

République Algérienne Démocratique Et Populaire
Ministère De L'Enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique
Université M'Hamed Bougara Boumerdès.



Faculté des Sciences

Département de biologie

MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue d'obtention de diplôme de Master II en Contrôle de Qualité et Nutrition
en Agro-alimentaire

Thème:

**Analyses physico-chimiques et technologiques des farines
issues du moulin de « Baghlia »**

Présenté par :

M^{lle} BENGRICHE Thoraya

M^{lle} TILIOUINE Nasrine

Devant le jury :

Présidente: M^{me} AOUS Wahiba

Maître de conférence /UMBB

Examinatrice : M^{me} AIT KAKI Sabrina

Maître -assistant/ ESSAIA

Promotrice : M^{me} YOUYOU Soraya

Maître -assistant/UMBB

Année Universitaire: 2016-2017

Remerciements

Avant tout, nous remercions le bon dieu tout puissant de nous avoir donné la santé, la volonté, la patience.

Nous présentons tous nos remerciements à notre promotrice Mme **YOUYOU Soraya**, d'avoir accepté de nous encadrer, pour tout son aide, sa disponibilité, son suivi et sa confiance.

Nous tenons également à remercier Madame **AOUS W.** maître de conférences à l'UMBB de nous avoir fait l'honneur d'accepter de présider notre jury.

Nous tenons à exprimer notre respectueuse gratitude à Madame **AIT KAKI S.** maître-assistant à l'ESSAIA, qui a bien voulu faire partie de ce jury.

Nous tenons à remercier l'encadreur Mr. **DERRICHE** chef de laboratoire, pour nous avoir guidé avec compétence et qui nous a donné un sens de travail toujours bien fait et les connaissances.

Nous voudrions remercier tous les responsables de l'entreprise (ERIAD) **BAGHLIA** de nous avoir acceptés à effectuer un stage pratique au niveau de leur laboratoire.

Nous ne manquerons pas de remercier tous les enseignants du département agro-alimentaire de faculté des sciences de Boumerdes et de nous avoir partagé son savoir et son expérience.

Nos remerciements vont aussi à tous ceux qui m'ont aidé ou qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Nasrine et Thoraya

Dédicace

*Arrivé au terme de mes études par la grâce de dieu,
J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail aux personnes
qui me sont les plus chères :*

*Ma très chère maman Zehour à qui je dois tous mes succès et que je ne
remercierai jamais assez ainsi qu'à Mon père Arezki,*

Ma chère grand-mère maternelle Yamina que Dieu nous la garde,

*Ma chère grand-père paternelle Fatma et mes chères grand-parents Rabah et Hocine que
Dieu son âme*

Mes sœurs : Fathia , Wissam

Mon frère : Mohamed

Toute la famille Bengriche et Belakouf

A mon Binôme Nasrine et sa Famille

Toutes mes amies, en particulier :

Wafa, Sabrina, Lynda, Samia, Salma, Lydia, Rima, Meriem, Imane

A toute la promotion d'Agronomie 2016-2017

A tous ceux que j'aime et je respecte.

Thoraya

Dédicace

J'ai le grand honneur de dédier modestement le fruit de mes longues années d'études tout d'abord :

- ✓ *A mes très chères parents **hamida** et **Saïd** 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*

" Que dieu les protège "

- ✓ *A ma source de tendresse et d'encouragement ma sœur : **Mounia** et sa fiancé **assam**.*
- ✓ *A mes très chères frères: **Samí** , **rafik** , **Mohamed** et sa fiancé **zahra**.*
- ✓ *A la plus chère personne mon cousin **Mahmoud** et sa femme **nacira**. qui m'a encouragé et soutenue tout au long de mon parcours.*

- ✓ *Et à tous les membres de ma famille et toutes les personnes qui portent le nom **Tiliouine** et **rechidi***

- ✓ *A mon binôme: **thoraya**, et à toute sa famille.*

- ✓ *A toutes mes amies: **lillia** , **nedjet** , **samia** , **linda** , **Selma** , **Ikram** , **ratiba** , **hassina** , **imen** et **nassima***

- ✓ *A toute la promotion d'agronomie 2016-2017.*

- ✓ *A tous ceux que j'aime et je respecte.*

Nasrine

Sommaire

Introduction	1
--------------------	---

Partie I : Synthèse bibliographique

I. Généralités sur le blé.....	2
I.1. Description	2
I.2. Taxonomie.....	2
I.3. Histologie du grain de blé tendre	2
I.4. Composition biochimique du grain de blé tendre	4
I.5. Mouture du blé tendre	6
I.5.1. Diagramme de mouture.....	6
I.5.2. Différentes étapes de la mouture	7
II. Généralités sur la farine.....	8
II.1. Définition	8
II.2. Types de farines	8
II.3. Composition chimique de la farine	9
II.4. Caractéristiques physico – chimiques de la farine de blé tendre	10
II.5. Notion de la qualité du blé tendre	11
II.5.1. Notion de valeur meunière.....	11
II.5.2. Notion de valeur boulangère.....	12
II.5.3. Notion de valeur technologique	12
II.6. Appréciation de la valeur boulangère	12
II.6.1. Tests directs	13
II.6.2. Tests indirects	13

Partie II : MATERIEL ET METHODES

I. Matériel végétal.....	15
II. Méthodes analytiques	15
II.1. Traitements préliminaires du blé	15
II.2. Détermination de la teneur en eau des moutures entières et des farines	16
II.3. Analyses physico-chimiques des farines.....	16
II.3.1. Granulométrie ou taux d'affleurement.....	16
II.3.2. Teneur en cendres	17
II.4. Tests indirects d'appréciation de la qualité du blé tendre.....	17

II.4.1. Tests technologiques.....	17
II.4.1.1. Taux d'extraction.....	17
II.4.1.2. Détermination de la teneur en gluten.....	18
II.4.1.2.1. Gluten humide.....	18
II.4.1.2.2. Gluten sec.....	18
II.4.1.2.3. Capacité d'hydratation du gluten.....	18
II.4.1.3. Test de sédimentation en milieu SDS.....	18
II.4.1.4. Essai au mixographe.....	21
II.4.1.5. Essai à l'alvéographe CHOPIN.....	23
II.4.2. Analyse biochimique.....	26

Partie III : RESULTATS ET DISCUSSION

I. Humidité des grains et des farines.....	27
I.1. Humidité des grains.....	27
I.2. Humidité des farines.....	27
II. Analyses physicochimiques des farines.....	27
II.1. Taux d'affleurement.....	27
II.2. Teneur en cendres.....	28
III. Tests technologiques.....	29
III.1. Taux d'extraction.....	29
III.2. Teneur en gluten.....	29
III.3. Test de sédimentation en milieu SDS.....	30
III.4. Essai au mixographe.....	30
III.5. Essai à l'alvéographe de Chopin :.....	31
IV. Analyse biochimique.....	31
Conclusion.....	32
References bibliographique.....	33

Annexes

Liste des abréviations

AACC: American Association Of Cereal Chemists

AFF : Affaiblissement

AFNOR : Association Française de Normalisation

CH: Capacité d'hydratation de gluten

C.N.E.R.N.A : Centre Nationale d'Etude et de Recherche en Nutrition et Alimentation.

Cm² : Centimètre carré

Cm³ : Centimètre cube

d : Densité

ERIAD : Entreprise régional de l'industrie agro-alimentaire et dérivés

E.P.AFF : Epaisseur du pic au temps d'affaiblissement

E.P.MAX : Epaisseur du pic au couple maximum

G: Gonflement

g/l : Gramme par litre

GH: Gluten humide

GS: Gluten sec

H₂SO₄: Acide sulfurique

H max : Hauteur maximal de la courbe

HP : Hauteur du pic

Ie : Indice d'élasticité

ISO : International Organization for standardisation

L : Extensibilité

ml : Millilitre

mm : Millimètre

MS : Matière sèche.

NA : Norme Algérienne

NF : Norme Française

P : Ténacité

P/I : Rapport de configuration

P max : Pression maximale de la courbe

SDS : Dodécyl Sulfate de Sodium

SIG : Swelling Index of Gluténin (indice de gonflement des gluténines)

SCPM: Surface de la courbe au pic maximum ;

STC : Surface totale de la courbe.

Tc : Taux de cendre

TDP : Temps de développement de la pâte (temps de pétrissage)

tr : Tour

W : Force boulangère

µm : Micromètre.

Liste des figures

Figure 1 : structure du grain de blé 3

Figure 2 : principe de la mouture du blé tendre 7

Figure 3 : Schéma du test de sédimentation en milieu SDS 20

Figure 4 : Mixogramme d'un blé tendre et ses paramètres 22

Figure 5 : Courbe alvéographique avec indication des différents paramètres mesurés 24

Liste des tableaux

Tableau I : Classification botanique du blé tendre	2
Tableau II : Composition chimique des différentes parties du grain de blé.....	6
Tableau II : Composition de la farine boulangère.....	8
Tableau IV : Classification des farines française	9
Tableau V : Caractéristiques physico-chimiques de la farine de blé tendre.....	11
Tableau VI : Classement des blés en fonction des paramètres du mixogramme	23
Tableau VII : Taux d'affleurement des farines.....	28
Tableau VIII : Taux de gluten des farines.....	29
Tableau X : Paramètres du mixogramme des deux farines	30
Tableau IX : Résultats des analyses alvéographiques	31

Liste des annexes

Annexe 1 : Présentation de l'entreprise - 1 -

Annexe 2 : Table de correspondance de la quantité d'eau à ajouter en fonction de la teneur en protéine pour le mixographe - 2 -

Annexe 3 : Mixogrammes - 3 -

Annexe 4 : Alvéogrammes - 4 -

Introduction

Les produits céréaliers constituent la base de l'alimentation humaine dans la plupart des pays du monde, du fait qu'ils apportent la plus grande part des Protéines de la ration alimentaire.

Ils fournissent **57 %** de protéines consommées contre **23 %** apportées par les tubercules et les légumineuses ainsi que **20 %** par les produits d'origine animale (**GODON, 1982**).

Cette filière occupe une place très importante dans l'économie algérienne car l'Algérie appartient au groupe des plus gros importateurs de blé dans le monde.

Les céréales et leurs dérivés constituent l'épine dorsale du système alimentaire algérien. (**TALAMALIL, 2000**). Le blé tendre représentent **60%** de la ration alimentaire du citoyen algérien, et ses habitudes alimentaires (pâte, biscuit, pain) font de lui un grand consommateur de cette denrée (**BENBELKACEM F., et al., 1995**).

