermination de taux de protéine .....	32
4-Amidon endommagé .....	36
1    Appréciation de la valeur meunière.....	40
1.1    Caractéristique physique de grain de blé .....	40
2    Bilan de la mouture.....	44
3    Caractéristique physico-chimique de la farine .....	46
3.1    Détermination du taux d'humidité de la farine.....	46
3.2    Détermination du Taux de cendre .....	47
3.3    Détermination de taux de chute .....	48
3.4    Taux de protéine .....	49
3.5    Détermination de taux d'endommagement .....	51
Conclusion.....	53
Annexe.....	60

---

## *Abréviations*

---

MS	Matière Sèche
PMG	Poids de Mille Grains
TAE	Taux d'Amidon Endommagé
TC	Taux de Cendre
TE	Taux d'Extraction
THG	Taux d'Humidité des grains
THF	Taux d'Humidité des farines
UCD	Unité Chopin Dubois
%	Pourcentage
PHL	Poids à l'hectolitre
FT	Farine totale
H	Humidité teneur en eau de la farine
INRA	Institut National de la Recherche Agronomique
KG /HI	kilogramme par hectolitre
NA	Norme Algérienne
NF	Norme française
TP	Taux de protéine
AFNOR	Association française de normalisation
FAO	Food and Agriculture Organisation

# Introduction

## *Introduction*

---

Les céréales sont la principale source calorique pour les différentes couches de la population quel que soit leur niveau de vie. Constituent la base de l'alimentation en tant que sources protéiques et énergétiques. Elles assurent 60% de cet apport et 71% de l'apport protéique (**Padilla et Oberti, 2000 cités par Kellou, 2008**).

Le blé est, à côté du maïs et du riz, l'une des céréales les plus importantes dans le monde, étant classé au deuxième rang des céréales pour la production des grains avec 38% maïs, 29% blé, 20% riz (**USDA, 2010/2011**). Occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. Elles sont considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale (**Slama et al., 2005**). **Selon FAO (2007)**. Leur production arrive jusqu'à 2 Milliards de tonnes.

En Algérie, le secteur des céréales occupe une place vitale en termes socio-économiques et parfois politique. Sur le marché mondial, l'Algérie demeure toujours parmi les grands importateurs de céréales en particulier le blé tendre du fait de la faible capacité de la filière nationale à satisfaire les besoins de consommation croissants de la population. En effet, la production locale de céréales ne couvre qu'un peu plus de 30% des besoins du pays (**Ammar, 2014**).

L'objectif de notre étude a été d'apprécier la qualité du blé tendre sur le plan physico-chimique et technologique de deux lignées de blé tendre, adaptés et cultivées dans la région de l'ouest. Les échantillons ont été prélevés au niveau de l'INRA de SIDI BEL ABBES, et Les études ont été réalisées au laboratoire de technologie alimentaire de la faculté SNV de l'université de Sidi Bel-Abbes.

Notre travail est subdivisé en trois parties :

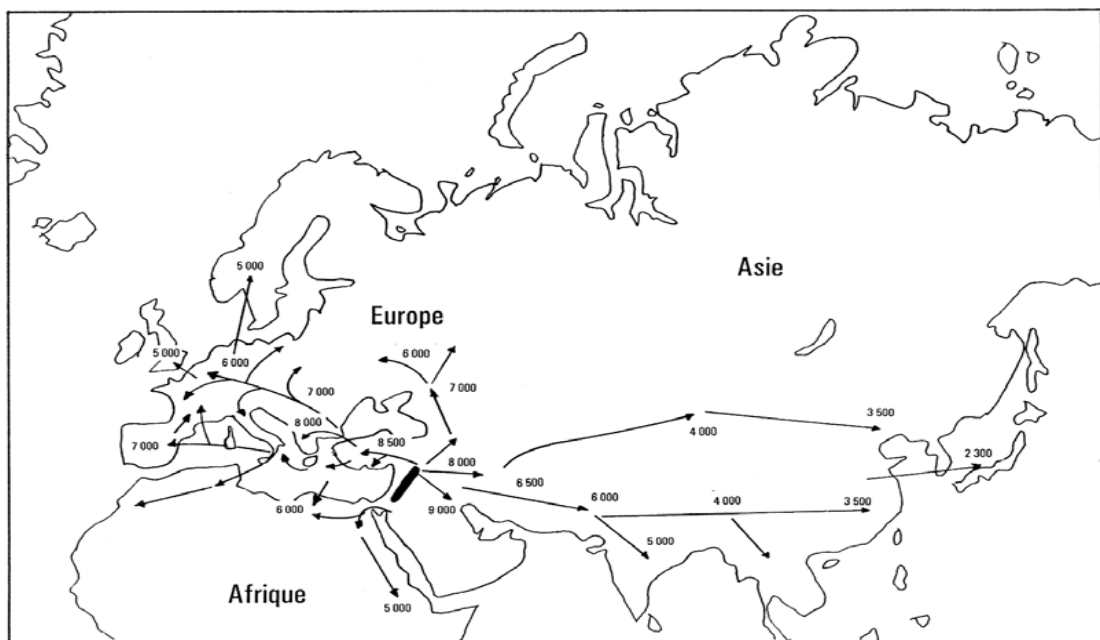
1. Une première partie bibliographique regroupant un ensemble de définitions, des généralités sur le blé et de son produit fini.
2. La seconde partie sera réservée aux matériels et méthodes d'analyse utilisées.
3. La troisième partie a été consacrée à la présentation et l'interprétation des résultats obtenus

# Rappel Bibliographique

## 1 Le Blé:

### 1.1 Description générale

Depuis la naissance de l'agriculture, Le blé est l'une des principales ressources alimentaires de l'humanité. Les blés cultivés sont apparus il y a une dizaine de milliers d'années en Mésopotamie, au moment de la 'révolution néolithique' au cours de laquelle l'Homme est passé d'un mode de vie basé sur la chasse et la cueillette à un mode de vie basé sur l'agriculture et l'élevage, pour subvenir à ses besoins (**Shewry, 2009**). Le blé est originaire du sud-est de la Turquie, dans la région de Diyarbakir. La culture de blé est apparue entre 5000 et 6000 ans avant Jésus-Christ dans le croissant fertile vaste territoire comprenant, la vallée du Jourdain et des zones adjacentes de Palestine, de la Jordanie, de l'Iraq et la bordure Ouest de l'Iran (**Shewry, 2009**). Puis s'est dispersé à partir de la Grèce en Europe. C'est à partir de cette zone que les blés ont été diffusés vers l'Afrique, l'Asie et l'Europe. La route la plus ancienne de diffusion des céréales vers les pays du Maghreb fut à partir de la péninsule italienne et de la Sicile(**Bonjean, 2001**)(**Boulalet al., 2007**).



**Figure 1** : Carte de la diffusion de la culture du blé (Bonjean, 2001).

### 1.2 Classification, origine et domestication du blé tendre

Le blé est une monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille des Gramineae. C'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscant constitué d'une graine et de téguments (**Feillet, 2000**). Les espèces du genre *Triticum* sont des herbacées annuelles à feuilles alternes définie (**Bogard, 2011**). Les deux espèces les plus cultivées sont le blé tendre (*Triticumaestivum*) et le blé dur (*Triticumdurum*). Le blé tendre (*Triticumaestivum*) 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 ( $2n = 42$ ) possédant trois génomes : AA, BB et DD qui sont constitués chacun de 7 paires de chromosomes numérotés de 1 à 7, soit un total de 42 chromosomes. Le blé hexaploïde *Triticumaestivum* à génome (BBAADD) est très vraisemblablement apparu seulement après la domestication des blés diploïdes et tétraploïdes (**Chantret et al, 2005**).

Le génome actuel du blé tendre provient de 2 évènements majeurs d'hybridations successives. Un premier évènement résultant du croisement entre deux espèces diploïdes ( $2n=14$ ), *Triticumurartu* (AA) et une espèce proche d'*Aegilops sepltoïdes* (BB), a permis l'apparition du blé dur sauvage (*Triticumturgidumsspdicocoides*) au génome AABB, à l'origine du blé dur actuel *Triticumdurum*. Un second croisement entre le tétraploïde *Triticumturgidum* et le diploïde *Triticumtauschii* (aussi appelé *Aegilops tauschiiou Aegilops squarosa*, génome DD) a conduit à l'obtention de blé hexaploïde tels que le blé tendre (*Triticumaestivum*) et l'épeautre (*Triticumspelta*) (**Bednarek, 2012**). Le génome de *Triticumaestivum* à une taille de 17 milliards de paires de bases, organisé en trois séries de 7 chromosomes appartenant aux génomes A, B et D soit 42 chromosomes au total (**Paux et al., 2008**).

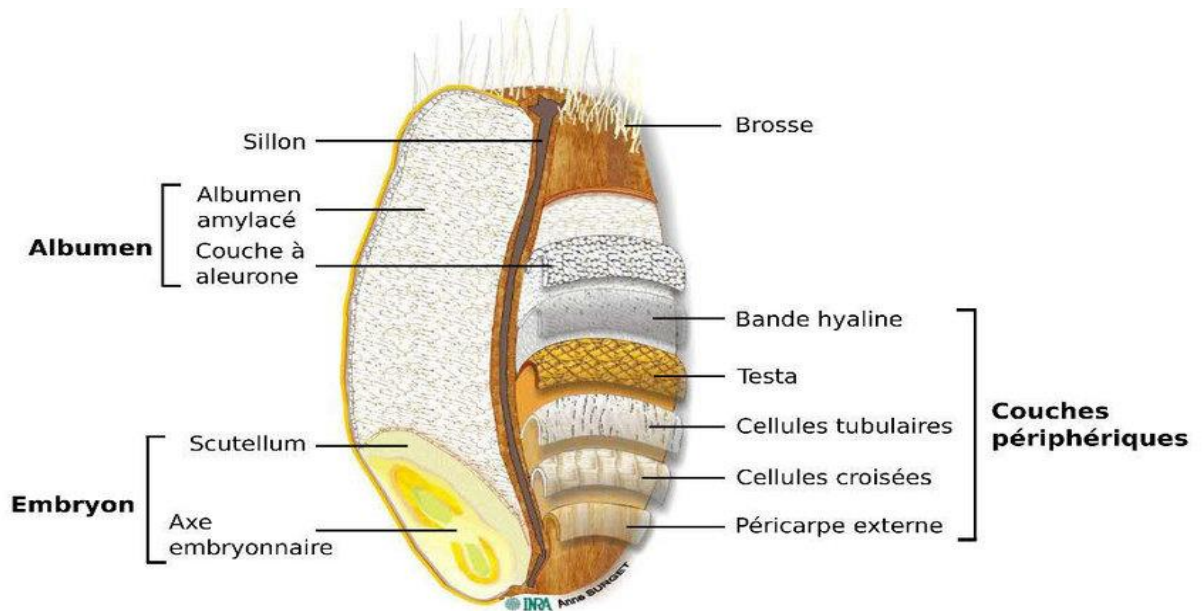
- **Règne** : planteae .
- **Division** : Magnoliophyta (angiospermes) .
- **Classe** : Liliopsida (monocotylédones) .
- **Sous-classe** : commélinidae .
- **Ordre** : poale .
- **Famille** : Gramineae et/ou Poaceae .
- **Sous-famille** : Triticeae .
- **Tribu** : Triticeae .
- **Sous-tribu** : triticinae .
- **Genre** : Triticum .
- **Espèce** : Triticum aestivum L.



*Figure 2: Classification botanique du blé tendre (Feillet 2000).*

### 1.3 Structure et composition de grain de blé

Le grain de blé est de forme ovoïde plus ou moins allongée, avec une face dorsale plus ou moins bombée et une face ventrale comportant un sillon profond. Contient de courts poils (la brosse) sur la partie supérieure et un germe visible sur la face dorsale de la partie inférieure (**Figure 3**), Le grain de blé mesure entre 5 et 7 mm de long, et entre 2,5 et 3,5 mm d'épaisseur, pour un poids compris entre 20 et 50 mg (**Surget et Barron, 2005**). La couleur varie du roux au blanc, en rapport avec le pays d'origine, le sol, la culture et le climat (**Calvel, 1980**).



**Figure 3:** Anatomie schématique du grain de blé et proportion relative des principaux tissus du grain (adapté de Surget et Barron, 2005).

Le grain de blé se compose de 3 grandes parties (EMILLIE ,2007) :

### 1.3.1 Enveloppe

Représente 13 à 17 % du grain, formée de différents tissus chacun de ces tissus possède une épaisseur et une nature différente (Barron et al., 2007). De la surface externe vers le centre du grain se trouvent successivement le péricarpe externe (épicarpe). Et le péricarpe interne constitué par le mésocarpe et l'endocarpe. Viennent ensuite la testa et l'épiderme du nucelle (ou couche hyaline) (Surget et Barron, 2005). Ces tissus sont essentiellement constitués de cellules vides à parois riches en fibres et en composés phénoliques (Hemery et al., 2007).

Cette partie de la graine est constituée de 45% d'arabinoxylane, 25% de glucose, 10% de lignine et 6-7% de protéines (Pomeranz Y, 1988; SURGET and BARRON, 2005). Elles ont un rôle important de protection contre l'humidité et contre les organismes pathogènes (Reis et al, 2006).

### 1.3.2 Albumen

Forme le compartiment le plus important de la graine et représente 80% de son poids (**Pomeranz, 1988**). Il correspond au tissu de réserve. Il est constitué d'une couche à aleurone et d'un albumen amylicé au sein duquel subsistent des cellules remplies de granules d'amidon enchâssés dans une matrice protéique et dont les parois celluloses sont peu visibles (**Feillet, 2000**).