La qualité technologique du blé tendre (*Triticum aestivum* L.) et son amélioration sont parmi les principales préoccupations des céréaliers, elle dépend essentiellement de ses protéines de réserve, dont principalement le groupe des prolamines qui englobent les gliadines et les gluténines. En effet, ces protéines sont déterminantes à la capacité du gluten à former un réseau viscoélastique, essentiel aux processus technologiques (**SHEWRY, 1997**).

Or, si le produit naturel n'est pas stable, le meunier s'engage, lui à fournir une farine de qualité qui soit régulière, et plus exactement des gammes de farine, qui permettent au boulanger d'appliquer ses recettes, dans les meilleures conditions.

Notre travail s'inscrit dans ce contexte qui a pour objectif l'appréciation de la qualité technologique des farines de blé tendre commercialisées en Algérie par la minoterie de Baghlia et l'étude de leurs caractères physicochimiques et technologiques par l'utilisation de quelques tests de qualité.

I : Généralités sur le blé tendre

I.1. Description

Le blé est une plante herbacée monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille des *Gramineae*. Les deux espèces dominantes sont le blé tendre « *Triticum aestivum* » et le blé dur « *Triticum durum* ». Ce fruit sec est constitué d'une graine unique intimement soudée à l'enveloppe du fruit qui la contient. Sur l'épi, le grain est entouré d'enveloppes qui n'adhèrent pas à la graine et qui sont éliminées au moment du battage (SURGET et BARRON, 2005).

I.2. Taxonomie

La classification botanique du blé tendre est mentionnée dans le tableau I (FEUILLET, 2000).

Tableau I : Classification botanique du blé tendre (FEUILLET, 2000).

Famille	<i>Gramineae</i>
Sous –famille	<i>Festucoideae</i>
Tribu	<i>Triticeae</i>
Sous – tribu	<i>Triticineae</i>
Genre	<i>Triticum</i>

I.3. Histologie du grain de blé tendre

Le grain de blé est formé de trois régions (figure 1):

- ✓ L'albumen: constitué de l'albumen amylicé (au sein duquel subsistent des cellules remplies de granules d'amidon dispersés au milieu d'une matrice protéique et dont les parois celluliques sont peu visibles) et de la couche à aleurone (80-85% du grain).
- ✓ Les enveloppes de la graine et du fruit, formées de six tissus différents: épiderme, nucelle, tégument séminal ou testa (enveloppe de la graine), cellules tubulaires, cellules croisées, mésocarpe ou épicarpe (3-17%).

- ✓ Le germe (3%), composé d'un embryon (lui-même formé du coléoptile, de la gémme, de la radicule, du coléorhize et de la coiffe) et du scutellum.

La longueur des grains est comprise entre 5 et 8 mm, sa largeur entre 2 et 4 mm, son épaisseur entre 2,5 et 3,5 mm.

Le grain est principalement constitué d'amidon (environ 70%), de protéines (10 à 15% selon les variétés et les conditions de culture) et de pentosanes (8 à 10%); les autres constituants, pondéralement mineurs (quelques pourcents seulement), sont les lipides, la cellulose, les sucres libres, les minéraux et les vitamines (FEILLET, 2000).

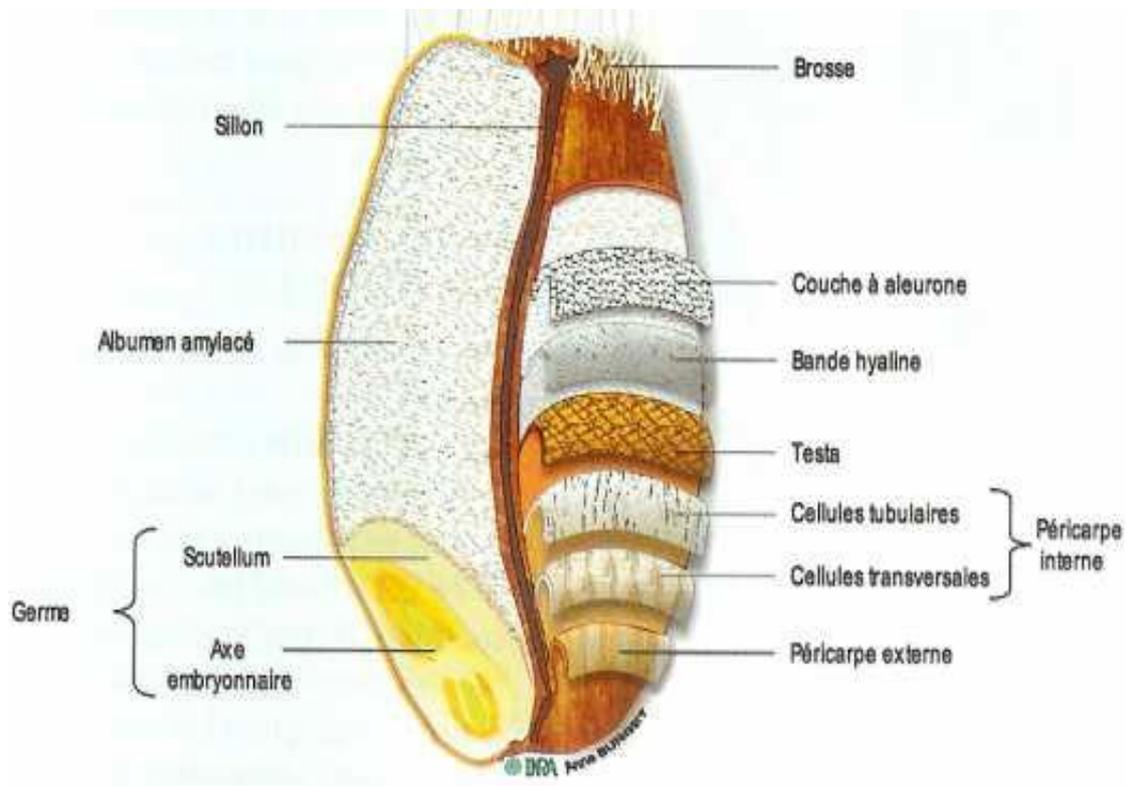


Figure 1 : structure du grain de blé (SURGET et BARRON, 2005).

I.4. Composition biochimique du grain de blé tendre

Le grain de blé (tableau 2) est constitué principalement d'amidon (environ de 70%), de protéines (10 à 15%) et de pentosanes (8 à 10%) ; les autres constituants qui se trouvent en quantités faibles, sont les lipides, la cellulose, les sucres libres, les minéraux et les vitamines (**FEUILLET, 2000**).

a. Amidon

L'amidon est le principal polysaccharide de réserve des végétaux supérieurs, le grain de blé et l'albumen en contiennent respectivement 67-68% et 78-82%.c'est l'un des polymères fonctionnels les plus importants des aliments en raison de son pouvoir gélifiant et fixateur d'eau.

L'amidon de blé est constitué de granules de type A (80-90%) en poids et 15-20% en nombre), les plus gros (20-25um) et lenticulaires, et de granules de type B, plus petits (2- 10 um) et sphérique. (**FEUILLET ,2000**).

b. Protéines

Les grains de blé renferment un grand nombre de protéines : des protéines de structure, des protéines biologiques actives et des protéines de réserve. Ces protéines ne sont pas réparties dans le grain de blé uniformément, elles sont surtout localisées dans le germe et l'assise protéique. Les protéines sont les seuls composés responsables à la fois de l'extensibilité, ténacité, élasticité et cohésion de la pâte. Parmi les différents types de protéines du blé, le gluten est le plus important tant du point de vue quantitatif (80-85% des protéines totales) que technologique (**BENHANIA, 2013**).

c. Lipides

Les lipides représentent une classe complexe hétérogène de constituants, que nous définirons comme étant insolubles dans l'eau et solubles dans les solvants organiques (chloroforme, éther, benzène.....).

Ils sont constitués de longues chaînes hydrocarbonées et contiennent un ou plusieurs acides gras ou des dérivés d'acides gras.

Les lipides sont des constituants mineurs du blé puisqu'ils ne représentent en poids qu'entre 1.5 et 2.5 % (**DANIELS et al., 1971**), Cette faible quantité, est d'un intérêt particulier parce qu'elle modifie l'attitude des autres constituants.

Le grain de blé est riche en acides gras saturés, localisés dans le germe (15%) et les enveloppes (12%) (CALVEL, 1980).

Le grain de blé renferme également les constituants suivant :

d. Vitamines

Localisées surtout dans le germe, leur répartition varie selon le sol, le climat et la variété du blé. On retrouve surtout les vitamines : B₁, B₂, B₅, PP, B₆ et E. les variations dues aux traitements technologiques sont beaucoup plus marquées parce que certaines vitamines sont très sensibles à la chaleur (GODON, 1995).

e. Matières minérales

Tous les éléments minéraux sont présents dans le grain à des proportions très différentes : 75% de Potassium (300-600 mg/100g de matière sèche), le Phosphore (200-500 U) dont la majeure partie se trouve sous forme de phytate, le Souffre (100-250 U), Magnésium (100-150 U), Chlore (50-150 U) et Calcium (25-100 U). Les éléments minéraux n'existent pas à l'état libre mais à l'état combiné. Le blé peut être plus ou moins riche en minéraux selon le sol, le climat, la fumure et même l'année (GODON, 1995).

f. Les enzymes

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

- Les protéases trouvées en quantité relativement faible.

-Les amylases : sont des hydrolases capables de dégrader spécifiquement les liaisons glucidiques de l'amidon (amylose et amylopectine) (ADRIAN et POIFFAIT ,1996).

-La lipase : est une enzyme lipolytique concentré dans la couche à aleurone et augmente au cours de germination (POTUS et al, 1994).

Tableau II : Composition chimique des différentes parties du grain de blé

Partie du grain	% respectif dans le grain	Protéines	Composition en % des différentes parties			
			Fibres brutes (minéraux)	Lipides	Cendres	Eau
Grain	100	12+/- 1 Souvent supérieur à 1	4	2	1,5 à 2	14,5 à 1
Ecorce (sauf assise protéique)	9	5	21	1	3	
Assise protéique	8	18	7	9	16	
Albumen	80	Supérieur à 10	0,5	1	0,5	
Germe	3	26,5	3	Supérieur à 10	4,5	12

(BRANGER *et al.*, 2007)

I.5. Mouture du blé tendre

I.5.1. Diagramme de mouture

L'objectif de la meunerie est d'isoler l'albumen amylicé du grain exempt des parties périphériques (enveloppes et couches à aleurone) et du germe avec le meilleur rendement possible et à moindre coût.

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).

I.5.2. Différentes étapes de la mouture (Figure 2) :

Le *broyage* est une opération qui permet d'ouvrir mécaniquement le grain, par cisaillement, choc ou compression et de détacher plus ou moins complètement l'amande qui se brise alors que les enveloppes, plus élastiques, résistent. Il est réalisé entre des cylindres cannelés tournant en sens inverse et à des vitesses différentes.