### 1.3.3 Germe

Il constitue un organe de réserve, riche en protéines et en lipides pour la jeune plantule et forme environ 2,5% à 3% du grain de blé. Le germe comprend deux parties : la plantule (future plante) et le cotylédon (réserve de nourriture très facilement assimilable, destinée à la plantule) qui contient l'essentiel des matières grasses du grain (**Surget et Barron, 2005**).

## 1.4 Structure biochimique de grain de blé :

Les principaux composants du grain de blé sont, par ordre d'importance, l'amidon (70% de la matière sèche), les protéines (10 à 15% de la matière sèche), l'eau (12 à 14% de la matière fraîche) et les pentosanes (2 à 3% de la matière sèche). Les lipides, la cellulose, les sucres réducteurs, les minéraux et les vitamines sont minoritaires (**Feillet 2000**).

**Tableau 1:**Composition biochimique de grain de blé (limites habituelles de variation) (**Feillet 2000**).

Natures des composants	Teneur (%) MS
Protéines	<b>10-15</b>
Amidon	<b>67-71</b>
Pentosanes	<b>8-10</b>
Cellulose	<b>2-4</b>
Sucre simple ethanolosolubles	<b>2-3</b>
Lipides	<b>2-3</b>
Matières minéral	<b>1,5-2,5</b>

**Tableau 2:** Distribution histologique des principaux constituants du grain du blé (Feillet., 2000).

	Grain	Péricarpe		Aleurone		Albumen		Germe	
	G%	T%	G%	T%	G%	T%	G%	T%	G%
Protéines	13,7	10	4,4	30	15,5	12	73,5	31	6,8
Lipides	2,7	0	0	9	23,6	2	62,9	12	13,5
Amidon	68,9	0	0	0	0	82	100	0	0
Sucre réducteur	2,4	0	0	0	0	1,8	62,7	30	37,3
Pentosanes	7,4	43	35,1	46	43,8	1,6	18,3	7	2,9
Cellulose	2,8	40	87,1	3	7,6	0,1	3,1	2	2,2
Minéraux	1,9	7	22,6	12	43,6	0,5	22,6	6	9,7

**%G = % du constituant dans le grain**

**%T=% du constituant dans le tissu**

**(1) % du tissu dans le grain.**

Les glucides sont les composants les plus importants au grain de blé représentant 80% de la matière sèche (poids de grain). Il se compose généralement de l'amidon et pentosanes (Boughrara, 2000).

Les protéines du blé sont divisées selon leurs caractéristiques biologiques et leur localisation dans le grain, on distingue ainsi deux classes de protéines : les protéines métaboliques avec les albumines et les globulines (15-20% des protéines) et les protéines de réserve avec les gliadines et les gluténines (80-85% des protéines) (Wrigley and Bietz, 1988) Ces protéines ne sont pas réparties dans le grain de blé uniformément, elles sont surtout localisées dans le germe et l'assise protéique(Surget et Barron, 2005).

Les protéines de réserve sont majoritairement localisées au sein de l'albumen amylicé et elles sont également les principaux constituants du gluten (Simoes, 2011).

Les grains de céréales sont des organes végétaux particulièrement déshydratés, elle comprend des matières minérales en faible proportion Les minéraux sont concentrés dans le son. Ainsi 80% des cendres (matière minérale après incinération du produit) se trouvent dans les enveloppes contre 20% dans l'amande (**Peterson and Fulcher, 2002**).

Les enzymes sont présentes en faible quantité dans le grain, les plus importantes sont :

- ✓ Les glucidases :  $\beta$ -amylases (transforment l'amidon en  $\beta$ - maltoses) sensibles à la chaleur ; sa principale action a lieu pendant la fermentation (**Niquet and Lasseran, 1989**).  $\alpha$ -amylases transforment l'amidon en dextrines.
- ✓ Les lipases et lipoxygénases : elles agissent sur les lipides en entraînant la libération des acides gras ; altérant ainsi le produit (**Benhamimed and Chaoui, 2016**).

### 1.5 Cycle de développement du blé

En général, toutes les céréales ont le même cycle de développement selon (**Boyeldieu, 1999**), le développement représente l'ensemble des modifications phénologiques qui apparaissent au cours du cycle de la culture.

-Trois périodes repères caractérisent le développement du blé à savoir : la période végétative, reproductrice et période de formation du grain et maturation. Pour que le grain germe normalement, il faut que deux conditions soient réunies :

1- La graine soit capable de germer c'est-à-dire qu'elle est vivante et mure.

2- Le sol doit fournir à la graine l'eau et l'oxygène et la chaleur nécessaire pour sa germination (**Soltner.,2005**).

#### 1.5.1 La période végétative

Elle se caractérise par un développement strictement herbacé et s'étend du semis jusqu'à fin tallage. Elle se divise en deux phases :

### **A. La phase germination – levée**

La germination de la graine se caractérise par l'émergence du coléorhize donnant naissance à des racines séminales et de la coléoptile qui protège la sortie de la première feuille fonctionnelle. La levée se fait réellement dès la sortie des feuilles à la surface du sol. Au sein d'un peuplement, la levée est atteinte lorsque la majorité des lignes de semis sont visibles (**Gate, 1995**).

### **B. La phase levée – tallage**

La production des talles commence à l'issue du développement de la troisième feuille (**Moule, 1971**). L'apparition de ces talles se fait à un rythme régulier à celui de l'émission des feuilles. A partir des bourgeons situés à l'aisselle des talles primaires initiées à la base du brin maître, les talles secondaires peuvent apparaître et être susceptibles d'émettre des talles tertiaires. Le nombre de talles produites dépend de la variété, du climat, de l'alimentation minérale et hydrique de la plante, ainsi que de la densité de semis (**Masle-Meynard, 1980**).

La fin du tallage représente la fin de la période végétative, elle marque le début de la phase reproductive (**Gate, 1995**).

## **1.5.2 La période reproductrice**

### **A. La phase montaison – gonflement**

La montaison débute à la fin du tallage, elle traduit le changement de développement de la plante par l'allongement des entre-nœuds et la différenciation des pièces florales. A cette phase, un certain nombre de talles herbacées commence à régresser alors que, d'autres se trouvent couronnées par des épis. La montaison s'achève à la fin de l'émission de la dernière feuille et des manifestations du gonflement que provoquent les épis dans la gaine (**Clement-Grancourt et Prats, 1971**).

## **B. La phase épiaison – floraison**

Elle est marquée par la méiose pollinique et l'éclatement de la gaine avec l'émergence de l'épi. C'est au cours de cette phase que s'achève la formation des organes floraux (l'anthèse) et s'effectue la fécondation. Cette phase est atteinte quand 50 % des épis sont à moitié sortis de la gaine de la dernière feuille (**Gate, 1995**).

### **1.5.3 La période de formation et de maturation du grain**

Cette dernière phase joue le grand rôle dans l'élaboration du rendement. Après la fécondation l'évolution du grain se fait en trois étapes, Une première étape de la multiplication cellulaire intense permettant l'augmentation du poids du grain, et la formation des enveloppes. Le grain atteindra sa forme définitive après 10 à 15 jours. (**Boulelouah, 2002**), Une deuxième étape de la maturation ou le poids de l'eau dans le grain devient constant : c'est le palier hydrique, qui dure 10 à 15 jours, durant cette étape, le grain s'enrichit en glucide et en protéine provenant de la réserve stockée dans les tiges et les feuilles avant la floraison. Une dernière étape de dessiccation des grains, se caractérise par la fixation du poids définitive du grain, cette dernière est réalisée par la diminution du poids de l'eau et la stabilisation de la matière (**Gate, 1995**).

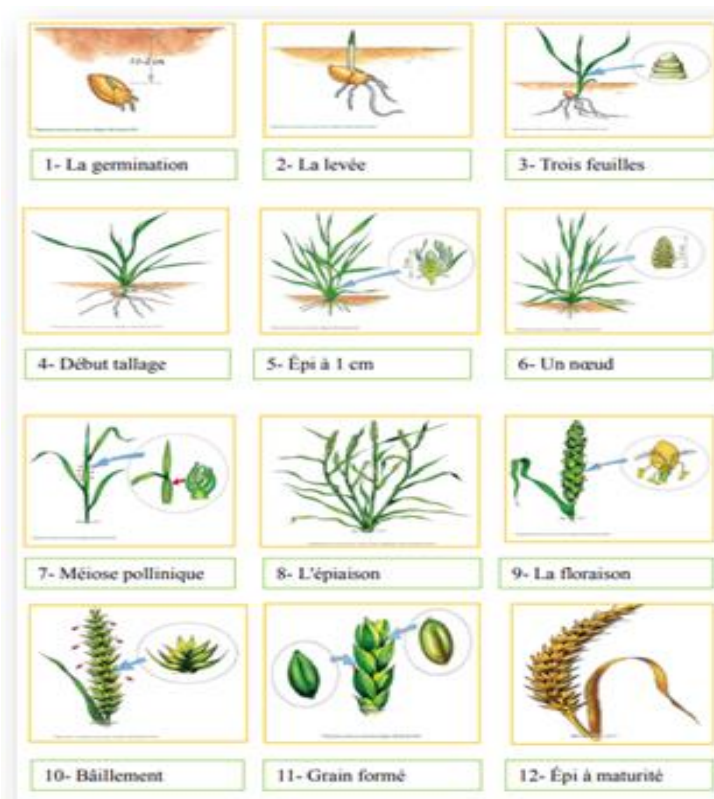


Figure 4: Les différents stades de développement du blé (Soltner, 2005).

Tableau 3: Durée des différents stades de la croissance du blé (Louneset.Guerfi ,2011).

Différents stade	Germination levée	Tallage	Montaison	Epiaison	Floraison	Formation Du grain
Durée Approximative En jours	20	60	30	30	15	45

## 1.6 Importance économique de blé

### 1.6.1 Dans le monde

Le blé est l'une des premières plantes domestiquées par l'homme, il est largement cultivé dans le monde (Xiaojie et al. 2012), constitue la première ressource en alimentation humaine, et la principale source de protéines. Ils fournissent également une ressource privilégiée pour l'alimentation animale et de multiple application industrielle (Bonjean et Picard, 1990). La

culture de blé est universellement rependue dans le monde, la 3ème production agricole mondiale et la 2ème céréalière après le maïs et avant le riz. Les principaux pays producteurs sont l'Union européenne, la Chine, l'Inde, la Russie, les Etats-Unis d'Amérique et le Canada. Les gros importateurs sont la Chine et l'Égypte (CIC, 2016). L'Afrique participe pour 25% à la production mondiale du blé tendre (CIC, 2016).

### 1.6.2 En Algérie

La filière céréalière représente une des principales filières de la production agricole en Algérie. Le blé tendre représente 60% de la ration alimentaire du citoyen algérien, et ses habitudes alimentaires (pâte, biscuit, pain) font de lui un grand consommateur de cette denrée (Bengriche et Tiliouine, 2017). Sur un total de 238 millions d'hectares, l'Algérie ne dispose qu'à peine de 8,46 Millions d'ha de terres utiles pour l'agriculture, soit moins de 4% de la superficie du pays, La superficie emblavée en blé s'est située à 1 503.698 ha pour le blé dur et 576.528 ha pour le blé tendre (Anonyme, 2015).

Actuellement, l'Algérie est un grand importateur de blé notamment le blé tendre (Djermoun, 2009) et se trouve dépendante du marché international. Cette situation risque de se prolonger à plusieurs années, faute de rendements insuffisants et des besoins de consommation sans cesse croissants devant une forte évolution démographique (Chellali, 2007). Selon la FAO (2017), les besoins d'importations céréalières algériennes pour l'année 2017 sont estimés à 13,6 millions de tonnes, ce qui fait de l'Algérie l'un des premiers importateurs de blé au monde, spécialement le blé tendre. (FAO 2017).

### 1.6.3 Dans l'alimentation humaine

Le blé tendre est utilisé principalement en meunerie pour obtenir la farine nécessaire à la production de pain commercial, de viennoiseries ou de pâtisseries. La farine obtenue à partir de blé tendre doit avoir des caractéristiques panifiables, avec un produit fini de qualités visuelles et gustatives conformes à l'attente. Le pain obtenu est noté selon 3 grandes familles de critères qui concernent la pâte, la mie et le pain fini (Canadas, 2006). Outre ces utilisations classiques du blé, de nouvelles utilisations à échelle industrielle apparaissent depuis quelques années, telles que la fabrication de bioplastiques à base de gluten ou d'amidon. Les principaux débouchés sont

les sacs plastiques, les plastiques agricoles, les emballages et certains produits d'hygiène. Ces bioplastiques sont l'avantage, par rapport à leurs homologues d'origine fossile, d'être biodégradables et renouvelables (**Debiton, 2010**).

### **1.6.4 Dans l'alimentation animale**

Le blé, outre ses applications en alimentation humaine, est largement utilisé en alimentation animale où ses sous-produits sont également valorisés : les sons et remoulages, non utilisés en alimentation humaine. Leur intérêt dans l'alimentation animale, consommés sous forme de poudre ou granules, est lié à leur richesse en vitamines, protéines et minéraux en quantités intéressantes (**Canadas, 2006**).

### **1.7 Transformation du blé tendre en farine**

La transformation des blés en farine se déroule en trois étapes :

- Le nettoyage des blés dont le but d'éliminer les produits et grains contaminants.
- Le conditionnement qui permet d'augmenter l'élasticité des enveloppes et d'accroître les différences de friabilité entre les tissus du grain.
- La mouture proprement dite qui assure la séparation de l'albumen et des enveloppes et réduit l'albumen en fines particules. (**FEILLET, 2000**)

#### **1.7.1 Nettoyage**

Le nettoyage a pour but d'enlever du blé tendre, toutes les impuretés qui y sont présentés (les corps étrangers et les poussières).