Le *convertissage* et le *claquage* sont effectués dans des appareils à cylindres lisses, respectivement des convertisseurs et des claqueurs.

Le *tamissage*, ou *blutage*, permet de séparer les produits en provenance des cylindres lisses et des cylindres cannelés en fonction de leur granulométrie. L'opération est réalisée dans des plansichters.

Le *sassage* assure également la séparation des produits de mouture: les produits sont maintenus en suspension par un courant d'air ascendant au-dessus du tamis dont la largeur de maille diminue au fur et à mesure de la progression des produits, celle-ci étant assurée par l'inclinaison et le mouvement de va-et-vient des tamis.

La *ségrégation* des produits repose sur leurs différences de densité et de propriétés aérodynamiques: les particules d'albumen amylicé, plus dense ($d=1.4$) que celles d'enveloppe ($d=1.2$), retombent plus rapidement sur les tamis et sont extraites en premier (FEILLET, 2000).

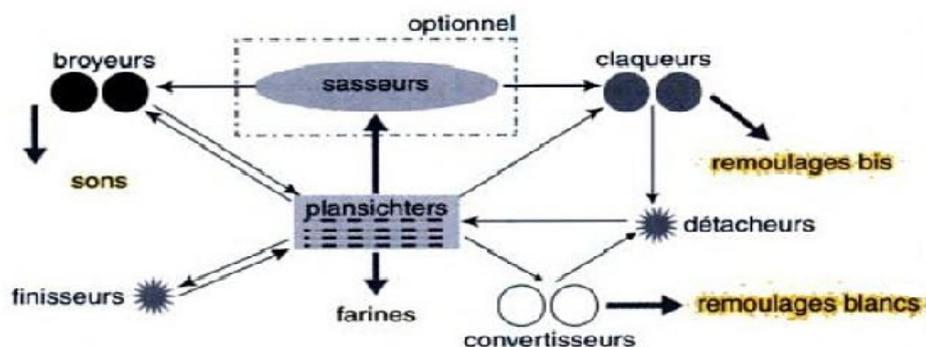


Figure 2 : principe de la mouture du blé tendre

(FEILLET, 2000).

II : Généralités sur la farine

II.1. Définition

La dénomination farine de blé ou farine (sans autre qualificatif) est le produit obtenu après mouture d'un lot de blé de l'espèce *Triticum aestivum*.

La farine de blé tendre est constituée 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. Le tableau 3 présente la composition de la farine boulangère. **(BOUDREAU,al MENARD, 1992).**

Tableau III : Composition de la farine boulangère

Eléments	Teneur dans la farine
Eau	14g/100g mat. Humide
Protéines	9-15 g/100g mat. Sèche
Fibres	1,5-2 g/100g mat. Sèche
Amidon	70-80g/100g mat. Sèche
Lipides	1-2 g/100 g mat. Sèche
Sels minéraux	0,5g/100g mat. Sèche
Vitamines	0,0046 g/100g mat. Sèche

(BOUDREAU et MENARD, 1992)

II.2. Types de farines

La classification des farines (Tableau 4) est basée sur la teneur en cendres 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). Cette différenciation est basée principalement sur la notion de pureté ou de blancheur, et ne correspond pas à une notion de valeur technologique même si le travail des pâtes est plus aisé avec des farines blanches qu'avec des farines bises et complètes **(ROMAIN et al., 2007).**

Tableau IV : Classification des farines française

Type de farine	Teneur en cendres ou matières minérales (% ramené à la matière sèche)	Aspect des farines	Usages
45	Inférieur à 0.50		Usages ménagers, farine de gruaux
55	0.5% à 0.60%	Blanches	Pains, pâtisserie, viennoiseries
65	0.62% à 0.75%		Biscuiterie
80	0.75 à 0.90%	Bises	Pains bis
110	1.00 à 1.20%		
150	Supérieur à 1.4%	Complète	Pains complets

(ROMAIN *et al.* 2007)

II.3. Composition chimique de la farine

D'après FEILLET (2000), La composition moyenne d'une farine est :

a. Amidon

Représente 65 à 70 % du poids total de la farine, c'est une forme de réserve des glucides chez les plantes. Il contient dans sa structure deux polymères : l'amylose et l'amylopectine. Ces molécules absorbent l'eau, et sous l'effet de la chaleur, elles forment un gel essentiel à la transformation de la farine.

b. Matières minérales

Représentant 0.45 à 0.60%, les teneurs en matières minérales sont peu importantes. La pureté de la farine se juge d'après sa teneur en résidu minéral. Les Matières minérales de la farine apparaissent 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 il y a de cendres, plus que la farine est pure.

c. Les protéines

Elles se retrouvent dans l'endosperme (73 %), le son (19 %) et le germe (8 %). Elles représentent en général 11 à 13.5 %.

Elles sont classées selon leurs solubilités en :

- protéines hydrosolubles, principalement les albumines et les globulines (15 à 20 % des protéines totales) .
- protéines insolubles (80 à 85 %) dans l'eau dont les gliadines (45 à 50 %) et les gluténines (55 à 60 %) qui forment le gluten.

d. Les lipides

Les lipides de la farine de blé tendre sont constitués de 23 classes de lipides saponifiables séparés en 3 groupes (**lipides neutres**, **glycolipides** et **phospholipides**) dont les proportions varient selon leur localisation à l'intérieur ou à l'extérieur de l'amidon.

e. Les vitamines

Le blé contient une quantité appréciable de vitamines que l'on retrouve surtout dans le son et le germe. On retrouve les vitamines du groupe B avec une teneur d'environ 4.6 mg /kg de grain et la riboflavine avec 1.3 mg/kg. La mouture détruit une partie d'entre eux. Les vitamines C et D sont absentes du grain ; par contre le blé est riche en vitamine E qui peut agir comme agent antioxydant.

II.4. Caractéristiques physico – chimiques de la farine de blé tendre

- **Teneur en eau** : Le taux d'humidité de la farine est un facteur important de conservation et de stockage, et doit être inférieur ou égal à 15.5 % (**NA 11 –32 –1991**).
- **Teneur en cendre** : La détermination du taux de matières minérales, principalement réparties dans les enveloppes et les germes, qui donnent une indication sur le taux d'extraction pour le meunier (0.67 % Tolérance 0.00) (**NA 733**).
- **Taux en protéine** : La teneur en protéines, par son intérêt technologique et nutritionnel, est un élément de la valeur d'utilisation du blé.

Le gluten est un principal élément de la farine qui se trouve en proportion beaucoup plus grande, c'est à leurs propriétés fonctionnelles très particulières que la farine doit son aptitude à la panification.

Dans les farines, l'accroissement de la teneur en protéines se traduit par une augmentation de la pression P et du gonflement G des alvéogrammes, (Feuillet, 2000).

- **Acidité** : Les mauvaises conditions de conservation s'accompagnent par d'autres phénomènes : une dégradation enzymatique des lipides se traduisant par un accroissement de l'acidité du milieu, cette acidification constitue un indice d'altération de la qualité technologique (0.045% tolérance 0.015).

Le tableau 5 énonce les valeurs moyennes de la composition physico-chimique d'une farine de blé tendre

Tableau V : Caractéristiques physico-chimiques de la farine de blé tendre

Caractéristiques des farines de blé tendre	
Teneur en eau %	$\leq 15,5$
Teneur en cendre (MS%)	0,56-0,67 farine courante <0,6 farine supérieure
Teneur en protéine (MS%)	>8
Acidité en g/l de H ₂ SO ₄	0,045-0,05
Teneur en lipides (MS%)	<1,4

II.5. Notion de la qualité du blé tendre

II.5.1. Notion de valeur meunière

La valeur meunière d'un blé caractérise le rendement de sa transformation en farine de pureté déterminée. Elle dépend des caractéristiques commerciales du lot (teneur en eau, quantité et nature des impuretés, taux de grains cassés) (Feuillet, 2000).

Une farine est caractérisée par :

- **Taux d'extraction**, c'est-à-dire le rendement en farine pour 100 kilos de grains. La blancheur de la farine et sa pureté varient en rapport inverse avec le taux d'extraction, ainsi plus le taux

d'extraction est élevée moins la farine est pure et par conséquent sa couleur est grise.

- **Taux de blutage** qui représente à l'inverse, le pourcentage d'issues éliminées.

II.5.2 .Notion de valeur boulangère

Il s'agit de la valeur d'utilisation de la farine pour la fabrication d'un produit de boulangerie (**BERLAND, 2005**).

➤ La valeur boulangère (**norme NF V03-716**), intègre des notions distinctes :

- Le rendement en pâte : quantité d'eau que peut absorber la farine pour une consistance donnée.
- La machinabilité de la pâte : aptitude de la pâte à être travaillée sans difficulté, et ce de la panification jusqu'à la cuisson. Cette caractéristique qualitative prend en compte les notions de collant, d'élasticité et d'aptitude à la déformation de la pâte.
- Une activité de fermentation suffisante et régulière.
- Le développement de la pâte et du pain : aptitude à la rétention gazeuse et à la déformation.
- La qualité organoleptique de la mie du pain : couleur, odeur, texture (**BERLAND, 2005**).
- La tolérance au pétrissage (particulièrement le pétrissage intensifié) sans relâcher ni coller excessivement, tout en étant extensible et élastique.

II.5.3. Notion de valeur technologique

Il s'agit de la valeur d'utilisation de la farine pour la fabrication d'un produit (pain, biscuit...etc.) dans des conditions opératoires bien définies dont la détermination suppose des protocoles de fabrication ou de mise en œuvre d'analyses indirectes pour l'appréciation de la qualité de la farine (**ROUNDA et al. 2007**).

II.6. Appréciation de la valeur boulangère

Afin d'apprécier la valeur boulangère des farines, il est nécessaire de pratiquer parallèlement des essais visant à apprécier la valeur d'utilisation de la farine pour la fabrication d'un produit.

Pour cela, il existe soit des analyses directes, correspondant à la mise en œuvre de protocoles de fabrication, soit des analyses indirectes d'appréciation de la qualité (analyses chimiques, rhéologiques...).

II.6.1. Tests directs

La détermination de la valeur technologique suppose la mise en œuvre d'un protocole normalisé d'un test de fabrication à échelle réduite. en France, celle-ci est appréciée pour le pain courant français par la méthodologie de type CNERNA et la méthodologie BIPEA.

Un essai de panification permet d'apprécier l'aptitude d'une farine à sa transformation en pain de bonne qualité. Il s'appuie sur une procédure de panification soigneusement standardisée et sur une grille de notation de l'évolution des propriétés de la pâte au cours du pétrissage, du façonnage, de l'apprêt et de la mise au four, puis de la qualité de la mie et de la croûte (**FEILLET, 2000**).