#### **1.7.2 Le conditionnement**

Le conditionnement est une étape importante, un mouillage par addition d'eau suivi d'un repos de 12 à 24 heures permet d'humidifier le grain de blé en profondeur afin de rendre le son souple et l'amande friable, en vue de faciliter leur séparation (**BOUDREAU et MENARD, 1993**). Réduit aussi la dureté de l'albumen pour favoriser sa réduction en farine sans endommager les granules d'amidon et conserver la valeur boulangère des farines (**Feillet, 2000**).

### 1.7.3 La mouture

La mouture est une opération dont le rôle est d'extraire du grain de blé tendre le maximum de l'amande qu'il renferme, sans qu'elle soit contaminée par le germe et le son (BOURSON, 2009).

#### Différentes étapes de la mouture

-**Le broyage** est une opération qui permet d'ouvrir mécaniquement le grain, qui passe entre de gros cylindres métalliques permettant de séparer l'enveloppe et l'amande. À chaque broyage, des tamis perfectionnés, séparent les produits et les classent selon leur taille.

-**Le blutage** c'est une opération permet la séparation des produits de mouture selon leur grosseur, en provenance des cylindres lisses et des cylindres cannelés en fonction de leur granulométrie. L'opération est réalisée dans des plansichters (Bourdeau et Menard 1992).

-**Sassage** c'est une opération qui consiste à classer selon la densité les particules d'amande de provenance et de dimension différentes. Pour le blé tendre le sassage permet l'élimination des soufflures (épicarpes : pellicule translucide qui se détache du son). C'est l'épuration (Bourson, 2009).

-**Le convertissage et le claquage** sont effectués dans des appareils à cylindres lisses, pour broyer les particules encore plus finement jusqu'à la farine. C'est aussi le mélange des différentes farines obtenues à chaque étape de la mouture (farine de broyage et de convertissage) qui donne la farine panifiable utilisée par le boulanger (Boukarboua and Boulkroun, 2016).

Les farines obtenues après chaque broyage, convertissage et claquages ont appelées farines de passages. Le mélange des farines de passage donne ainsi le produit fini, que l'on appelle la « farine entière » ou « farine de mélange » (GRANDYOINNET ,1991).

*Farine de blé tendre*



*Figure 5: farine de blé tendre*

### **1.8 Définition**

La dénomination de farine sans autre terme qualitatif désigne exclusivement le produit de la mouture de l'amande du grain de blé nettoyé et industriellement pur (**Godon and Willm, 1998**). La farine de blé est le produit élaboré à partir des grains de blé ordinaires *Triticum aestivum* L. par procédés de mouture ou de broyage dans lesquels le son et le germe sont partiellement éliminés et le reste réduit en poudre suffisamment fine (**Codex Stan, 1985**). Elle constitue majoritairement de polymères glucidiques (amidon et pentosanes), d'eau, de protéines (hydrosolubles et insolubles), et de lipides. La farine ne comporte pas d'arômes volatils, mais les enzymes endogènes vont générer des précurseurs de composés d'arômes (**BOUDREAU, al MENARD, 1992**)

### **1.9 Composition biochimique de la farine**

Une farine de blé moyenne contient 70 % d'amidon, 12 % de protéines, 2 % de lipides, 2% de pentosanes, 0,5 % de sels minéraux et 12% d'eau.

**Tableau 4:** La composition biochimique de la farine du blé tendre (Atwell, 2001).

Constituant	% matières sèche de la farine
Amidon	<b>63-72</b>
Protéines	<b>7-15</b>
Eau	<b>13-16</b>
Sucres	<b>4.5-5</b>
Matières grasses	<b>1-2</b>
Matières minérales	<b>0.4-0.5</b>

### 1.10 Les différentes Types de la farine :

La classification générale des farines est basée sur la teneur en cendre ou matières minérales. Du type 45 à 150, on passe de la farine la plus blanche (faible taux d'extraction en farine) à la plus "piquée", riche en enveloppes du grain (taux d'extraction en farine élevé) (Jeantet et al., 2007).

**Tableau 5:** Les différents types de farines (Jeantet et al., 2007).

Type	Taux de cendre (%MS)	Humidité	TE %
T45	<b>≤ 0.50</b>	<b>15.5</b>	<b>67</b>
T55	<b>0.50– 0.60</b>	<b>15.5</b>	<b>75</b>
T65	<b>0.62 – 0.75</b>	<b>15.5</b>	<b>78</b>
T80	<b>0.75 – 0.90</b>	<b>15.5</b>	<b>80-85</b>
T110	<b>1.00 – 1.20</b>	<b>15.5</b>	<b>85-90</b>
T150	<b>&gt; 1.40</b>	<b>15.5</b>	<b>90-98</b>

Les valeurs indiquées dans le tableau 3, désignent le poids en gramme du résidu minéral contenu dans 100 grammes de farine :

- **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, ou tout autre pour des traditions généralement issues de l'agriculture biologique (enrichissement).
- **T80** : Farine bise ou semi complète utilisée couramment dans les boulangeries biologiques sert à faire le pain semi complet.
- **T110** : Farine complète.
- **T150** : Farine intégrale est utilisée pour la fabrication du pain complet.

# *Matériels et Méthodes*

## **1 Matériel végétale**

Le matériel sur lequel a porté cette étude est le blé tendre, on a utilisé deux variétés

« ANZA » et « HD »,

Les variétés de blé tendre nous ont été fournies par l'unité de production de SBA (CCLS)

Les expérimentations ont été réalisées au niveau de laboratoire technologie alimentaire de département SNV de l'université de Biologie Djilali Liabes Sidi bel abbés.

### **1.1 Conservation des échantillons**

Le stockage des échantillons a été fait dans des sacs en papier propres, secs et fermés, la température de conservation des échantillons est celle du laboratoire.

## **2 Analyses effectuées**

### **2.1 Méthode d'analyse physique des grains de blé tendre**

#### **2.1.1 Poids à l'hectolitre (PHL) : NF V03-719 (AFNOR 1996)**

Appelé aussi poids spécifique (PS), c'est une mesure qui aide à savoir l'aptitude de blé à donner le pourcentage d'extraction en farine. C'est la masse d'un hectolitre de grains exprimée en kilogrammes. L'appareil utilisé appeler (Nelma-litre), qui a un volume d'un litre. Le PS est réalisé par l'écoulement libre d'un échantillon au moyen d'une trémie dans un récipient d'un litre de pesée utilisant NILMA litre (Figure06). On mesure le récipient vide, remplir largement la trémie d'un échantillon de blé débarrassé manuellement des grosses impuretés, puis ouvrir l'obturateur et laisser couler les grains. Après l'arrêt de l'écoulement en foncer le couteau raseur à fond, enlève ensuite la trémie avec son manchon contenant l'excès de grains au-dessus du couteau. Pendre la mesure à la balance pour la peser du récipient rempli et on déduit le poids spécifique (Kg/hl).



**Figure 6:**appareil Nelma –Litre.

**Mode de calcul**

$$\text{Poids spécifique} = \text{masse récipient rempli} - \text{masse récipient vide}$$

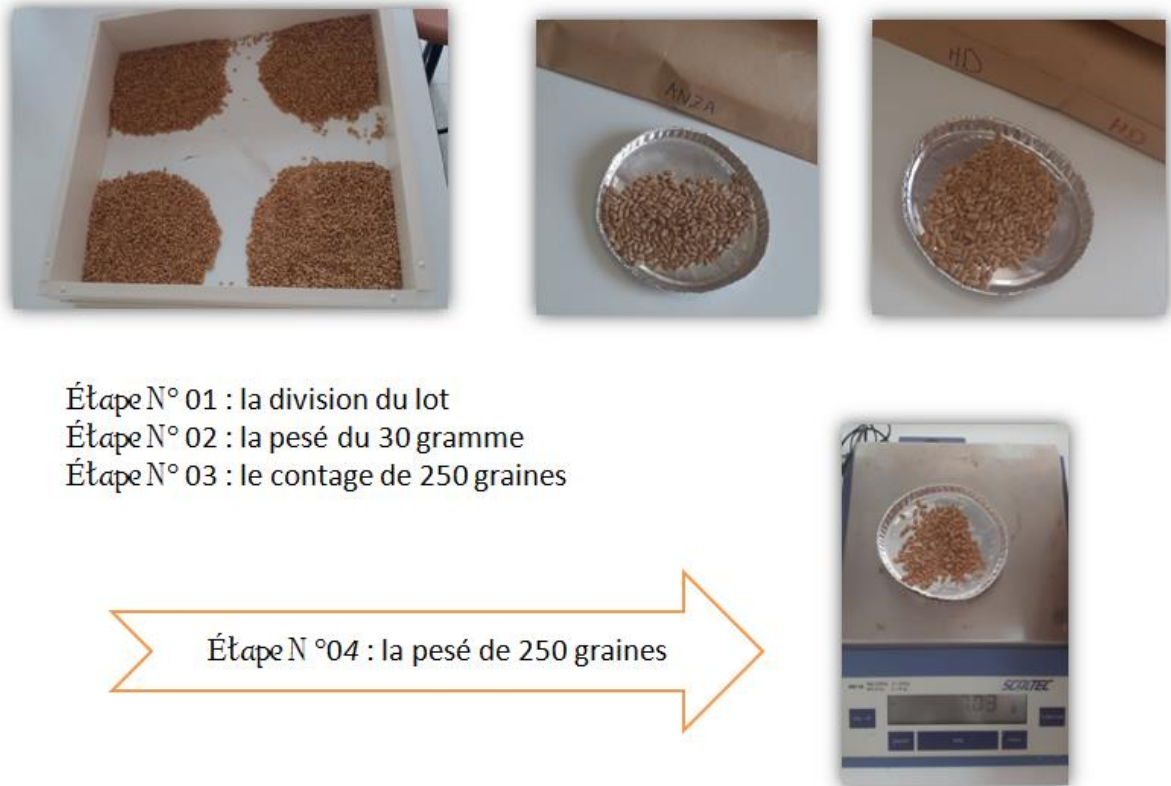
Le poids mesuré en gramme, converti par suite en kg/hl.

**2.1.2 Masse de mille grains NA.731/1990**

Poids de mille grains (PMG, g) est mesuré par la pesée et le comptage manuel de 250 graines à partir d'une masse de 30 grammes obtenus après la division du lot par quatre parties pour chaque variété. Le poids obtenu est multiplié fois quatre.

**Mode de calcul**

$$\text{PMG} \times 4$$



Étape N° 01 : la division du lot  
Étape N° 02 : la pesé du 30 gramme  
Étape N° 03 : le contage de 250 graines

Étape N° 04 : la pesé de 250 graines

**Figure 7:** Protocol expérimental adopté dans cette expérimentation.

### 2.1.1 Granulométrie

C'est un paramètre qui sert à étudier l'homogénéité des grains de blé tendre dans un échantillon donné.

Le tamisage a été réalisé selon la méthode décrite par la norme (NA20801, 1992). C'est la quantité de refus obtenus après tamisage de 100g de grains pendant 10 minutes à travers une série de tamis avec une ouverture de mailles décroissantes, ensuite les refus de chaque tamis sont pesés. Ouverture des mailles des tamis utilisés : -Pour le blé :

2.1 × 20 mm

1.9 × 20 mm

1×20 mm

La masse de refus obtenu est pesée et exprimée en pourcentage.



Les tamis



ROTACHOC  
CHOPIN



Le refus des tamis

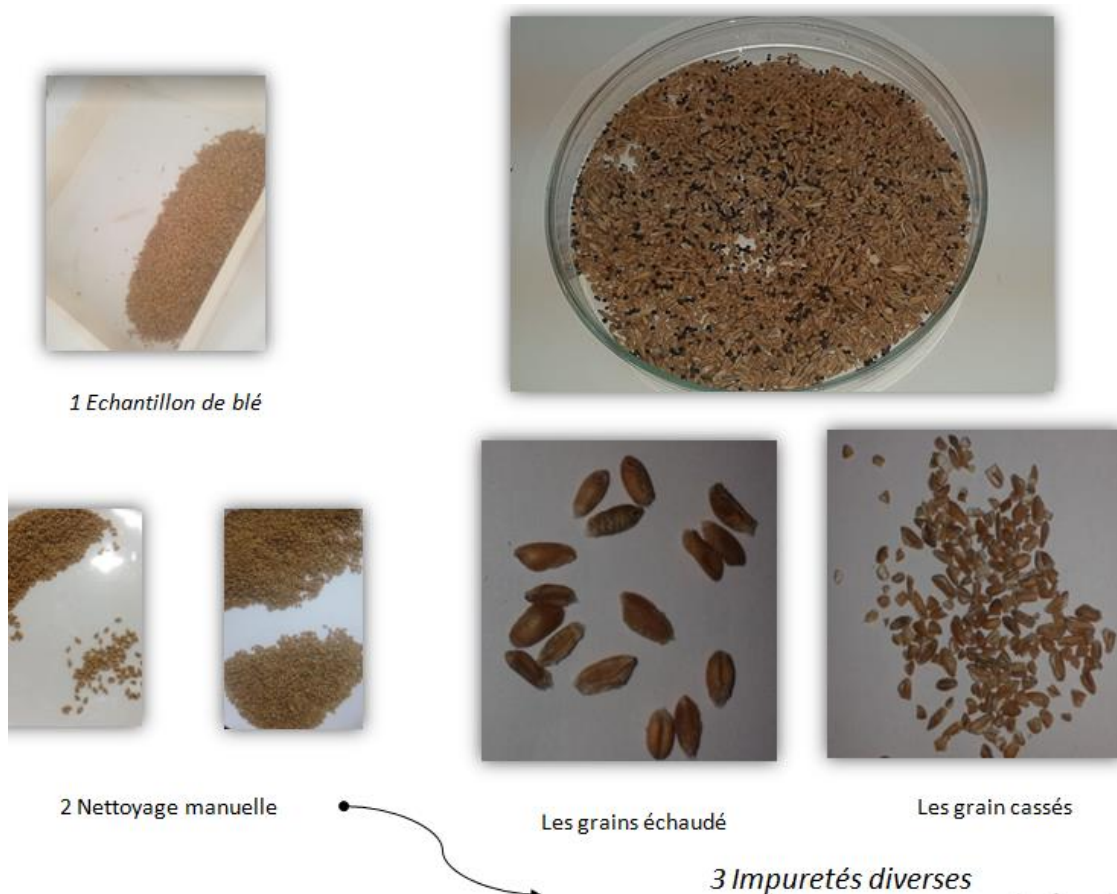
**Figure 8:** Tamisage d'échantillon.