II.6.2. Tests indirects

Les analyses indirectes présentent un intérêt par rapport à l'analyse directe représentée par l'essai de panification. On peut citer par exemple la rapidité, la répétabilité, le coût et la reproductibilité.

De nombreuses méthodes ont été développées pour mesurer la force du gluten. Entre autres :

-Le test à l'alvéographe de Chopin permet de déterminer la force boulangère d'une farine. La connaissance des valeurs alvéographiques des farines permet de réaliser des mélanges convenables de blé pour obtenir la farine boulangère souhaitée.

-Le test au farinographe permet de déterminer la faculté d'hydratation d'une farine et donc la quantité d'eau nécessaire pour obtenir une consistance donnée. Il est réalisé par un pétrin enregistreur.

-Le test au mixographe Ce test permet de déterminer quelques propriétés importantes de la panification en mettant en évidence la force du gluten.

-L'indice de chute de Hagberg correspond au temps que met une masse mobile pour traverser un empois d'amidon formé avec la farine testée. Ce temps de chute dépend de la liquéfaction de cet empois d'amidon par les α -amylases de la farine.

-Le test SDS : Le test de sédimentation en milieu S.D.S. mis au point par AXFORD et *al.*, (1978) sur le blé tendre puis modifié en (1979) a donné des corrélations positives avec le volume du pain. Il a ensuite connu des modifications par PRESTON et *al.* (1982) et DICK et QUICK (1983) sur le blé dur.

-Le test **SIG** (Swelling Index of Gluténin) ou indice de gonflement des gluténines, mis au point par (WANG et KOVACS, 2002 a,b) a montré de bonnes corrélations avec les paramètres de force de la pâte d'où son utilité dans l'appréciation de la qualité boulangère des farines.

I. Matériel végétal

Le matériel sur lequel a porté cette étude est la farine commercialisée par l'ERAD Baghli, dont le blé tendre est importé de France. La présentation de l'entreprise se trouve dans l'annexe1.

II. Méthodes analytiques

Cette partie a pour but de déterminer les analyses régulièrement appliquées dans les unités de production des farines de blé tendre, et contribuer au contrôle de qualité de la farine obtenue au niveau du laboratoire de l'unité.

II.1. Traitements préliminaires du blé

- **Nettoyage des grains :**

Les grains ont subi un nettoyage manuel pour les débarrasser de toutes impuretés étrangères (pierres, insectes...).

Grains	Grains cassés	Grains germés	Grains punaisés
%	2	2	1

- **Conditionnement et mouture :**

Le blé est additionné d'une certaine quantité d'eau pour ramener son humidité à 16,5% et conditionné entre 24 et 48 heures à température ambiante dans des bocaux hermétiquement fermés placés dans des mélangeurs assurant l'agitation. Ce conditionnement permet une bonne séparation de l'amande farineuse des enveloppes lors de la mouture.

La quantité d'eau à ajouter pour atteindre une humidité de 16,5% est déterminée à partir de la relation suivante :

$$V = m \cdot (H_f - H_i) / 100 - H_f$$

-V = Volume d'eau à ajouter en ml.

-H_i = Humidité initiale du blé en %.

-H_f = Humidité finale en % (16,5%).

-m = Masse du blé en gramme.

La mouture a été réalisée au laboratoire de l'entreprise à l'aide d'un moulin expérimental de type « CHOPIN-DUBOIS », caractérisé par :

- ✓ Un broyeur composé de trois cylindres dont les vitesses (tr.min⁻¹) respectives sont de 200 /450 /200.
- ✓ Un convertisseur composé de deux cylindres tournants respectivement à des vitesses (tr.min⁻¹) de 360/450 .
- ✓ Une bluterie centrifuge à axe horizontal tournant à une vitesse de 720 tr.min⁻¹.

Les différents farines extraites des différents passages des plansichters sont ramassées dans deux vis de mélanges ; une pour la **farine courante** et l'autre pour la **farine supérieure**.

II.2. Détermination de la teneur en eau des moutures entières et des farines

La teneur en eau a été réalisé selon la méthode décrite par la norme algérienne **NA 1333/1990 (ISO 712)**, par séchage dans une étuve réglée à 130°C d'une prise d'essai de 5g pendant 1 heure et demie.

L'humidité du produit est indiquée par perte de masse rapportée en (%) par rapport à la masse initiale : $(m_0 - m_1 / m_0) \times 100$

m_0 : est la masse, en grammes de la prise d'essai.

m_1 : est la masse, en gramme de la prise d'essai après séchage.

II.3. Analyses physico-chimiques des farines

II.3.1. Granulométrie ou 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.

Ouverture des mailles des tamis utilisés :

- Pour la farine : 212 μm , 180 μm , 160 μm , 140 μm et 125 μm .

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

$$\text{Taux d'affleurement} = \frac{m_0}{m_1} \times 100$$

m_0 : Masse du refus en gramme.

m_1 : Masse de l'échantillon en gramme.

II.3.2. Teneur en cendres

Le principe de la méthode repose sur la calcination d'un échantillon de 2g de farine (pesé à 0,1 mg près), à une température de 550°C selon la norme (**ISO 2171,2007**).

Avant de commencer l'incinération des échantillons, il est nécessaire d'ajouter de l'éthanol pour les enflammer (pré-incinération), après que le produit soit brûlé, on introduit les capsules à l'intérieur du four, et on attend la combustion complète de la totalité du produit qui dure au minimum 4 heures.

Il faut effectuer au moins deux déterminations pour le même échantillon.

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

$$\text{TC}(\%) = (m_2 - m_1) \times \frac{100}{m_0} \times \frac{100}{100-H}$$

m_0 : masse en gramme de la prise d'essai.

m_1 : masse en gramme de la capsule d'incinération.

m_2 : masse en gramme de la capsule d'incinération et du résidu d'incinération.

H : teneur en eau (%) en masse de l'échantillon.

II.4. Tests indirects d'appréciation de la qualité du blé tendre

II.4.1. Tests technologiques

II.4.1.1. Taux d'extraction

Le taux d'extraction représente le pourcentage de farine extraite à partir de la mouture de 100 kg de blé propre. Il dépend des caractéristiques du blé mis en œuvre et du réglage du moulin (**ROUSSEL, 1984**)

Dans une minoterie, le taux d'extraction est extrêmement important pour sa rentabil

II.4.1.2. Détermination de la teneur en gluten

II.4.1.2.1. Gluten humide

Pour mesurer la quantité de gluten, on réalise un pâton avec 10g de farine (m0) mélangée avec 5ml d'eau salée. Après 10 mn de repos, on isole le gluten par lixiviation, c'est à dire par lavage du pâton sous un mince filet d'eau tout en malaxant afin d'évacuer l'amidon et les matières solubles dans l'eau. Le gluten (m1) obtenu est essoré avant d'être pesé (**ICC 137**).

La teneur en gluten humide (GH) est exprimée en pourcentage de la fraction massique de l'échantillon initial :

$$\text{GH (\%)} = (m1/m0)*100$$

II.4.1.2.2. Gluten sec

Le principe du dosage du gluten sec repose sur le séchage ou l'élimination de la fraction d'eau présente dans le gluten humide à l'aide des plaques chauffantes.

Laisser les plaques chauffantes atteindre la température de service, prendre la boule de gluten humide obtenue par la méthode spécifiée précédemment, et la mettre entre les plaques chauffantes préchauffées, pendant 300 s. Enlever le gluten séché des plaques chauffantes et le peser (m2) (**ISO 21415-4, 2006**).

La teneur en gluten sec (GS) exprimée en pourcentage de fraction massique de l'échantillon initial est égale à:

$$\text{GS (\%)} = M2/M0 \times 100$$

II.4.1.2.3. Capacité d'hydratation du gluten

La capacité d'hydratation du gluten (CH) représente la quantité d'eau absorbée par le gluten.

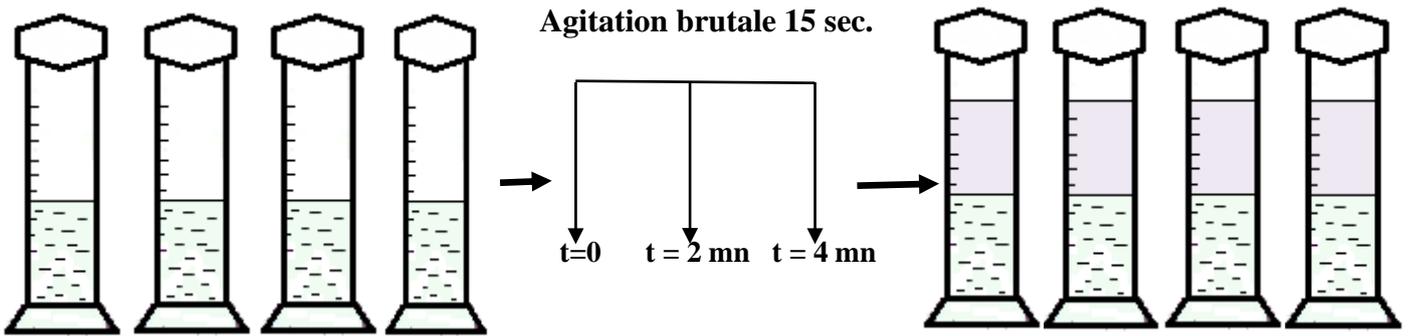
$$\text{CH\%} = (\text{Teneur en gluten humide} - \text{Teneur en gluten sec}) / (\text{Teneur en gluten humide}) \times 100$$

II.4.1.3. Test de sédimentation en milieu SDS

Ce test a été effectué selon le protocole d'**AXFORD et al. (1979)** et dont le mode opératoire schématique est donné dans la figure 3.