## 2.2 Production de farine (conditionnement et mouture)

### 2.2.1 La préparation des blés

#### 1- Nettoyage du grain

Avant d'être broyé, le blé est nettoyé manuellement. C'est à l'occasion de ce nettoyage qu'il est débarrassé de diverses impuretés comme le sable, la paille, des petites pierres, des graines étrangères etc...



**Figure 9:** Protocol expérimental adopté dans cette expérimentation.

#### 2-Détermination du Taux d'humidité

La teneur en eau a été réalisée selon la méthode décrite par la norme algérienne NA1333/1990 (ISO 712), et un séchage d'une prise d'essai à une température entre 130 °C et 133

°C dans une étuve isotherme (**BRABENDER OHG DUISBURG 990100, made in Germany**). Consiste à sécher la prise d'essai de 5g pendant 1 heure et demie. Utilisant une balance analytique avec une précision de 0,001g (**KERN 824-24, made in Germany**), et un dessiccateur, contenant un agent déshydratant efficace.

### **Appareillage**

- Balance analytique.
- Broyeur.
- Nacelles.
- Etuve isotherme.
- Dessiccateur à plaque métallique contenant un agent déshydratant efficace.

### **Mode opératoire**

- Nettoyer la prise d'essai.
- Broyer une quantité légèrement supérieure à 5g.
- Peser rapidement, la totalité de la mouture obtenue dans la nacelle préalablement séchée et tarée, couvercle compris.
- Introduire la nacelle ouverte dans l'étuve pendant la durée nécessaire, ce temps est compté à partir au moment où la température de l'étuve est entre 130°et 133°C.
- Retirer les nacelles de l'étuve, la couvrir et la placer dans le dessiccateur 30min.
- Dès que la nacelle est refroidie à la température du laboratoire, la peser.

**Mode de calcul**

La teneur en eau, exprimée en pourcentage en masse, du produit, est calculée par la formule suivante :

$$H\% = \frac{m_0 - m_1}{p} \times 100$$

**H%** : l'humidité.

**M0** : Masse de capsule + échantillon avant étuvage.

**M1** : Masse de capsule après l'étuvage.

**P** : Prise d'essai.

$$\text{Matière sèche \%} = 100 - H\%$$



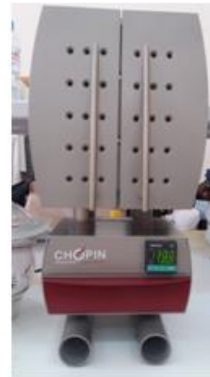
*Préparation de la prise d'essai  
Par le broyage des grains*



*Capsule métallique*



*Balance analytique pour le  
pesage des échantillon*



*Étuve isotherme 130°C  
CHOPIN*



*Dessiccateur a plaque  
métallique contenant un agent  
déshydratant*

**Figure 10:** Protocol expérimental adopté dans cette expérimentation

### **3-Le conditionnement de blé**

Après nettoyage le blé doit être conditionné, le but du conditionnement est de modifier l'état physique du grain pour favoriser la séparation entre l'amande du grain et son enveloppe.

Le conditionnement doit atteindre les objectifs suivants :

- Assouplissement des enveloppes afin d'éviter leur fragmentation et de faciliter leur séparation.
- Réduction de la dureté de l'albumen pour favoriser sa réduction en farine sans endommager les granules d'amidon.
- Conservation de la valeur boulangère de la farine.

Cette opération consiste une hydratation (16 à 17%) et un repos de 12 à 48h. Elle se déroule en deux étapes :

1. Le mouillage et l'absorption de l'eau par le grain.
2. La répartition de l'eau absorbée à l'intérieur du grain, pendant le temps de repos.

### ***4-La mouture***

La mouture permet l'obtention à partir d'une quantité de blé une farine standardisée plus ou moins proche de la farine industrielle. Elle comporte trois étapes :

**Le broyage** : une série de gros cylindre métallique, de multiples passages dans ces cylindres aux cannelures de plus en plus fines permettent de séparer l'enveloppe et l'amande. à chaque broyage, des tamis séparent les produits et les classent selon leur taille.

**Le claquage** : il s'agit d'une réduction des particules encore plus finement par des cylindres lisse.

**Le convertissage** : plusieurs passages dans une série de cylindres lisses pour obtenir le produit fin jusqu'à la farine.

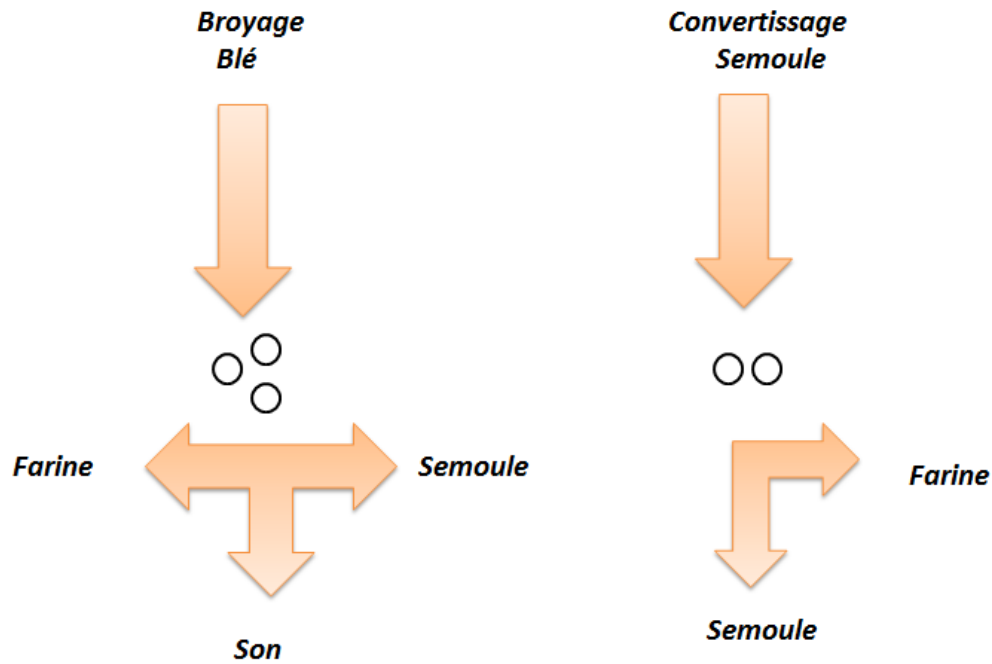
### **Appareillages :**

La mouture a été réalisée au laboratoire du moulin **HABOUR D'ORAN** à l'aide d'un moulin expérimental de type « **CHOPIN-DUBOIS** ».

Cet appareil comprend deux parties :

- Le broyage
- Le convertissage

Ce schéma montre les étapes de fonctionnement de cet appareil est les suivantes :



**Figure 11:** Mouture d'essai.

### Mode de calcul

Les résultats sont exprimés à 0.1% près. Par le taux d'extraction en pourcentage de blé sec.

$$E = Q_{blé} \times \frac{H_f - H_I}{100 - H_f}$$

Q : quantité de blé broyé.

H<sub>f</sub> : Humidité finale ~16%.

H<sub>I</sub> : Humidité initiale (déterminer par le teste d'humidité).

E : Quantité d'eau ajouté pendant le mouillage pour atteindre 16%.

## 2.2 Les analyses de la farine

### 2.2.1 Analyse chimique

#### 1-Détermination de la Teneur en cendres

Les cendres sont le résidu minéral incombustible obtenu après incinération. Il a été obtenu selon la méthode décrite par la norme algérienne (NA7333/1990-ISO2171), par incinération d'une prise d'essai dans un four à moufle à une température de 900C° jusqu'à combustion complète de la matière organique puis pesée du résidu obtenu, Avant de commencer l'incinération des échantillons, il est nécessaire d'ajouter de l'éthanol pour les enflammer (pré-incinération).

#### Appareillage

- Balance analytique
- Nacelles en porcelaine ou en quartz.
- Four électrique, four à Moufle.
- Pince en acier inoxydable.
- Ethanol.
- Dessiccateur à plaque métallique contenant un agent déshydratant efficace.

#### Mode opératoire

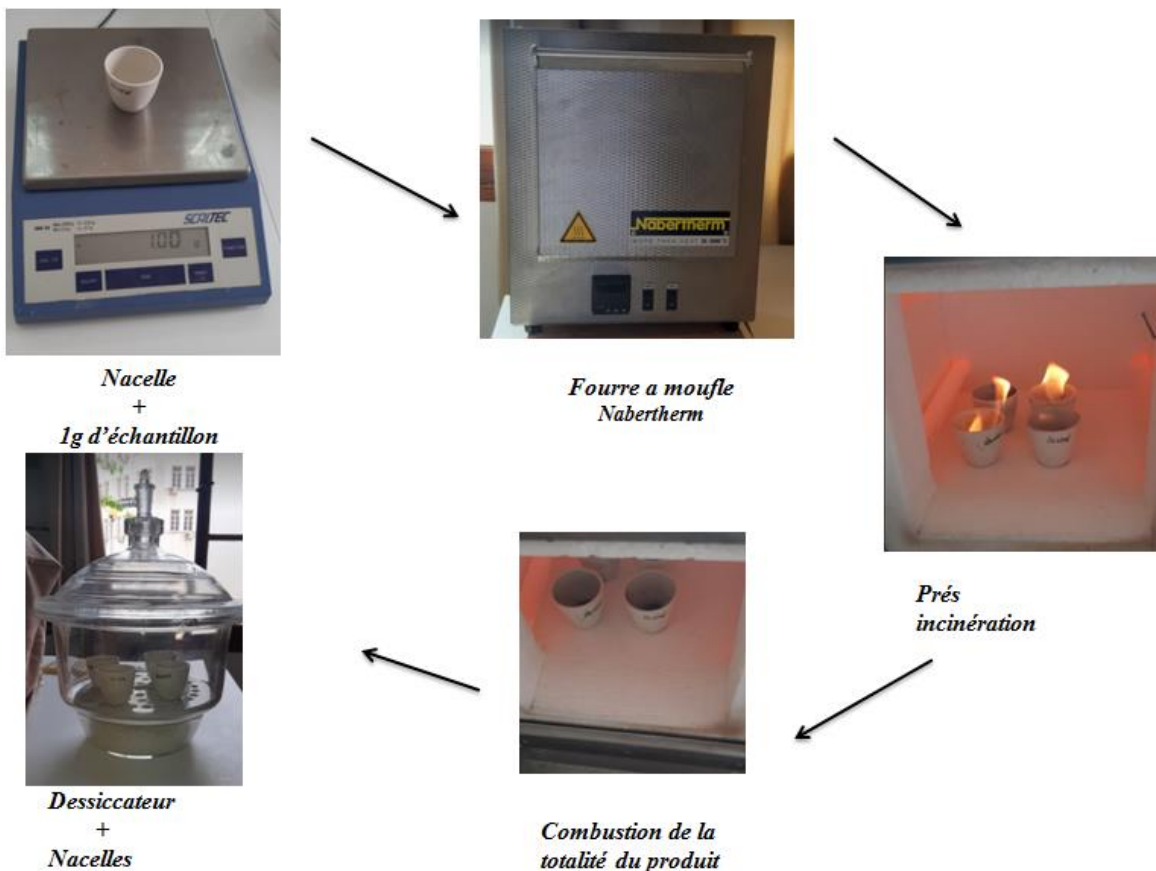
- Dans des capsules en porcelaine, peser 2 g de l'échantillon+ 2ml d'éthanol.
- Placer les capsules dans un four à moufle réglé à 900°C jusqu'à l'obtention d'une couleur gris clair ou blanchâtre.
- Retirer les capsules du four et les mettre à refroidir dans le dessiccateur, puis les peser.

### Mode de calcul et formule

Le taux de cendre (TC) est exprimé en pourcentage par rapport à la matière sèche :

$$MO : 100 \times \frac{m1 - m2}{p}$$

- P : masse en gramme de la prise d'essai.
- M1 : masse en gramme de la capsule d'incinération + échantillon.
- M2 : masse en gramme de la capsule d'incinération et du résidu d'incinération.



**Figure 12:** quelques étapes de détermination le taux de cendre.

### 2-Détermination de taux de protéine

Cette analyse consiste à mesurer par infrarouge les paramètres suivants de la farine :

L'humidité, l'amidon, le taux des protéines. Est réalisée par un instrument d'analyse de composition (Informatique, analyseur NIR INFRAMATIC). L'analyse se fait par réflexion en proche infrarouge [1400-2500nm] d'un échantillon, avec étalonnage préalable mémorisé dans le microprocesseur intégré. Les résultats sont exprimés en pourcentage (%).

### **Appareillage**

- Spectroscopie proche infrarouge.

### **Mode opératoire :**

- Introduire une petite quantité de farine dans la cellule de mesure.
- Lancé l'analyse, les résultats apparaissent à l'écran.