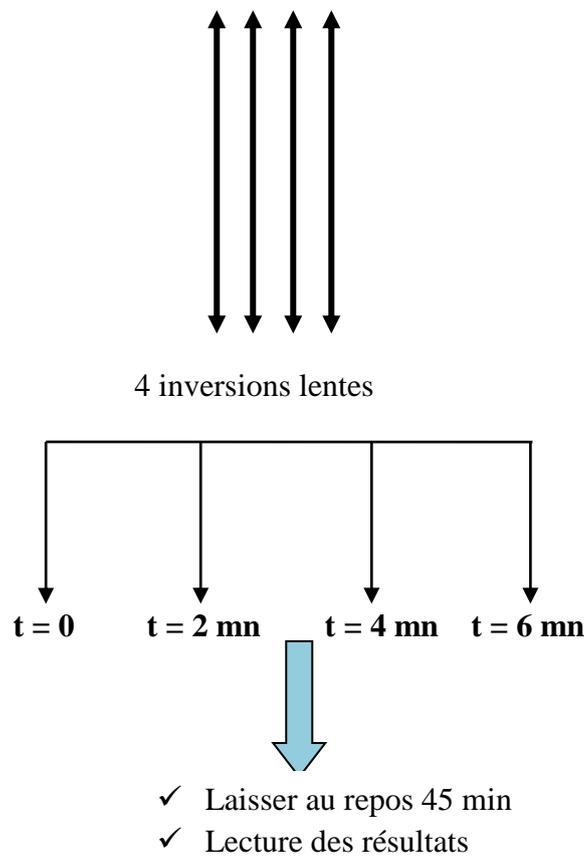
Selon **PAYNE et al. (1979)**, on peut classer les blés à partir de leur volume de sédimentation comme suit :

- ✓ Volume de sédimentation compris entre 76-86 ml : très bonne qualité boulangère.
- ✓ Volume de sédimentation compris entre 60-75 ml : qualité boulangère moyenne.
- ✓ Volume de sédimentation compris entre 51-60 ml : blés de qualité boulangère médiocre.



Dans chaque éprouvette introduire 5g de farine + 50 ml d'eau distillée.

Après agitation, on introduit 50 ml d'une solution SDS+acide lactique (*)



✓ (*) Solution SDS-acide lactique : 1000 ml d'eau distillée + 20 g de SDS + 20 ml d'acide lactique dilué (V.eau/v. acide lactique pur : 800/100).

Figure 3 : Schéma du test de sédimentation en milieu SDS d'après AXFORD et al.(1979).

II.4.1.4. Essai au mixographe

Le mixographe est un appareil utilisé pour la mesure de la consistance de la pâte au cours du pétrissage, il a été effectué selon la norme **AACC : 54-40 A., (1983)**. Il permet également d'établir des relations entre consistance et teneur en eau des pâtes. Il constitue un test intéressant pour la détermination des propriétés rhéologiques de la pâte.

10 g de farine sont hydratés en fonction de la teneur en protéines (le tableau de correspondance entre teneur en protéines et la quantité d'eau à ajouter est donné en annexe 2. Le pétrissage s'effectue pendant 8 minutes dans le bol du mixographe. Le mixogramme est gradué horizontalement en minutes et verticalement en 10 sections qui peuvent être subdivisées visuellement en unités de pourcentage. L'enregistrement des paramètres du graphique se fait à l'aide d'un traceur posé sur la base de la feuille d'enregistrement, ces paramètres sont :

- Temps de développement de la pâte (temps de pétrissage) exprimé en minutes.
- Hauteur de la courbe au pic maximum donnée en %.
- L'affaiblissement ou la tolérance au pétrissage qui est la différence entre la hauteur de la courbe au pic maximum et la hauteur de la courbe après 6 mn de pétrissage exprimé en % .
- Surface totale de la courbe en cm² .
- Surface de la courbe au pic maximum cm² .
- L'épaisseur de la courbe au pic maximum donnée en mm .
- L'épaisseur de la courbe à l'affaiblissement (6 min de pétrissage) donnée en mm .

La présentation de ces paramètres est donnée sur le mixogramme représenté dans la figure 4, les forces des farines ont été appréciées selon les critères du tableau 6.

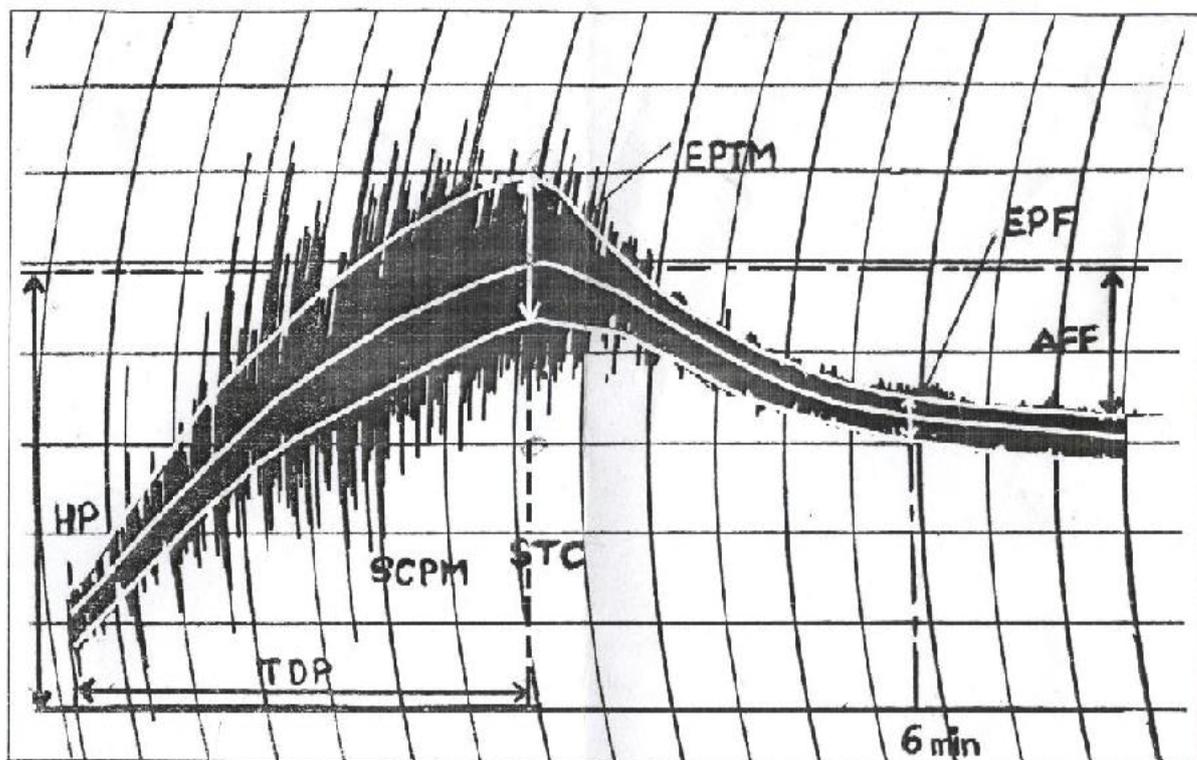


Figure 4 : Mixogramme d'un blé tendre et ses paramètres d'après MARTINANT et *al.* (1998).

TDP : Temps de développement de la pâte (temps de pétrissage).

HP : Hauteur du pic.

AFF : l'affaiblissement.

E.P.MAX : Epaisseur du pic au couple maximum.

E.P.AFF : Epaisseur du pic au temps d'affaiblissement.

SCPM : Surface de la courbe au pic maximum.

STC : Surface totale de la courbe.

Tableau VI : Classement des blés en fonction des paramètres du mixogramme selon le grading de WILLIAMS et *al.* (1988).

Temps du développement de la pâte (en min)	Hauteur de la courbe au pic maximum (en %)	Affaiblissement (tolérance au pétrissage) (en %)	Force
4,5-6 et plus	70 et plus	0-5	Très bonne
3,4 – 4,4	60-69	5-10	Bonne
2,5 – 3,3	50-59	10-25	Moyenne
1,5 – 2,4	40-49	25-40	Faible
0-1,4	Au-dessous de 40	Au-dessus de 40	Très faible

II.4.1.5. Essai à l'alvéographe CHOPIN :

Le test à l'alvéographe de Chopin a été effectué selon la norme **ISO 5530-4**.

Ce test mesure les caractéristiques rhéologiques de la pâte en donnant sa force (W), sa ténacité (P) et son extensibilité (L) .A partir de P et L, on calcule le rapport P/L, qui traduit l'équilibre de la courbe alvéographique. (**OURY et *al.* 1994**).

Les différents paramètres alvéographiques sont (figure 5):

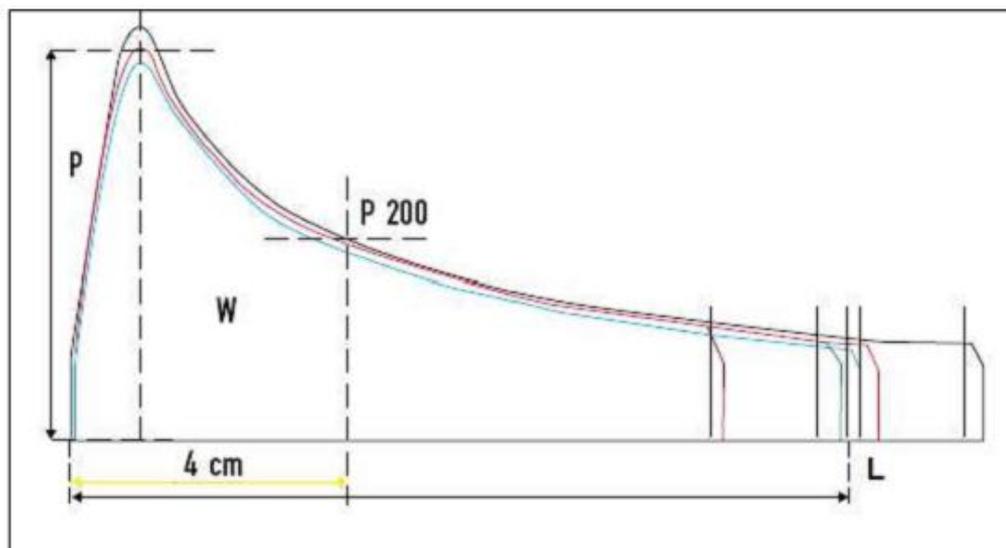


Figure 5 : Courbe alvéographique avec indication des différents paramètres mesurés (ROUSSEL, 2009)

- **P** (mm) ou **ténacité** de la pâte : C'est la pression maximale nécessaire à la déformation de la pâte.
- **L** (mm): **extensibilité** de la pâte, c'est la longueur de la courbe de gonflement en mm.
- **G** (cm³): **gonflement** de la pâte, « indice de gonflement de la bulle » représente l'extensibilité biaxiale de la pâte, c'est l'expression de la viscosité de la pâte qui résulte de la capacité de l'extension des fibres de protéines et l'aptitude du réseau de gluten à retenir un gaz.
- **W** (10⁻⁴ joules): **force boulangère** représente le travail de déformation de la pâte, il correspond à l'intégration de la pression jusqu'à la rupture de la membrane de la pâte.
- **P/L** : C'est le **rapport de configuration** de la ténacité/l'élasticité.
- **Ie (indice d'élasticité)**: se calcule par la formule: **Ie=P200 / P_{MAX}** (KITISSOU 1995).

P200 c'est la hauteur de la courbe à 40 mm de son point d'origine multipliée par le coefficient du nanomètre (k=1,1). $P200=H200*1,1$.

P_{MAX} c'est la pression maximale ou P, c'est la hauteur maximale de la courbe multipliée par le coefficient du nanomètre (k=1,1). $P_{MAX}=H_{MAX}*1,1$.

Les valeurs caractéristiques moyennes pour la panification selon la norme I.S.O. 5530/04 sont :

	Blé type boulangier	Blé améliorant	Blé de force	Blé impanifiable	Blé panifiable courant
W	130-180	180-250	<250	<130	130-250
G	20-23	–	–	–	–
P /L	0,45-0,65	0,45-0,65	–	–	Non

Pour l'indice d'élasticité, **BERLAND** et **ROUSSEL (2005)** ont rapporté les caractéristiques suivantes :

Ie (Indice d'élasticité)

• Moins de 35 : insuffisant

• De 35 à 45 : moyen

• De 45 à 55 : bon

• Plus de 55 : élevé

II.4.2. Analyse biochimique

-Teneur en protéines totales

La teneur en protéines est déterminée selon la méthode Kjeldahl : la minéralisation est réalisée sur 1 g de farine en présence d'acide sulfurique concentré, l'ammoniaque libéré par addition de la soude est dosé par titrimétrie (**NA 1158–1990, ISO1871**). Le coefficient de conversion de l'azote en protéines est de 5,7 pour le blé.

Les résultats sont exprimés en pourcentage de protéines par rapport à la matière sèche.

Mode opératoire :

- a) Minéralisation ; azote organique présente dans le grain de blé +acide sulfurique après minéralisation donne sulfate d'aminium.
- b) Distillation ; elle consiste à ajouté dans le fiole 100ml d'eau distillée.
- c) Titrage ; NH₃distillé est resu dans l'erenmmyer contenant 20ml à 0,1 de H₂SO₄,on ajoute quleque goutte de rouge de méthyle.

I. Humidité des grains et des farines

I.1. Humidité des grains

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.

La teneur en eau des grains du blé tendre étudié est de **12,3 %**. Cette valeur est relativement proche de celles trouvées par beaucoup d'auteurs et permettent une conservation correcte des grains de blé si cette option est mise en œuvre.

Les faibles différences observées peuvent être dues à plusieurs paramètres entre autre les différences variétales, les type de sol , les conditions de récolte et de stockage des échantillons.

I.2. Humidité des farines

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. Elle est exprimée par rapport à la matière sèche. Les valeurs des humidités des deux farines sont :

- Farine courante : **15,4%**
- Farine supérieure : **15,5%**

Les valeurs obtenues s'intercalent dans la fourchette 13-16% des teneurs en eau signalée par **GRANVOINNET et PRATX (1994)**.

II. Analyses physicochimiques des farines

II.1. Taux d'affleurement

La granulométrie d'une farine permet de caractériser la répartition en taille et en nombre des particules dont elle est composée ; le comportement des farines au cours de leur transformation, notamment la vitesse d'hydratation en dépend (**FEUILLET, 2000**).

La norme **AFNOR(1982)**, fixe pour une farine courante un taux de refus au tamis de maille 180 micromètre, inférieur à 10%. Les résultats notés dans le tableau 7 montrent que les taux de refus des farines courante et supérieure concordent à la norme citée précédemment.

Tableau VII : Taux d'affleurement des farines

Farines	Taux d'affleurement (%)	Taux de refus(%)
Farine courante	96	4
Farine supérieure	98	2

II.2. Teneur en cendres

La mesure du taux de cendre a un intérêt essentiellement réglementaire et permet de classer les farines selon leur degré de pureté (ICTF, 2001). D'après FEUILLET (2000), les meuniers utilisent la teneur en cendre afin de déterminer le taux d'extraction et de régler convenablement leur moulin.

La farine courante et la farine supérieure ont respectivement un taux de cendre de **0,66 %** et **0,56 %**. Ces valeurs sont comprises dans l'intervalle 0.56 à 0.67 donné par CALVEL (1984).

DELPHINE (2006), a noté qu'une teneur en cendres inférieure à 0.60%, permet à la fois de garantir une bonne valeur technologique mais également d'offrir des propriétés organoleptiques appréciées des consommateurs.

Selon FEUILLET (2000), la farine avec un taux de cendre compris entre 0.5% et 0.6% est du type 55 et la farine avec un taux de cendre compris entre 0.62% et 0.75% est de type 65.

Donc les deux farines analysées à savoir courante et supérieure sont respectivement du **type 65** et du **type 55**.

La farine supérieure est plus pure par rapport à la farine courante qui contient beaucoup plus de matières minéralisées (CUBADDA et al., 2009).

III. Tests technologiques

III.1. Taux d'extraction

Le taux d'extraction de notre échantillon est de **71.5%**, inférieur à la moyenne théorique de 75%. D'avantage de farine pourrait donc se retrouver au niveau du son et des remoulages. Ce taux d'extraction permet la réalisation des tests technologiques.

III.2. Teneur en gluten

Au plan technologique le gluten détermine en grande partie les caractéristiques rhéologiques de la farine d'où la nécessité d'avoir un taux de gluten sec de 8 à 10% et une capacité d'hydratation de 67 à 68% pour que la farine soit préconisée en boulangerie (**BAGHOUS, 1998**).

Selon **FEILLET (2000)**, les caractéristiques du gluten dépendent des propriétés des farines dont il est extrait. Le gluten des farines de mauvaise qualité s'hydrate plus facilement et se révèle plus visqueux et moins élastique que celui extrait à partir de farines de bonnes qualités.

Les résultats obtenus sur le gluten des farines étudiées sont regroupés dans le tableau 8.

Tableau VIII: Taux de gluten des farines

Farine	Gluten humide	Gluten sec	Capacité d'hydratation %
Farine courante	24,3	8,1	66,67
Farine supérieure	25,2	8.3	67,06

Les résultats du tableau montrent que la teneur en GS des farines appartient à l'intervalle préconisé en boulangerie à savoir entre 8 et 10%.

Cependant, les caractéristiques technologiques des blés dépendent à la fois de la quantité et de la qualité des protéines du gluten.

En ce qui concerne la capacité d'hydratation du gluten, le tableau montre que les deux farines ont une capacité d'hydratation qui répond à la norme.

III.3. Test de sédimentation en milieu SDS

Les résultats de ce test est de **58 ml** pour la farine supérieure et de **56 ml** pour la farine courante, par référence aux travaux de **PAYNE et al. (1979)**, on peut classer notre blé tendre comme suit selon leur volume de sédimentation en milieu SDS :

- ✓ Les deux volumes de sédimentation sont inférieurs à 60 ml, c'est donc un blé de **force boulangère médiocre**.

Le test de sédimentation SDS a été utilisé par **AXFORD et al. (1979)** et **PAYNE et al. (1987)**, pour prédire la force des blés et la qualité boulangère. Par contre **PRESTON et al. (1992)**, ont considéré que le test SDS n'est pas un bon test pour apprécier la qualité boulangère des farines car ils ont trouvé des corrélations très faibles entre les résultats de ce test et la stabilité de la pâte au farinographe et avec le volume du pain.

III.4. Essai au mixographe

Les résultats du test du mixographe figurent dans le tableau 9.

En se référant au « grading » de **WILLIAMS et al. (1988)**, tableau 6 pour apprécier la force boulangère, il en ressort du tableau 9 que :

- Les deux farines ont donné des temps de pétrissage de la pâte de l'ordre de 2,80 min et 3,30 min respectivement pour la farine courante et la farine supérieure, ces valeurs rentrent dans l'intervalle 2,50-3,30 et des tolérances aux pétrissages de 12,17 et 13,40 comprises dans l'intervalle 10-25 respectivement pour la farine courante et la farine supérieure donc c'est un blé de **force boulangère moyenne**.

Les mixogrammes obtenus se trouvent en Annexe 3

Tableau X : Paramètres du mixogramme des deux farines

Paramètres	Temps de pétrissage (min)	Affaiblissement (%)	Surface au pic max (cm ²)	Surface totale (cm ²)	Epaisseur au pic maximum	Epaisseur à 6 min (cm)
Farines						
Farine courante	2,80	12,17	17,95	40	1,2	0,4
Farine supérieure	3,30	13,40	21,25	51	1,7	0,6

III.5. Essai à l'alvéographe de Chopin :

Les résultats de l'essai à l'alvéographe sont regroupés dans le tableau 10, de ce tableau il en ressort que :

Les deux farines ont donné des W alvéographiques de 183 et des P/L élevés et déséquilibrés, elles se caractérisent aussi par des gonflements G faibles (inférieur à 20), des ténacités élevées.

Selon **PENA et al. (2005)**, les farines qui ont un « P/L » élevé (supérieur à 1) donneront des pâtes trop tenaces, peu tolérante au pétrissage et absorbe beaucoup d'eau, ainsi qu'un faible gonflement.

Les indices d'élasticité des farines étudiés ont donné des indices compris entre 48 et 55, donc le blé à un indice d'élasticité qui peut être considéré comme bon.

Selon la norme ISO 5530/04, le blé étudié est considéré comme un blé panifiable courant.

Les alvéogrammes obtenus se trouvent en annexe 4

Tableau IX : Résultats des analyses alvéographiques

Farines	Gonflement (cm ³)	Force boulangère (10 ⁻⁴ j)	Ténacité (mm)	Pression (mm)	Rapport de Configuration P/L	Indice de élasticité e %
Farine courante	17,3	183	61	83	1,36	50,8
Farine supérieure	15,5	183	49	98	2	48,2

IV. Analyse biochimique

Teneur en protéines totales

Les teneurs en protéines de nos farines sont de l'ordre de **10%** Ces teneurs sont exprimées en pourcentage de matière sèche.

Ces valeurs se situent dans les intervalles 8 et 16% signalés par **ZHU et KHAN (2001)**.

La connaissance de la teneur en protéines donne une bonne information sur la capacité technologique de la farine (**CHENE, 2001**).

Conclusion et Perspective

L'objectif du travail est de déterminer les caractéristiques physico-chimiques et technologiques des farines obtenues de la minoterie Baghlia.