*Informatique, analyseur NIR  
INFRAMATIC*



*Ecran afficheur de résultat*

*Cellule de mesure*



*Bouton entré pour le lancement  
d'analyse*

**Figure 13:** *l'INFRAMA TIC utilisé pour obtenir le taux de protéines.*

### 3-Indice de chute de HAGBERG

C'est un indice qui permet d'évaluer l'activité enzymatique d'un échantillon, les enzymes traités sont les amylases qui hydrolyse l'amidon en glucose (**Moffakir, 2016**). Certaines enzymes sont responsables de la dégradation de l'amidon et sont directement impliqués dans le processus de fermentation, La méthode la plus courante pour la mesure de leur activité enzymatique la plus courante s'appelle le temps de chute de HAGBERG (NA1176, 2008). Dont l'estimation de l'activité  $\alpha$ -amylasique fait en utilisant l'amidon présent dans l'échantillon comme substrat. La détermination est basée sur la capacité de gélatinisation rapide d'une suspension aqueuse de farine, dans un bain d'eau bouillante, et sur la mesure de la liquéfaction de l'empois d'amidon par l' $\alpha$ -amylase présente dans l'échantillon. La liquéfaction affecte la consistance de l'empois d'amidon et, par conséquent, la résistance à l'agitateur viscosimétrique et

le temps qu'il met à chuter d'une distance définie à l'aide d'un appareil dite FALLING NUMBER (Figure14) (FALLING NUMBER 1400, PERTEN instrument, France).

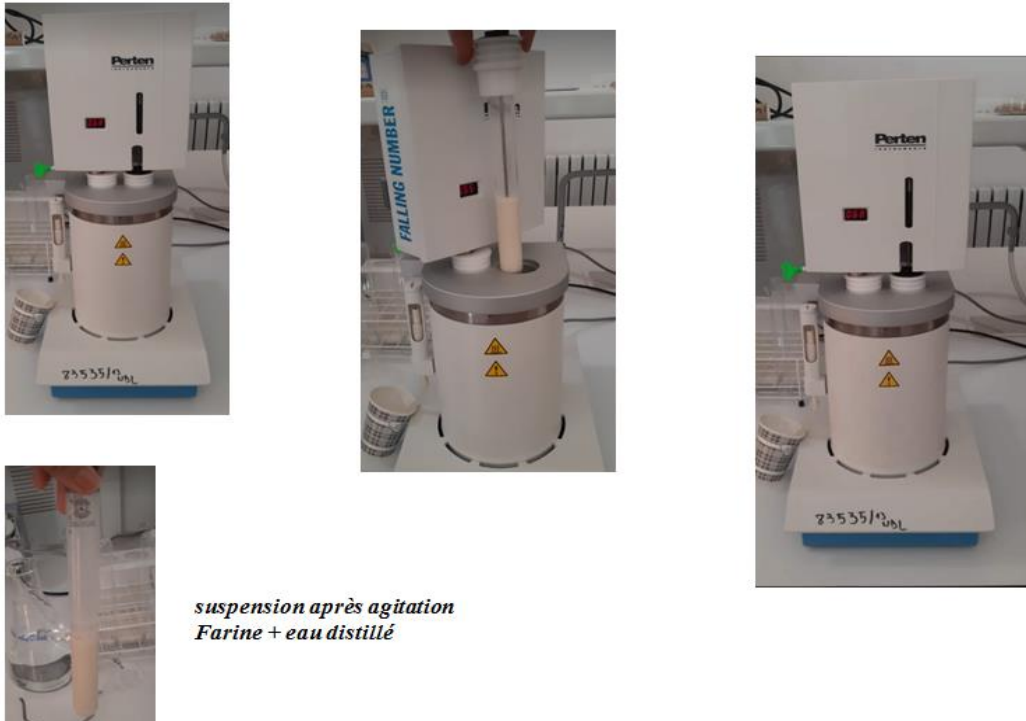
### **Appareillage**

- Balance analytique.
- Pipette 25ml.
- L'eau distillée.
- FALLING NUMBER.

### **Mode opératoire**

- En fonction de l'humidité on pèse la quantité de la farine ou du blé broyé.
- Transformer la prise d'essai dans le tube viscométrique à l'aide de l'entonnoir.
- Ajouter 25 ml d'eau distillé.
- Fermer les tubes par un bouchon propre et secs et secouer le tube rigoureusement 40 fois afin d'obtenir une suppression homogène.
- Retirez le bouchon et récupérez la suspension qui entoure le col du tube en le frottant.
- A l'aide d'un agitateur, recombinez à la suspension les particules qui adhèrent à parois interne du tube.
- Positionner le tube dans l'orifice de couvercle de bain-marie.
- Basculer la tour vers l'avant immédiatement après introduction de tube dans le bain marie (le démarre automatique).
- A 5 secondes, l'agitateur démarré à la cadence de deux allers-retours.

- A 60 secondes le crochet s'arrête en position haut est repêche l'agitateur dans la solution.
- Une lampe rouge et un compteur montre que la détermination est finie.



**Figure 14 :** FALLING NUMBER 1400.

#### 4-Amidon endommagé

La teneur en amidon endommagé constitue un critère important d'appréciation de la qualité des farines (capacité d'absorption d'eau, coloration de la croute...).

Le principe appliqué est basé sur la méthode ampérométrique, il mesure l'absorption d'iode par une suspension diluée de farine. L'iode est absorbé par l'amidon d'autant plus que celui-ci est endommagé. L'échantillon de farine est mis en contact avec une solution iodée dont l'appareil (SDmatic 676, CHOPIN, France) mesure l'intensité électrique proportionnelle à la quantité d'iode libre en solution. Plus l'endommagement de l'amidon est important, plus la quantité d'iode fixée sera importante (**Dubat, 2010**).

### Appareillage

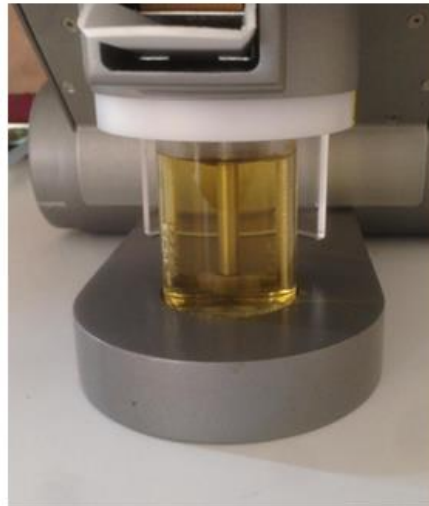
- L'eau distillée.
- L'acide borique.
- L'iodure de potassium.
- Thiosulfate de sodium.
- SDmatic.
- Balance analytique.
- Pipette.

### Mode opératoire

- Préparer dans un flocon plastique (fournis avec le SDmatic).
- 120 ml d'eau distillée dosé précisément ( $\neq 0.1$ ).
- 3 grammes d'acide borique( $H_3BO_3$ ).
- 3 grammes d'iodure de potassium (KI).
- 3goutte de thiosulfate de sodium ( $Na_2O_3S_2$ ) a 0.1 mol /l.
- Agiter quelque instant le flocon, et mettre la solution obtenue dans un bol de réaction.
- Mettre en place le bol de réaction dans le SDmatic et rabattre le bras.
- Afin d'accélérer le cycle de test, il est possible de préparer une solution de test dans le deuxième bol de réaction et de la mettre à préchauffer dans le SDmatic (le temps de chauffe par le SDmatic lors du SDmatic).



*Mise en place du bol de réaction*



*Génération d'iode*



*l'absorption d'iode par une suspension diluée de farine.*

**Figure 15:** quelques étapes de détermination de taux d'amidon endommagé.

# *Résultats et Discussion*

## 1 Appréciation de la valeur meunière

### 1.1 Caractéristique physique de grain de blé

#### 1-Poids à l'hectolitre

Le poids à l'hectolitre (PHL) se définit comme le poids des grains remplissant un volume donné, il est parfois utilisé pour prédire le comportement du blé au cours de la mouture (FEILLET, 2000). Selon (KLEIJER et al, 2007) le PHL est utilisé depuis des décennies comme critère de qualité et reste employé dans de nombreux pays pour déterminer le prix. Le PHL du blé étudié est de :

**Tableau 6** : résultat de PHL du blé étudié.

Variétés	PHL KG /hl
ANZA	<b>81.293</b>
HD	<b>81.772</b>

**Tableau 7** : Ligne directrice pour l'interprétation du poids spécifique du blé (WILLIAMS, 1998).

Poids spécifique (Kg/Hl)	Interprétation
<b>80-84</b>	<b>Blé très lourd</b>
<b>76-80</b>	<b>Blé lourd</b>
<b>72-76</b>	<b>Blé moyennement lourd</b>
<b>68-72</b>	<b>Blé léger</b>
<b>64-68</b>	<b>Blé très léger</b>
<b>60-64</b>	<b>Blé extra léger</b>

Selon la classification de (WILLIAMS, 1998) ce blé (ANZA-HD) appartient à la catégorie des blés **très lourds**, donc denses et de bon rendement.

## 2-Poids de mille grains (PMG)

La taille du grain est une caractéristique essentiellement variétale, mais elle dépend également des conditions de culture, c'est aussi un indicateur du rendement technologique dans les industries de première transformation (ITCF, 2001).

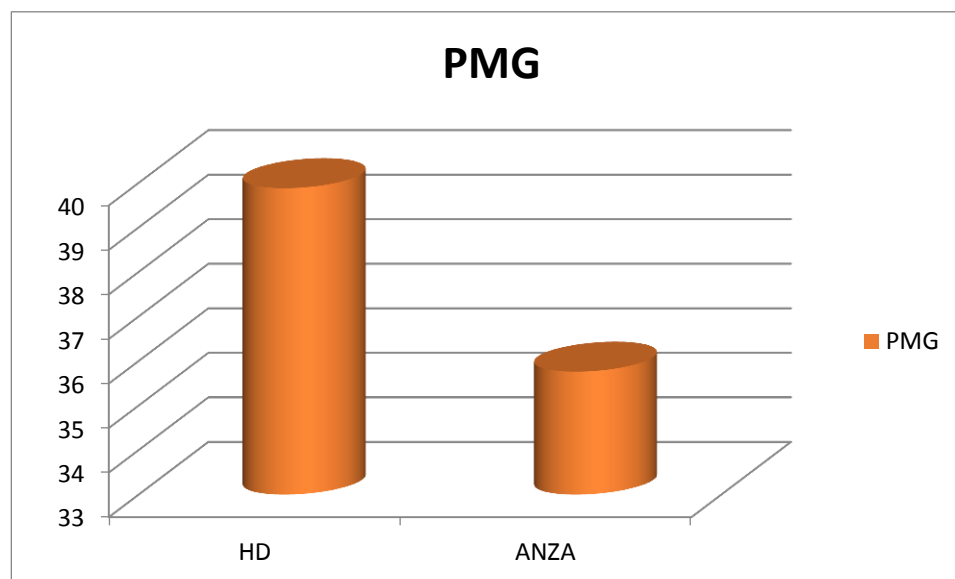
**Tableau 8** : Résultat de la masse de mille grains (PMG) de blé étudié.

Variétés	Masse de mille grains (PMG)
ANZA	<b>35.76</b>
HD	<b>39.88</b>

Sur la base du poids de 1000 grains, les blés se classent comme suit :

**Tableau 9** : Classification des blés selon la masse du poids de 1000grains (GODON et WILLIAMS, 1998).

<b>80 à 60 g</b>	<b>Gros blés</b>
<b>55 à 35 g</b>	<b>Blés moyens</b>
<b>&lt; 35 g</b>	<b>Petits blés</b>



**Figure 16**: Poids de mille grains des variétés de blé tendre

-Le PMG (**HD**) est de : **39,72 g** Les blés dont la valeur du PMG est entre 35 et 55g renferment des grains moyens.

-Le PMG (**ANZA**) est de : **36,56g** Les blés dont la valeur du PMG est entre 35 et 55g renferment des grains moyens.

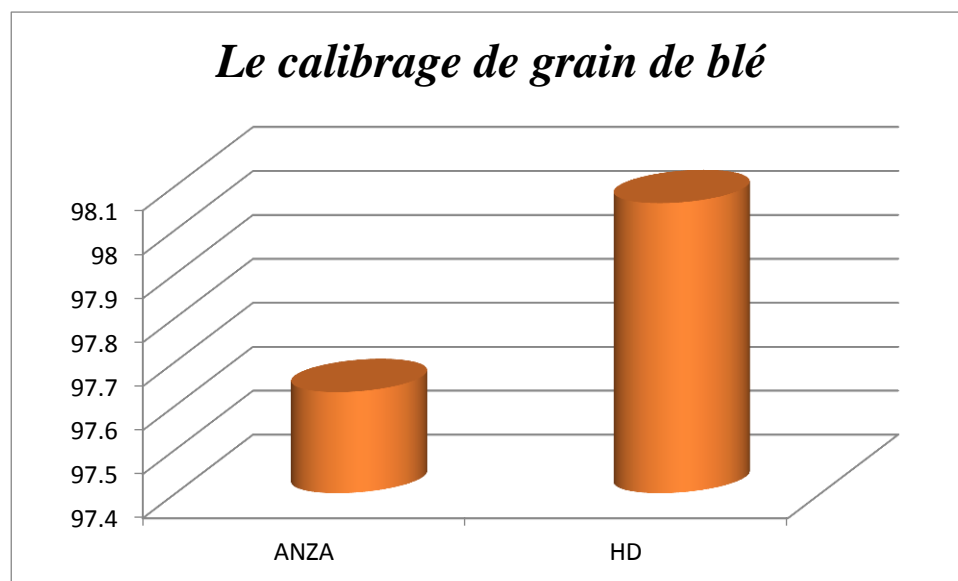
On remarque que les deux échantillons de blé tendre appartiennent à la classe **grains moyens**.

### 1- Le calibrage des grains de blé

Selon la figure qui représente les résultats relatifs au taux de refus du tamis supérieur dont l'ouverture du tamis 2,1mm. On peut dire que nos variétés de blé tendre étudié ont des gros grains.