Le résultat de la teneur en eau du blé réceptionné permet une conservation correcte

Les résultats physico-chimiques et technologiques des deux farines analysées, nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

- Le taux d'humidité des deux farines est conforme aux normes.
- Le taux de cendre nous a permis de classer nos deux farines en deux types : type 55 et type 65.
- Les résultats concernant le taux d'affleurement sont supérieurs à 95 %, ce qui montre une bonne maîtrise du diagramme de mouture (C'est-à-dire la farine obtenue est panifiable).
- Le taux de cendre est 0,58 %, il est donc conforme aux normes (entre 0,56 et 0,67 %). Cela est dû à la bonne maîtrise du diagramme de mouture.
- La qualité du gluten obtenue peut varier entre 8 et 12 % conforme à la norme Algérienne, cela est dû à la qualité de blé réceptionné.
- Concernant les caractéristiques alvéographiques, les résultats obtenus ont montré que le blé étudié est un blé panifiable courant; toutefois si la force de ce blé est bonne il se caractérise par des gonflements faibles, des ténacités P élevées, des rapports de configuration P/L déséquilibrés et élevés ainsi que par des indices d'élasticité Ie élevés, donc ces blés sont impanifiables en l'état.
- Le test SDS sédimentation a montré que les majorités étudiées peuvent être considérées comme de mauvaise qualité boulangère.
- Les temps de pétrissage au mixographe ont montré aussi que la quasi-totalité des blés étudiés sont de force boulangère moyenne.

Il serait intéressant de poursuivre ces travaux par :

- Dosage des lipides, des activités enzymatiques telles que la lipoxygénase.
- Doser les gliadines et les gluténines .
- Faire un essai de panification.
- Mesurer la consistance des pâtes au cours du pétrissage.

Références Bibliographiques

1. **ADRAIN J., 1996.** Composition et valeur nutritionnelle du pain .In : GUINET R., GODON B., 1996. La panification française. paris, Lavoisier, p.p .481-489. (collection sciences et technique agroalimentaires).
2. **AXFORD D. W. E., MCDERMOTT E. F., REDMAN D. G., (1978).** Small scale tests of breadmaking quality. Milling Feed Fertiliser, vol. 161, n.5, p.p. 18-20.
3. **AXFORD D. W. E., MCDERMOTT E. F., REDMAN D. G., (1979).** Note on the sodium dodecyl sulfate test of breadmaking quality: comparison with PELSHENKE and ZELENY test. CerealChemistry, vol. 56, p.p. 582-584.
4. **BAGHOUS F., (1998).** Relation entre les sous unités gluténines et les caractéristiques technologiques intrinsèques des blés tendres cultivés en Algérie. Thèse de magistère, INA, El-Harrach, Algérie, 126p.
5. **BENBELKACEM F., Saldi A., Brinis. (1995).** La recherche pour la qualité des blés en Algérie ., Séminaire de blé dans la région méditerranéenne , N° 22.
6. **BENHANIA Z., 2013.** Etude de la fabrication de la farine et contrôle de sa qualité . mémoire de master , université KasdiMerbah Ouargla , Algérie .p ; 52.
7. **BERLAND S. et ROUSSEL P., (2005).** Qualité technologique. Document de École Nationale Supérieure de Meunerie et des Industries Céréalières (ENSMIC), Surgères, France.
8. **BRANGER A., RILER M.M., ROUSTEL S., 2007.**Alimentation et processus technologique. Paris, Educagri, 279p.
9. **BOUDREAU A., MENARD G., 1992.** Le blé-Eléments fondamentaux et transform-ation. Les presses de l'Université Laval, Québec, 439p.
10. **CALVEL R., 1980.** La panification : pâte, fermentation, mise en forme. La boulangerie moderne, Paris, EYROLLES, pp. 112-142.

11. CALVEL R., (1984). La boulangerie moderne. 9^{ème} Ed. Eyrolles, Paris, p.p. 11-64.
12. CHENE C., (2001). La farine, 1^{ère} partie. Agro-Jonction, n. 26, p.p. 1-8.
13. DANIELS N.W.R., FRAZIER P.J., WOOD P. S., 1971. Flour lipids and dough development. *Bakers's Dig.*, vol. 45, n. 4, pp. 20-28.
14. DICK J. W., QUIK J. S., (1983). A modified screening test for rapid estimation of gluten strength in early-generation durum wheat breeding lines. *Cerealchemistry*, vol. 60, n. 6, p.p. 315-318.
15. Feuillet. Pierre. , 2000. le grain de blé, composition et utilisation, Editions QUAE, P,308.
16. Godon B. (1982). Valeur meunière et boulangère des blés tendres et de leurs farines conservation et stockage des grains et produit dérivé céréales, oléagineuse protéagineux aliments pour animaux, p. 1009 –1028.
17. GODON B., (1995). Le pain. *Pour la science*. Dossier hors-série de mars (science et gastronomie), p.p.16-25.
18. ICTF (2001) : Contrôle de la qualité des Céréales et des protéagineux. Guide pratique ICTF. Laboratoire de qualité des céréales.
19. MARTINANT J. P., NICOLAS Y., BOUGENNEC A., POPINEAU Y., SAULNIER L., BRANLARD G., (1998). Relationships between mixograph parameters and indice of wheat grain quality. *Journal of Cereal Science*, vol. 27, p.p. 179-189.
20. Norme algérienne N.A. 1132-1990 (I.S.O. 712): Détermination de la teneur en eau.
21. Norme algérienne N.A. 1158-1990 (I.S.O. 1871): Dosage de l'azote totale avec minéralisation selon la méthode Kjeldahl.
22. Norme algérienne N .A.735-1990 (I.S.O. 5531) : détermination du gluten humide.
23. Norme algérienne N.A.736-1990(I.S.O.6645) : détermination du gluten Sec.
24. Norme algérienne N.A.733-1990(I.S.O.2171) : détermination des cendres.

25. Norme algérienne N.A.1188-1990 (I.S.O. 5530-04) : Caractéristiques alvéographiques moyennes pour la panification.
26. OURY F. X., ROUSSET M., BERARD P., PLUCHARD P., DOUSSINAULT G., (1994). Une étude de la qualité des blés hybrides à travers différents tests technologiques. *Annales de l'amélioration des plantes*, vol. 14, p.p. 377-385.
27. PAYNE P. I., CORFIELD K. G., HOLT L.M., BLACKMAN J. A., (1979). Identification of high-molecular-weight subunit of glutenin whose presence correlates with quality in wheats of related pedigree. *Theoretical and applied genetics*, vol. 55, p.p. 153-159.
28. PENA E., BERNARDO A., SOLER C., JOUVE N., (2005). Relationship between common wheat (*Triticum aestivum* L.) gluten proteins and dough rheological properties. *Euphytica*, vol. 143, p.p. 169-177.
29. POTUS J ., GALEY C ., VIGNAU C ., GARCIA R ., POIFFAIT A., et NICOLAS J ., 1994 . Les oxydoréductases en panification . *Industries des céréales*, n° 115, p.p . 3-10.
30. PRESTON K. R., MARCH P. R., TRIPPLES K. H., (1982). An assessment of the SDS-sedimentation test for the prediction of Canadian bread wheat quality. *Canadian Journal of Plant Science*, vol. 62, p.p. 545-553.
31. PRESTON K., R., LUKOW O. M., MORGAN B., (1992). Analysis of relationships between flour quality properties and protein fractions in a world wheat collection. *Cereal Chemistry*, vol. 69, n. 5, p.p. 560-567.
32. RONDA F., RODRIGUEZ-NOGALES J., SANCHO D., OLIETE B., GOMEZ M., (2007). Multivariate optimisation of a capillary electrophoretic method for the separation of glutenins. Application to quantitative analysis of the endosperm storage proteins in wheat. *Food Chemistry*, vol. 108, p.p. 287-296.
33. ROMAIN J., THOMAS C., PIERRE S., GERARD B., (2007). *Science des aliments : biochimie-microbiologie-procédés-produits*. Lavoisier, Paris, p 449.
34. ROUSSEL P., (1984). *Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales: test de panification*. Paris, Lavoisier, p.p. 511-545. (Collection techniques et documentation).

- 35. ROUSSEL P., LOISEL W., (2009).** Test de laboratoire. In: GODON B., LOISEL W., (1997). Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales. Ed. Tec et Doc. Lavoisier, APRIA, 479 p.
- 36. SHEWRY P.R., TATTHAM A.S., LAZZERI P.,(1997).** Biotechnology of wheat gluten. J. Sci. Food Agric., vol. 73, p.p. 397-406.
- 37. SURGET A. et BARRON C., (2005).** Histologie du grain de blé. Industrie des céréales, n. 145, pp. 4-7.
- 38. TALAMALIL, (2000).** La libération du marché des céréales en Algérie office algérien interprofessionnel des céréales OAIC Acte du premier symposium internationale sur la Filière blé , Alger , Algérie , P.11- 18.
- 39. WANG C., KOVACS M. I. P., (2002a).** Swelling index of glutenin test. I. Method and comparison with sedimentation, gel-protein, and insoluble glutenin tests. *Cereal Chemistry*, vol.79, n. 2, p.p. 183-189.
- 40. WANG C., KOVACS M. I. P., (2002b).** Swelling index of glutenin test. II. Application in prediction of dough properties and end use quality. *Cereal Chemistry*, vol.79, n.2, p.p. 190-19.
- 41. WILLIAMS P., ELHARAMEIN F. J., NAKKOU H., RIHAVI S., (1988).** Crop quality evaluation methods and guidelines. International centre for agricultural research in the dry areas (ICARDA), Aleppo.
- 42. ZHU J., KHAN K., (2001).** Effects of genotype and environment on glutenin polymers and breadmaking quality. *Cerealchemistry*, vol.78, n.2, p.p.125-130.

Annexe 1 : Présentation de l'entreprise

La société nationale de semoule pate alimentaires coucous (SNSEMPAC) a été restructurée en 1983 et devenue ERIAD (entreprise régionale de l'industrie agroalimentaire et dérivés) dont l'activité principale est la transformation des céréales (Blé tendre et blé dur) en produit alimentaire (semoule et farine).

Fiche technique de l'upc de baghlia:

Dénomination de raison sociale:

ERIOD-Alger SPA Filiale moulins de Tizi-Ouzou upc de baghlia.

Date de création:

mai 1983, Extention 1996 reconvention 1997.

Adresse: La zone industrielle a la route nationale Baghlia Naciria Wilaya de Boumerdes (télé:024897945).

Surface totale : 10 hectares.

Activité:

Production de Semoule/Semoulerie.

Production de Farine/minoterie

Capacité de production:

4000qx/24hpour semoulerie.

2000qx/24hpour la minoterie.