**Tableau 10** : résultats du calibrage des grains de blé tendre étudié.

Variétés	Taux de refus (Ouverture 2,1mm)
ANZA	<b>97.63</b>
HD	<b>98.06</b>



**Figure 17**: Résultats relatifs au calibrage des grains de blé tendre étudié.

Le calibrage des grains permet de caractériser la répartition en taille et en nombre des particules dont ils sont composés (Feillet, 2000).

### Taux d'humidité

La détermination de la teneur en eau des blés révèle une importance capitale. Selon (MARTIN 1998) présente un triple intérêt :

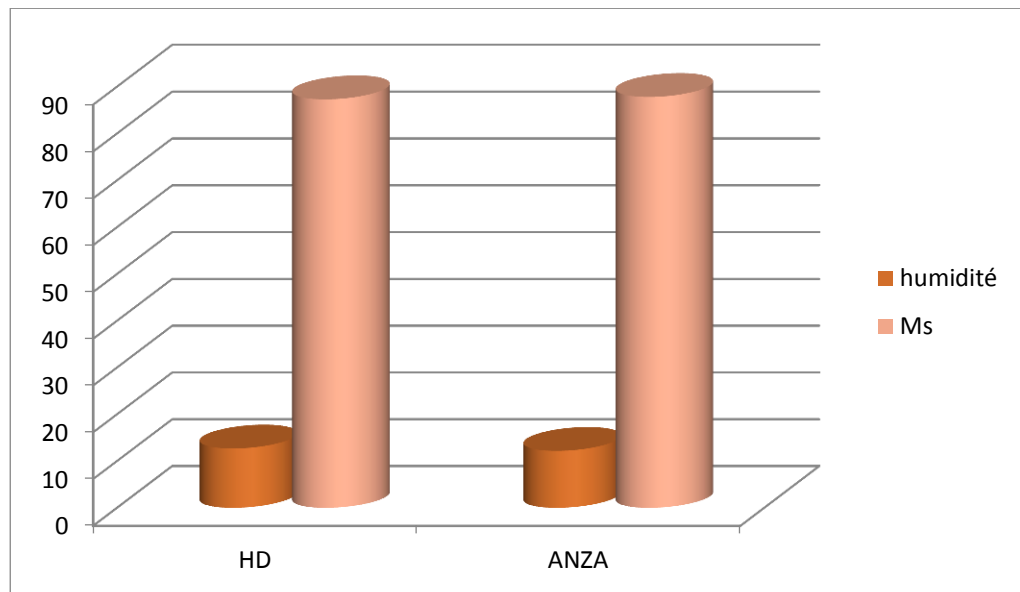
- Intérêt technologique : pour la détermination des conditions de récolte, de stockage ou de transformation industrielle.
- Intérêt analytique : pour rapporter le résultat des analyses de toute nature à base fixe (matière sèche ou teneur en eau standard).
- Intérêt commercial et réglementaire.

Elle renseigne sur la quantité d'eau à ajouter pour ramener l'humidité du grain à 16.5% dans le but d'avoir un bon taux d'extraction.

Les résultats de l'humidité des grains sont dans le tableau 11 :

**Tableau 11** : Humidités des grains de blé :

Variétés	Humidité des grains (H%)
ANZA	<b>12.18</b>
HD	<b>12.69</b>



**Figure 18 :** Teneur en Eau (H%) dans les grains de blés étudiés : ANZA, HD.

La teneur en eau des blés est un paramètre important qui doit se situer entre 10 et 16% (généralement 13 à 15%) pour que les grains se conservent convenablement (Chene ,2001). Il ressort que dans notre cas l’humidité des grains de blé étudié  $12.18 \pm 0.055$  et  $12.96 \pm 0.008$  respectivement pour ANZA et HD qui sont presque semblable se situent bien dans cette fourchette.

Par contre elle est inférieure à la valeur maximale admise à savoir 16% selon DUBOIS (1996).

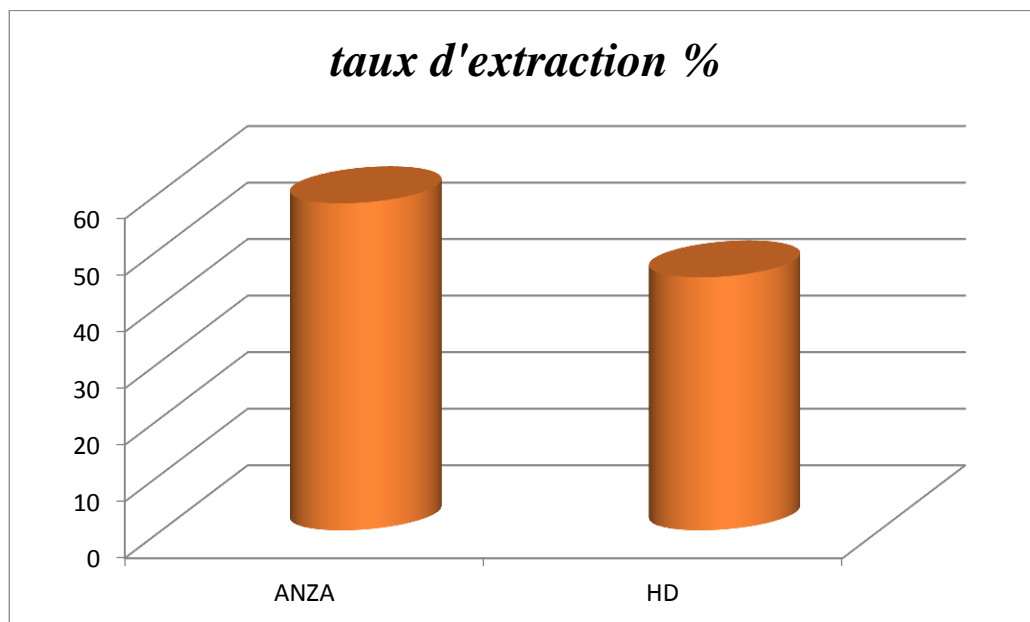
## 2 Bilan de la mouture

Le tableau illustre les taux en% des différentes fractions issues de mouture des grains de blé tendre étudié.

**Tableau 12** : Rendement en mouture des grains de blé tendre broyé.

Variétés	Taux de son en %	Rendement à la mouture (F broyage) %	Rendement à la mouture (F convertissage) %	Rendement à la mouture (remoulage) %
ANZA	<b>28.84</b>	<b>16.65</b>	<b>41.19</b>	<b>10.19</b>
HD	<b>29.26</b>	<b>17.96</b>	<b>26.77</b>	<b>6.72</b>

Le taux d'extraction est la quantité de farine extraite pour une proportion de blé. il est en fonction des caractéristiques physiques des grains et des conditions de mouture (conditionnement). Les taux d'extraction obtenus pour les différentes variétés de blé sont illustrés sur la figure suivante :



**Figure 19**: Le taux d'extraction des farines des variétés de blé tendre.

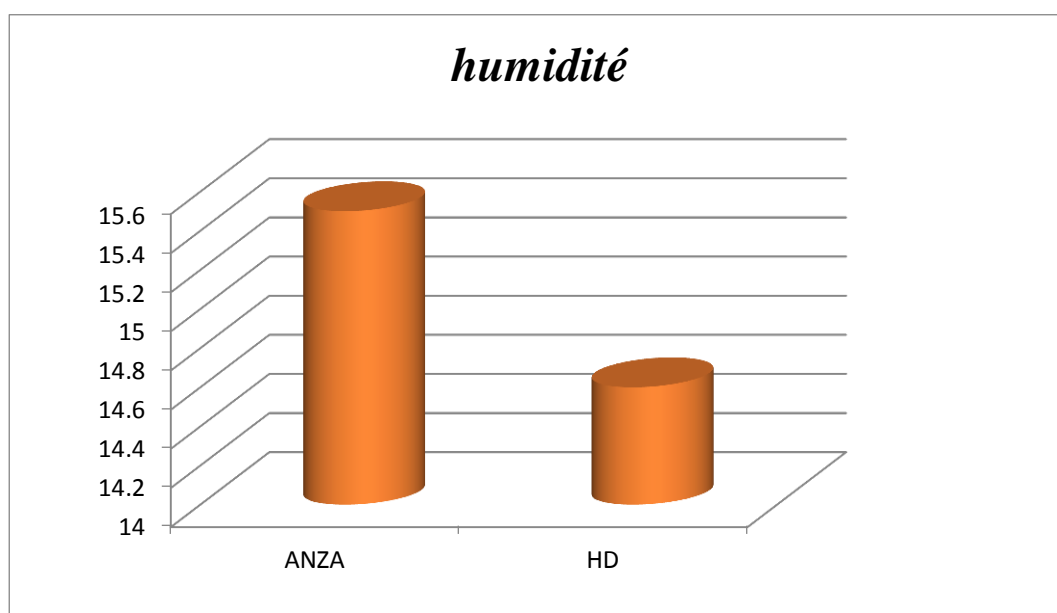
De la figure, on remarque que le taux d'extraction varie de 44.73% (HD) à 57.83%(ANZA) mais ces valeurs sont inférieures à la norme qui exige un taux d'extraction de 70% à 75% (**Godon et Loisel, 1984**). Cette baisse de taux d'extraction peut être due à l'état

mécanique du grain, l'efficacité du moulin d'essai et le conditionnement. Selon **Serville (1984)**, la pureté de la farine varie inversement avec le taux d'extraction, ce sont les taux d'extraction les plus faibles qui donnent les farines les plus blanches. Nos résultats nous permettent de prédire que les grains de blé tendre étudiés donneront des farines plus blanches et de meilleure qualité.

### 3 Caractéristique physico-chimique de la farine

#### 3.1 Détermination du taux d'humidité de la farine

La teneur en eau des farines est un paramètre important à déterminer, car la réalisation des tests technologiques tel que l'essai au mixographe, à l'alvéographe Chopin et la précision des divers résultats analytiques exigent sa détermination (**Godon et al., 1997**). Puisque l'humidité des farines est une importante condition de leur bonne conservation. En aucun cas, il ne doit être supérieur à 16 % (**Dubois and Leyens, 1994**).



**Figure 20:** Teneur en Eau (H%) dans les farines étudiées : ANZA, HD.

Les valeurs obtenues 14.6-15.5% s'intercalent dans les normes de **Codex, (1985)** qui estime la valeur maximale de 15.5%. Ce qui permet de conclure leur bonne conservation. Et conformes aussi avec les valeurs décrit par **Chene (2001)** se situe entre 10 et 16 %.

### 3.2 Détermination du Taux de cendre

Les cendres sont les résidus de l’incinération de la farine, leur teneur est un moyen d’appréciation de la pureté de la farine qui augmente avec le taux d’extraction (ICTF, 2001). La farine la plus blanche possède un taux de cendres et d’extraction les moins élevés. Il s’agit d’une farine essentiellement extraite de l’amande et d’une partie du germe. Inversement, moins il est éliminé de résidus, plus le taux de cendres et d’extraction s’élèvent (GODON, 1991). Chene (2001), rapporte que plus le taux d’extraction est élevé, plus la farine a de la saveur et plus elle contient d’éléments nutritifs.

**Tableau 13** : résultats du taux de cendre des échantillons de farine.

Variétés	Tc%
ANZA	<b>0.82</b>
HD	<b>0.83</b>

Les résultats des analyses, révèlent que nos échantillons sont minéralisés (0.82-0.83%). Ces résultats se rapprochent de ceux rapportés par BOYACIOGLU et D4APPLONIA (1994) ; GODON et LOISEL (1997), qui préconisent des teneurs en cendre allant de 0.75 à 0.80%. Mais sont inférieur à 1.05% trouvé par MOKHTARI et TAHRAOUI (2006).

**Tableau 14** : Les différents types de farines Selon (Jeantet et al., 2007).

TYPE	Taux cendre %	Description
T45	<b>≤ 0.50</b>	<b>Farine très blanche</b>
T55	<b>0.50– 0.60</b>	<b>Farine blanche</b>
T65	<b>0.62 – 0.75</b>	<b>Farine crème</b>
T80	<b>0.75 – 0.90</b>	<b>Farine bise ou semi complète</b>
T110	<b>1.00 – 1.20</b>	<b>Farine complète</b>
T150	<b>&gt; 1.40</b>	<b>Farine intégrale</b>

Le taux de cendre de nos lignées est de 1.23-1.07%. Donc les farine issues du moulin «HABOUR» sont des farines de type T80 (farine bise ou semi complète)(Tableau 14).

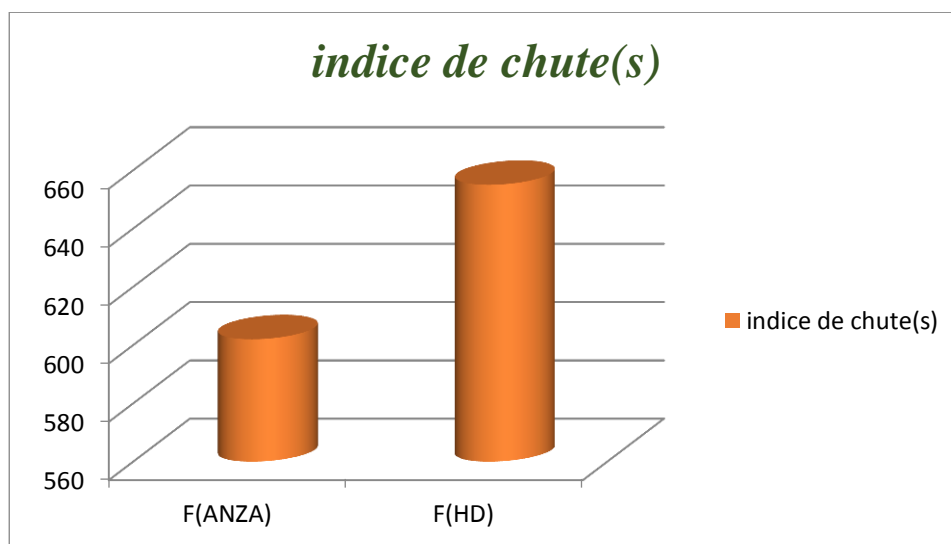
### 3.3 Détermination de taux de chute

L'indice de chute est un indicateur de l'activité amylasique. La teneur en  $\alpha$  amylase est inversement proportionnelle au temps de chute de Hagberg. Cette méthode permet de déterminer indirectement la teneur en  $\alpha$  amylase d'une farine donnée. Considérant que plus la teneur en  $\alpha$  amylase de la farine est élevée, plus l'amidon est hydrolysé, plus la consistance de l'emploi formé lors du chauffage de la suspension est faible, et plus le viscosimètre descend rapidement dans le produit (**Bourad, 2009**).