Mode de commercialisation:

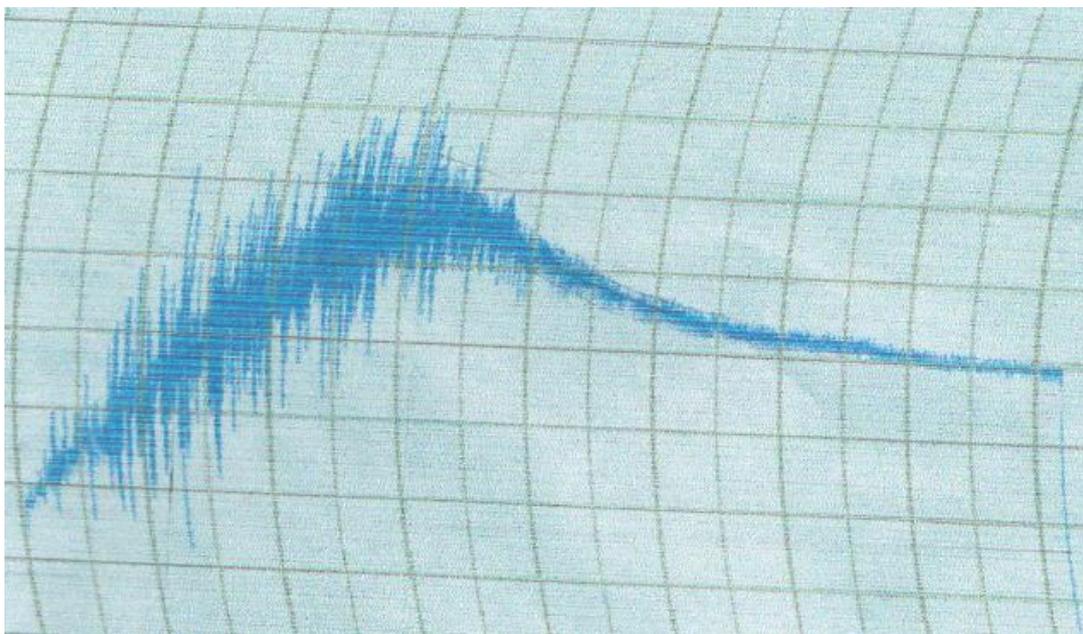
Vente par raisons ERIAD.

Effectif : cadre:25, AIP:116

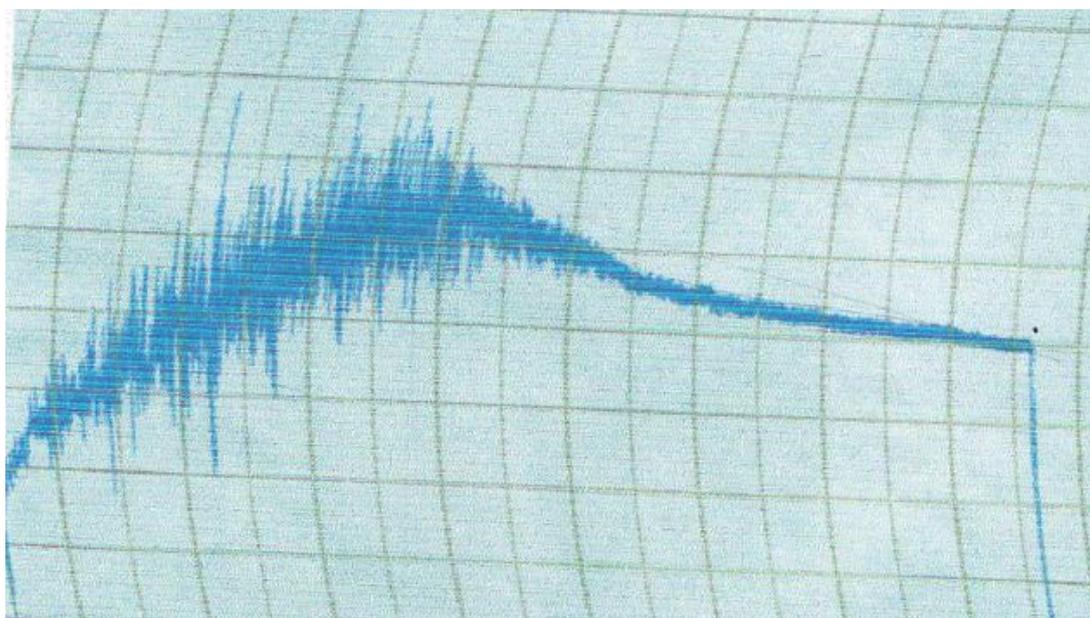
Annexe 2 :Tableau de correspondance de la quantité d'eau à ajouter en fonction de la teneur en protéine pour le mixographe

Teneur en protéines (%)	Quantité d'eau à ajouter (ml)
16,0	6,60
15,5	6,55
15,0	6,50
14,5	6,45
14,0	6,40
13,5	6,35
13,0	6,30
12,9	6,29
12,8	6,28
12,7	6,27
12,6	6,26
12,5	6,25
12,4	6,24
12,3	6,23
12,2	6,22
12,1	6,21
12,0	6,20
11,9	6,19
11,8	6,18
11,7	6,17
11,6	6,16
11,5	6,15
11,4	6,14
11,3	6,13
11,2	6,12
11,1	6,11
11,0	6,10
10,9	6,09
10,8	6,08
10,7	6,07
10,6	6,06
10,5	6,05
10,4	6,04

Annexe 3: Mixogrammes

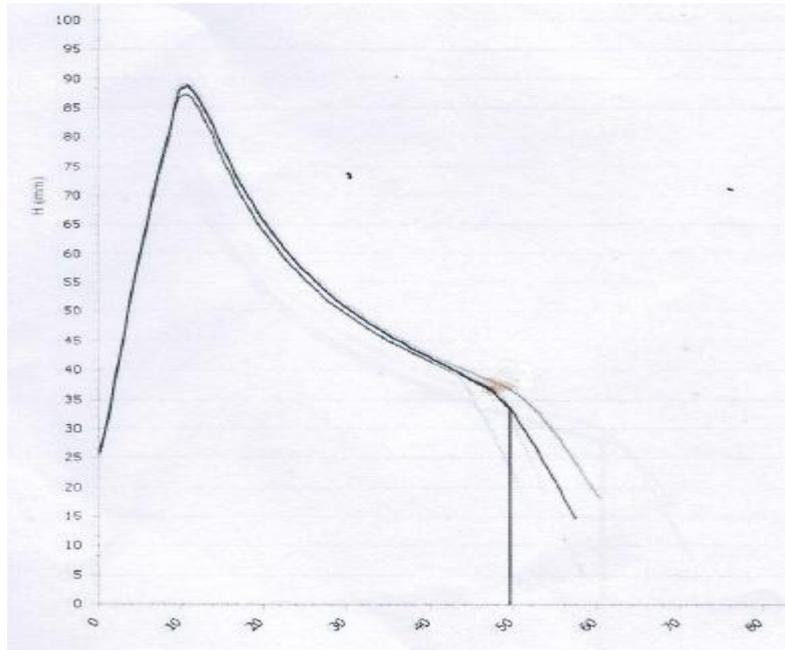


Farine supérieure

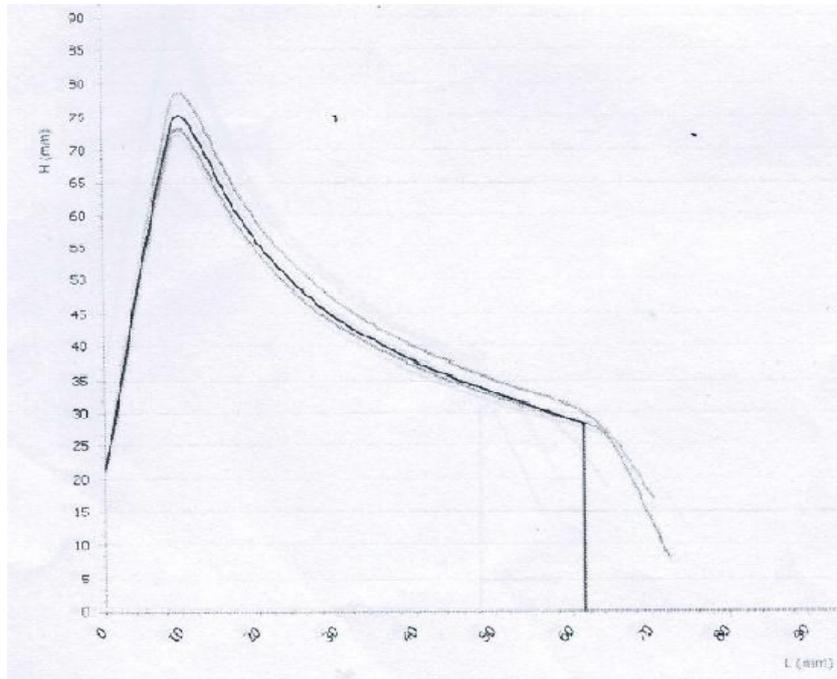


Farine courante

Annexe 4: Alvéogrammes



Farine supérieure



Farine courante

Résumé :

Le présent travail est réalisé dans l'objectif d'apprécier la qualité technologique des farines de blé tendre commercialisées par le moulin de Baghlia

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

Les résultats obtenus montrent que les farines étudiées présentent des caractéristiques très proches concernant les tests physicochimiques (taux d'humidité et taux d'affleurement) et technologiques (test de sédimentation SDS, le gluten sec, le mixographe et l'essai à l'alvéographe Chopin)

Par rapport aux taux de cendres, on a classé les deux farines en deux types.

Les analyses physico-chimique et technologique de la farine obtenue à partir du blé tendre sont globalement conformes aux normes algériennes.

Mots clé : farine, blé tendre, mouture ,analyses physico-chimique technologique, teneur en cendre .

Abstrat:

This work is carried out with the aim of assessing the technological quality of the soft wheat flour marketed by the Baghlia mill.

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

The results obtained show that the flours studied have very similar characteristics concerning the physicochemical tests (moisture content and outcrop rate) and Technological studies (SDS sedimentation test, dry gluten, mixograph and Chopin alveograph test) Compared to ash levels, the two flours were classified into two types.

The physicochemical and technological analyzes of flour obtained from soft wheat are generally in line with Algerian standards.

Key words: flour, soft wheat, milling, physico-chemical and technological analyzes, ash content.

ملخص :

ويتم هذا العمل بهدف تقييم نوعية التكنولوجيا من دقيق القمح المباعة من قبل طاحونة بغلية ولتحقيق هذا الهدف الفيزيائية والكيميائية وأجريت التحاليل التكنولوجية. وأظهرت النتائج أن الطحين درس لديها ميزات مشابهة جدا في الاختبارات الفيزيائية (الرطوبة ومعدل تدفق) والتكنولوجيا (SDS اختبار الترسيب، والغلوتين الجافة، mixographe واختبار alveograph شوبان) بالمقارنة مع نسبة الرماد صنفت كلا من الدقيق إلى نوعين. الفيزيائية والكيميائية وتحليل التكنولوجي من الطحين تم الحصول عليها من القمح تتفق بشكل عام مع المعايير الجزائرية. **كلمة المفتاح:** الفرينة ، القمح اللين ، عملية الطحن تحليل كيميائي، فيزيائي و تكنولوجي ، نسبة الرماد