A un temps de chute trop court on aura des pates collantes, un pain qui se déchire, une mie d'apparence grasse et une croûte fortement colorée. Au contraire, à un temps de chute trop long on aura une fermentation lente, un pain insuffisamment développé et une croûte pâle (**Mofakkir, 2016**).

**Tableau 15** : Les résultats de taux de chute des farines analysées

Variétés	Indice de chute (s)
F(ANZA)	<b>602</b>
F(HD)	<b>655</b>



**Figure 21:** résultats de l'activité enzymatique de deux lignées de farine (ANZA-HD)

Les résultats d'indice de chute préconisent pour nos variétés, varient entre (602 et 655). Selon **Bard (1997)**, l'activité  $\alpha$ - amylasique doit être optimum pour la panification :

1. indice < 180 secondes : l'activité est hyper-diastasique, farine impropre à la panification.
2. indice = 260 secondes est l'optimum.
3. indice > 300 secondes : l'activité est hypo-diastasique, une correction nécessaire par addition d'amylase.

Les résultats de nos farines possédants une activité amylasique faible a un temps de chute élevé donc activité hypo-diastasique selon **Bard (1997)**. Ces résultats sont supérieurs aux normes optimales pour la panification (200 à 300sec) rapportés par **GODON et LOISEL (1997)**. Par contre sont en accord avec les résultats de (**RAO et al.,2001**).

### 3.4 Taux de protéine

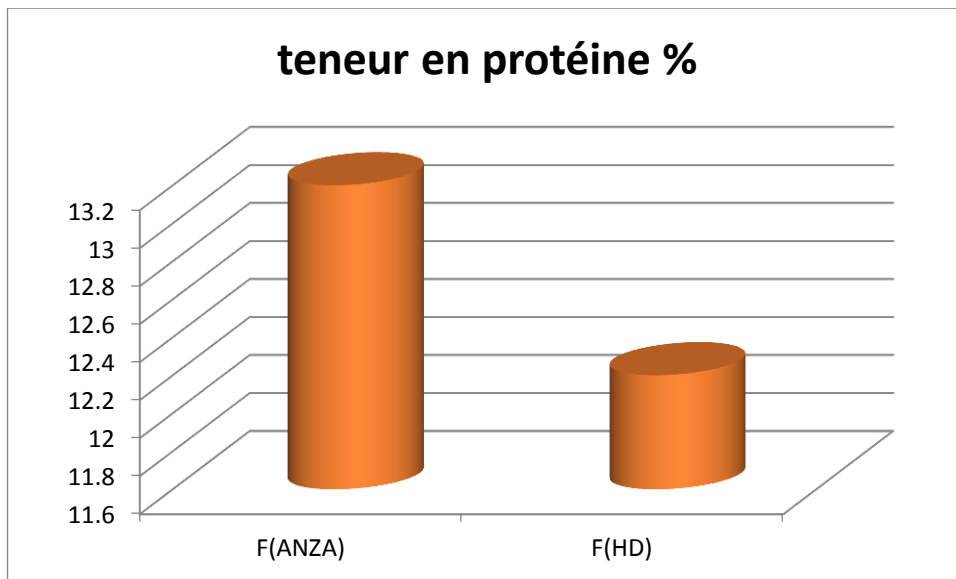
La teneur en protéines des graines est un critère important de la qualité. Sa valeur d'utilisation dans les industries de panification croit avec la teneur en protéines (**Godon et Loisel, 1997**). Toujours d'après **Goden (1991)**, la teneur en protéines du grain varie fortement en fonction des conditions agro-climatiques (précédent cultural, échaudage, fumure azoté) et dans une moindre importance, selon les variétés.

C'est aussi un paramètre important sur le plan nutritionnel, en particulier car les céréales rentrent pour une part importante dans la ration alimentaire de la population, elle varie en fonction de la variété, des conditions de culture et le stade de maturité des grains (**Selselet ,1991**).

Les résultats de teneurs en protéines pour la farine et les grains sont regroupés dans le tableau 16 :

**Tableau 16** : teneur en protéines des grains et farines de blé tendre.

Variétés	Teneur en protéines Pour les farines %
ANZA	13.2
HD	12.2



**Figure 22**: Teneur en protéines dans les produits étudiés : Farine et grain de blé ANZA, HD

Les résultats obtenus présentent des teneurs en protéines un peu élevées, se trouvent au-dessus de la limite minimale (11%) trouvé par **CODEX ALIMENTARIUS (1995)** pour les farines de blé tendre. Et se rapprochent de l'intervalle (9 à 15%) rapporté par **LINDAHL et ELIASSON (1992)**. Dans l'intervalle (8 à 16%) signalés par **ZHU et KHAN (2001)**.

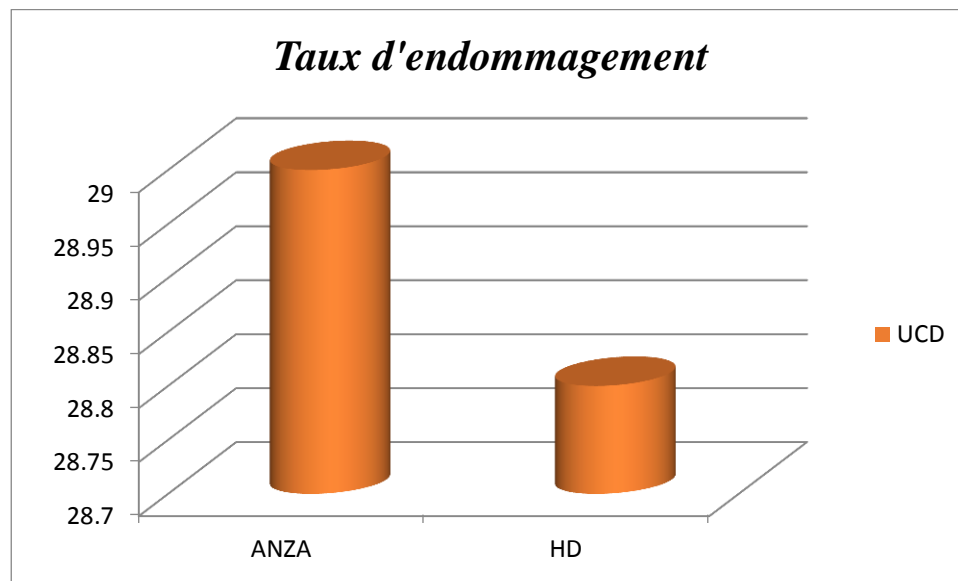
### 3.5 Détermination de taux d'endommagement

Pendant la mouture, une partie des granules d'amidon va invariablement subir un dommage mécanique, l'amidon endommagé influence la plupart des procédés des fabrications en seconde transformation (Araud DUBAT, 2011).

Les résultats obtenus de taux d'endommagement d'amidon pour les variétés de farine sont représentés dans le Tableau ci-dessous.

**Tableau 17** : résultats représentatifs de taux d'endommagement d'amidon.

Variétés	AI%	UCD
ANZA	<b>96.49</b>	<b>29</b>
HD	<b>96.65</b>	<b>28.8</b>



**Figure 23**: Taux d'endommagement dans les farines ANZA et HD.

L'endommagement de l'amidon a une grande influence sur les caractéristiques rhéologique (mécanique) des farines. Il à un impact aussi sur la qualité de farine produite. L'incidence de l'endommagement de l'amidon est positive dans un premier temps (augmentation du pouvoir d'adsorption d'eau des farines). Puis négative dans un second (pâtes qui collent, se relâchent, coloration intense des produits de cuisson). L'ensemble des farines issues des variétés

de blé présente des valeurs comprises entre 28.8-29 UCD (Tableau 17) qui ont supérieures a la norme de production des farines qui doit être compris entre 16 et 19 UCD. Selon Entre autres, plus l'amidon est endommagé plus la pâte de farine sera collante et non maniable lors du pétrissage.

# *Conclusion*

Cette étude nous a permis de connaître la caractérisation biochimique du blé tendre et sa farine

Les résultats des analyses physiques du blé tendre nous ont permis de tirer les conclusions suivantes :

- Concernant le poids à l'hectolitre, le résultat obtenu a montré que le blé est très lourd.
- Le poids de 1000 grains a montré que le blé est constitué de grains moyens.
- La teneur en eau du blé permet une conservation correcte.

La mesure de la valeur meunière par l'essai de mouture montre que les variétés ont donné un taux d'extraction convenable. La fabrication de la farine nécessite des analyses physico-chimiques et technologiques spécifique pour contrôler la qualité de blé tendre à utiliser.

Les différentes analyses effectuées telles que : l'humidité, le taux de Protéine, le taux cendre, l'amidon endommagé, taux de chute, sont regroupés dans les points suivants :

- Le taux de protéines pour les farines de blé tendre étudiées varie de 13.2% à 12.2%, donc les résultats enregistrés sont conformes aux normes.
- Le taux d'Humidité varie de 14.6% à 15.5 %, il est donc conforme aux normes.
- Les taux de cendre sont tous conformes aux normes. Nous a permis de classer nos farines en : type 80.
- L'amidon endommagé varie de 28.8 à 29 UCD qui est supérieur à la norme.
- L'indice de chute varie de 602 à 655 seconds. Une activité hypo-diastatique.

A la fin nous pouvons conclure que la qualité de farine englobe un ensemble de plusieurs paramètres suivant la composition de chaque molécule qui compose, et l'influence de chacun sur l'autre. Aussi bien, dépend en grande partie de la qualité des blés approvisionnés.

Il serait intéressant de poursuivre plus de tests et d'analyses : Le test SDS sédimentation, essai à l'alvéographe, Teneur en gluten, Dosage de glucide et l'extraction des gluténines par méthode électrophorétique

---

*Référence Bibliographique*

---

- Anonyme, (2007). Cours de Céréales présentée par Mme GHARIB et Mr BOUASLA, A.
- Ammar M, (2014). Organisation de la chaîne logistique dans la filière des céréales en Algérie Etat et lieux et perspectives, Master of science, 121p.
- Arnaud DUBAT.,(2004). Importance de l'endommagement de l'amidon et évolution des méthodes de mesure.
- Atwell W.A. (2001). Wheat flour. Eagan press, Minnesota, USA, 123p.
- Bard, M. (1997). Le cahier charges farine. INDUSTRIES DES CEREALES, 7-13.
- Bednarek J. (2012). Analyse fonctionnelle de TaGW2, une E3 ligase de type RING, dans le développement du grain de blé tendre (*Triticumaestivum*) Sciences agricoles. Université Blaise Pascal – Clermont Ferrand II, Français,187p.
- Benhamimed, H., and Chaoui, F. (2016). Effets de l'incorporation de graines alimentaires sur les qualités technologiques de la farine de blé destinée à la panification.
- Bengriche T. &Tiliouine N. (2017). Analyses physico-chimiques et technologiques des farines issues du moulin de « Baghlia » Mémoire de master, Univ M'Hamed BougaraBoumerdès, 36p.
- Bogard, M. (2011). Analyse génétique et Eco physiologique de l'écart à la relation teneur protéines – rendement en grains chez le blé tendre (*Triticumaestivum* L).
- Bonjean, A., Picard, E. (1990). Les céréales à paille origine, historique, économie et sélection. Eds Nathan, 235 p.
- Bonjean, A. (2001). Histoire de la culture des céréales et en particulier de celle du blé tendre (*Triticumaestivum* L.).Ed. Limagrain, 30-31p.
- BOUDREAU A., MENARD G., (1992). Le blé-Eléments fondamentaux et transformation. Les presses de l'Université Laval, Québec, 439p.
- BOUDREAU A.,et MENARD G. (1993). Le blé. Elément fondamentaux et transformation. Ed les presse de L'université Laval, Québec Canada. P442.
- Boughrara (2000). Étude du diagnostic d'un atelier de fabrication et contrôle physicochimique de pâtes alimentaires améliorées. Thèse de technicien supérieur en transformation des céréales, Université de Boumerdes.
- Boukarboua, A., and Boulkroun, M. (2016). Appréciation de la qualité technologique des farines commerciales par des tests indirects, Université des Frères Mentouri Constantine.
- Boulal H., Zaghouane O., EL Mourid M. et Rezgui S. (2007). Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Ed. ITGC, INRA, ICARDA, Algérie, 176 p.

- Boulelouah, (2002). Contribution à l'étude des effets du semis direct sur l'efficacité d'utilisation de l'eau et le comportement variétal de la culture de blé en région semi-aride. Thèse magister Faculté des Sciences de la Nature et de la vie, Université Ferhat Abbas, Sétif.6-7-8p.
- Bourad D. (2009). Étude du potentiel technologique de la farine de blé dur : panification. Mémoire de Magister, Univ Abderrahmane Mira-Bejaïa, 70 p.
- BOURSON Y. (2009). Mouture de blé tendre et technique d'obtention de la farine. Technique de l'ingénieur. Décembre F6175-1.
- Boyacioglu MH et d'apollonia, (1994). Caractérisation et de l'utilisation du blé dur pour la panification. Etude des mélanges de farine et de divers additifs. J. céréales chimie, 71 (1) : 28-34.
- Boyeldieu J.1999.Encyclopédie des techniques agricoles : production végétale-Blé Tendre Ed : Paris.20-20.
- Calvel R. (1980). La panification : pâte, fermentation, mise en forme. La boulangerie moderne, Paris, EYROLLES, pp. 112-142.
- Canadas, D. (2006). Evaluation du procédé Oxygre en® pour son potentiel de décontamination en ochratoxine A du blé. Les effets toxiques liés à une exposition subch
- Kara, K. (2015) Interactions génotype-milieu de variétés de blé tendre (*Triticumaestivum* L.) sous stress hydrique.
- Chantret N., Salse J., Sabot F., Rahman S., Bellec A., Laubin B., Dubois I., Dossat C., Sourdille P., Joudrier P., Gautier M. F., Cattolico L., Beckert M., Aubourg S., Weissenbach J., Caboche M., Bernard M., Leroy P. &Chalhoub B. (2005). Molecular basis oevolutionary events that shaped the hardness locus in diploid and polyploid wheat species (*Triticum* and *aegilops*). *The plant cell* 17(4), 1033-1045.
- Chellali B. (2007). Marché mondial des céréales : L'Algérie assure sa sécurité alimentaire. <http://www.lemaghrebzd.com/admin/folder01/une.pdf>.
- Chene A. (2001). La farine. *Journal de l'ADRIANOR*, 26, 3-8.
- CIC., Conseil International des Céréales., (2016). Les statistiques mondiales, calculées par le Conseil International des Céréales. *Marché des céréales*, 399p.
- Clement-Grancourt et Prats, 1971 : Etude bioécologique du complexe des insectes liés aux cultures céréalières dans la région de Batna. Université Abou bakrbelkaid, Tlemcen.10p.
- Codex Stan 152. 1985.Norme codex pour la farine de blé.
- Debiton C. (2010). Identification des critères du grain de blé (*Triticumaestivum* L.) favorables à la production de bioéthanol par l'étude d'un ensemble de cultivars et par l'analyse protéomique de lignées isogéniques waxy. Thèse Docteur d'Université, Clermont Ferrand, France, 132p.

- Djermoun A. (2009). La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. *Revue Nature et Technologie* 1, 45-53.
- Dubat, A. (2010). A new AACCC international approved method to measure rheological properties of a dough sample. *Cereal Foods World (CFW)*55, 150).
- Dubois, N., and Leyens, J. P. (1994). "La norme d'internalité et le libéralisme," Presses universitaires de Grenoble.
- DUBOIS (1996). Les farines : caractéristiques des farines et des pâtes. In : industries des céréales. N°97. Ed : Lavoisier. Paris.).
- Emillie. (2007). *Connaissance des aliments Base alimentaire et nutritionnelles de la diététique.* ED : Tec et Doc, Lavoisier, paris.
- FAO (2007). *Perspective alimentaire. Analyse des marchés mondiales.*
- FEILLET, (2000). *Le grain de blé, composition et utilisation,* Ed : INRA, paris.
- Feuillet. Pierre., (2000). *Le grain de blé, composition et utilisation,* Editions QUAE, P,308.
- GateP. (1995). *Ecophysiologie du blé.* Ed. Lavoisier, Paris, pp78-81.
- GODON B., (1991). *Biotransformation des produits céréaliers,* Ed. Tec & Doc Lavoisier, Paris, pp 363-371.
- GODON B., LOISEL W., (1997). *Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales* Tec et doc. Lavoisier, Paris P 819.
- Godon, B., and Willm, C. (1998). *Les industries de première transformation des céréales.*Tec et doc, Lavoisier. Paris.
- Godon, J.-J., Zumstein, E., Dabert, P., Habouzit, F., and Moletta, R. (1997). Molecular microbial diversity of an anaerobic digester as determined by small-subunit rDNA sequence analysis. *Appl. Environ. Microbiol.*63, 2802-2813.
- GODONB., WILLM C. (1991). *Biotransformation des produits céréaliers : les constituants des céréales : nature, propriétés et teneurs.* Paris, Lavoisier.p. 1-22. (Collection sciences et techniques agro-alimentaires.
- GRANDYOINET P. (1991). *Composition biochimique des céréales,* dans *Les Industries de Première Transformation des Céréales,* Godon B. et Willm C., éditions Tech & Doc, Lavoisier, Paris, p 221- 234.
- Hemery, Y., Rouau, X., Lullien-Pellerin, V., Barron, C., Abecassis, J. (2007). Dry processes to develop wheat fractions and products with enhanced nutritional quality. *Journal of Cereal Science*46, 327-347p.
- ICTF (2001). *Contrôle de la qualité des Céréales et des protéagineux.* Guide pratique ICTF. Laboratoire de qualité des céréales.
- Jeantet, R., Croguennec, T., Schuck, P., and Brulé, G. (2007). "Science des aliments: biochimie, microbiologie, procédés, produits. *Technologie des produits alimentaires,*" Editions Tec & Doc.

- KLEIJER G ; LEVY I ; SCHWERZEI R ; FOSSATI D ; et BRABANT C. (2007). Relation entre le poids à l'hectolitre et plusieurs paramètres de la qualité dans le blé, revue suisse Agric.
- Louness, Y & Guerfi A2 ; (2011) . Contribution l'étude du comportement agronomique de 27 nouvelles variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone sub humide en vue de leur inscription au catalogue officiel national.
- MARTIN G (1998). l'eau dans les céréales In les industries de première transformation des céréales. Collection science et technique agroalimentaire. Tec et Doc : Lavoisier. Paris).
- Masle-Meynard, (1980). Contribution à l'étude des effets du semis direct sur l'efficacité d'utilisation de l'eau et le comportement variétal de la culture de blé en région semi-aride. Thèse magister Faculté des Sciences de la Nature et de la vie, Université Ferhat Abbas, Sétif. 6-7-8p.
- Mofakkir H. (2016) : Contrôle de qualité du blé et de la farine. Mémoire de Licence, Univ Sidi Mohamed Ben Abdallah, 34p.
- Moule, (1971) . Céréales 2. Phytotechniespéciale. Ed. La maison rustique, Paris, 236p.
- NA1176 (2008). Décret exécutif n 1176. Journal officielle algerienne.
- Niquet, G., and Lasseran, J. (1989). Guide pratique-Stockage et conservation des grains à la ferme. Site Internet: <http://www.fao.org/Wairdocs/X5163F/X5163f00.htm#Contents> (connecté le 15 mars 2008).
- Padilla et Oberti ,2000 cités par Kellou ,2008.
- Paux E., Sourdille P., Salse J., Saintenac C., Choulet F., Leroy P., Korol A., Michalak M., Kianian S. & Spielmeier W. (2008). A physical map of the 1 -gigabase bread wheat chromosome 3B. *Science* 322(5898), 101-104.
- Peterson, D., and Fulcher, R. (2002). Variation in Minnesota HRS wheats: bran content. *Journal of food science* 67, 67-70.
- Pomeranz, Y. (1988) .Chemical composition of kernel structures. *Wheat: chemistry and technology. Volume I.* 97-158p. Pub. Mudision, USA. Qatar en ses Hadidi from contrasting habitats. *J. Arid. Environ*, 18: 185-194.
- Reis, D. (2006). « Fibre dans l'alimentation » PP 277-288 in le monde des fibres REIS D., VIAN B, BAJON C. Edition Belin 2006, 351 p.
- Selselet-Attou G. (1991). Technologie des céréales et produits dérivés, document à l'usage des étudiants, Option T.A.A., 150 p.
- Serville Y. (1984). Céréales et dérivés. In *Les aliments*. 9ème édition. ESF. Paris. P516.
- Shewry, P. (2009). Wheat. *Journal of experimental botany*, 60(6):1537.
- Simoes, M. (2011). Dynamique d'assemblage des protéines de réserve et du remplissage du grain de blé dur, Montpellier, Sup Agro.

- Slama, A., Ben Salem, M., Ben Naceur, M., and Zid, E. (2005). Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. Institut national de la recherche agronomique de Tunisie (Inrat). Univ. El manar. Tunisie, P62.
- Soltner D. (2005). Les grandes productions végétales. Collection science et techniques agricoles, 472p.
- Surget A. & Barron C. (2005). Histologie du grain de blé. Industrie des céréales, n.145.
- USDA, 2010/2011. Les céréales dans le monde. [http://www.infocereales.fr/pdf/open/pdfnum/1/file/Les\\_cereales\\_dans\\_le\\_monde.pdf](http://www.infocereales.fr/pdf/open/pdfnum/1/file/Les_cereales_dans_le_monde.pdf).
- Wrigley, C., and Bietz, J. (1988). Wheat: chemistry and technology. USA: American Association of Cereal Chemists, 159-275.
- Xiaojie C., Donghong M., Tauqeer A. Y. & Yin-Gang H. (2012). Evaluation of 14 morphological, yield-related and physiological traits as indicators of drought tolerance in Chinese winter bread wheat revealed by analysis of the membership function value of drought tolerance (MFVD). Field Crops Research 137, 195-201.
- ZHU J., KHAN K., (2001). Effects of genotype and environment on glutenin polymers and breadmaking quality. Cereal chemistry, vol.78, n.2, p.p.125-130.

# *Annexe*

*Annexe01****The Falling Number Method*****Correction of sample weight to 14% moisture basis****(ICC standard No 107/1, 1995 and AACC Method 56-818, 1992)**

The following table show the required weight, at different moisture content, corresponding to 7 gats 14% moisture – no change is made in the quantity of water used.

For example, at 13.4%, moisture the required sample weight is 6.95 grams.

Moisture Content %	Weight (g)	Moisture Content %	Weight (g)	Moisture Content %	Weight (g)
8.0	6.54	11.4	6.80	14.8	7.07
8.2	6.56	11.6	6.81	15.0	7.08
8.4	6.57	11.8	6.83	15.2	7.10
8.6	6.59	12.0	6.84	15.4	7.12
8.8	6.60	12.2	6.86	15.6	7.13
9.0	6.62	12.4	6.87	15.8	7.15
9.2	6.63	12.6	6.89	16.0	7.17
9.4	6.64	12.8	6.90	16.2	7.18
9.6	6.66	13.0	6.92	16.4	7.20
9.8	6.67	13.2	6.94	16.6	7.22
10.0	6.69	13.4	6.95	16.8	7.24
10.2	6.70	13.6	6.97	17.0	7.25
10.4	6.72	13.8	6.98	17.2	7.27
10.6	6.73	14.0	7.00	17.4	7.29
10.8	6.74	14.2	7.02	17.6	7.31
11.0	6.76	14.4	7.03	17.8	7.32
11.2	6.78	14.6	7.04		

**Annexe 02****Tableau 18** : Résultat des teneurs en eau des grains de blé tendre étudiés.

	<b>Humidité (H%)</b>			
Echantillon	1 <sup>er</sup> essai	2 <sup>em</sup> essai	3 <sup>em</sup> essai	Moyenne
Echantillon (HD)	<b>12.68</b>	<b>12.70</b>	<b>12.50</b>	<b>12.62</b>
Echantillon (ANZA)	<b>12.52</b>	<b>12.17</b>	<b>12.12</b>	<b>12.27</b>

## Résumé

Dans tous les pays du monde, les céréales, éventuellement le blé constitue la base de l'alimentation humaine entant que source protéique et énergétique.

Le présent travail est réalisé dans l'objectif d'apprécier la qualité technologique des deux variétés de blé tendre ANZA, HD dans la wilaya de SIDI BEL ABBES. Pour atteindre ce but des analyses physico-chimiques (taux d'humidité et taux d'affleurement) et technologiques (test de Sdmatric, amidon endommagé) ont été effectuées. Les résultats obtenus après la détermination de ces analyses démontrent que la qualité du blé tendre est considérée satisfaisante. Par rapport aux taux de cendres, on a classé notre farine en type t80. En termes de qualité, la farine a présenté une qualité globale satisfaisante, des caractéristiques très proches concernant les tests physicochimiques et technologiques, les farines étudiées sont de qualité bonne et acceptable. Les analyses réalisées sont globalement conformes aux normes en Algérie.

**Mot clé :** Blé tendre, qualité technologique, qualité physico-chimique.

## Abstract

In all countries of the world, cereals, possibly wheat, constitute the basis of human food as a source of protein and energy. This work is carried out with the objective of assessing the technological quality of ANZA , HD soft wheat flour in the wilaya of SIDI BEL ABBES , to achieve this goal , chemical analyzes (humidity rate , outcrop rate) , and technological ( fall rate , damaged starch) were carried out the results obtained after the determination of these analyzes demonstrate that the quality of the soft wheat is considered satisfactory .In relation to the ash content , our flour was classified as T80 in terms of quality , the flour presented a satisfactory overall quality , very similar characteristics concerning the physico-chemical and technological tests , the flours studied are of good and acceptable quality , the analyzes carried out generally comply with the standars in Algeria .

wheat, quality physico-chemical, quality technological. **:Keywords**

## الملخص

:في جميع بلدان العالم ، تشكل الحبوب ، وربما القمح ، أساس الغذاء البشري كمصدر للبروتين والطاقة . وينفذ هذا العمل بهدف تقييم النوعية التكنولوجية للنوعين من ANZA ، HD في ولاية سيدي بلعباس . ولتحقيق هذا الهدف ، تم إجراء تحليلات فيزيائية كيميائية (الرطوبة ومعدل التجريب) وتكنولوجية (اختبار Sdmatric ، نشأة متضررة) . وتبين النتائج التي تم الحصول عليها بعد تحديد هذه الاختبارات أن نوعية القمح المشترك تعتبر مرضية. بناءً على مستويات الرماد ، صنفتنا طحيننا كنوع t80. وفيما يتعلق بالنوعية ، أظهر الدقيق نوعية شاملة مرضية ، وخصائص قريبة جدا .

**الكلمات المفتاحية:** القمح، والجودة الفيزيائية الكيميائية، والجودة التكنولوجية.

